

8

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ АВАРИЙНОМ РЕМОНТЕ НЕФТЕПРОВОДОВ

8.1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ АВАРИЯХ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДАХ

Проблема охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов имеет важное социальное и народнохозяйственное значение. С развитием промышленности влияние результатов человеческой деятельности на природу становится настолько большим, что наносимый ей ущерб не всегда может быть восстановлен естественным путем без проведения природоохранных и природовосстановительных мероприятий.

При сооружении и эксплуатации магистральных нефтепроводов проблеме охраны окружающей среды уделяют первоочередное внимание. Воздействие на окружающую среду магистральных нефтепроводов обусловлено их спецификой как линейно протяженных объектов (протяженность от сотен до нескольких тысяч километров), прокладываемых в сложных природно-климатических условиях с применением различных конструктивных схем и технологий сооружения для транспортировки вредных для окружающей среды продуктов.

Учитывая основополагающую роль магистральных трубопроводов как средства транспортирования жидких и газообразных продуктов и вовлечения в хозяйственную деятельность малоосвоенных природных регионов, характеризующихся высокой чувствительностью к техногенным воздействиям, проблема охраны окружающей среды при трубопроводном транспорте является весьма актуальной.

При выходе нефти в окружающую среду вода и почва загрязняются углеводородами, входящими в ее состав. В то же время происходят процессы, приводящие к разложению нефти: распространение, испарение и растворение.

Поверхностный сток вод смывает углеводороды с поверхности почвы и транспортирует их в водоемы. На воде нефть распространяется слоем толщиной в несколько миллиметров или даже одного миллиметра, образуя пленочную нефть. Толщина пленки зависит от вязкости нефти, поверхностного натяжения нефти и воды, а также от времени нахождения пленки на воде.

К особым случаям загрязнения окружающей среды можно отнести разливы нефти на болотах, на снегу, в лесистой и горной местностях.

Попадание нефти и нефтепродуктов в почву приводит к снижению биологической продуктивности ее и фитомассы растительного покрова.

Многочисленные лабораторные и полевые эксперименты показывают, что характер и степень влияния нефти и нефтепродуктов определяются видовым составом растительного покрова, временем года и другими факторами. Наиболее токсичными являются углеводороды с температурой кипения в пределах от 150 до 275 °С, т.е. нафтенные и керосиновые фракции. Углеводороды с меньшей температурой кипения оказываются либо низкотоксичными, либо безопасными (особенно летучие фракции), поскольку испаряются с поверхности растений, не успевая проникнуть через растительную ткань. Высокотемпературные тяжелые фракции нефти также менее опасны для растений, чем нафтенные и керосиновые фракции, ввиду их высокой вязкости.

В отличие от районов с относительно умеренным климатом, загрязнение нефтью и нефтепродуктами на Крайнем Севере характеризуется более серьезными последствиями. Низкие температуры воздуха и почвы, сильные ветры, небольшая продолжительность летнего теплого периода, во время которого активизируются биологические процессы, обуславливают чрезвычайно сложный режим функционирования наземного растительного покрова. Поэтому всякое нарушение этого режима может привести к необратимым процессам.

Для изучения последствий загрязнений наземного растительного покрова нефтью и нефтепродуктами американские ученые обследовали несколько участков вдоль одного из продуктопроводов на Аляске. На всех пораженных нефтепродуктами участках наблюдалось лишь незначительное восстановление растительного покрова. Даже по истечении 15 лет растительность на залитой ранее нефтепродуктами площади была восстановлена менее чем наполовину. Причем во всех

случаях отмечалось полное уничтожение растительного покрова в начальный момент после разлива нефтепродукта.

О влиянии степени загрязнения на биологическую продуктивность растительного покрова можно судить по следующим экспериментальным данным: при разливе нефти 12 л/м^2 фитомасса наземной части растений через 3 года уменьшилась на 74 %, а при 25 л/м^2 — на 90 % за год.

При наличии снежного покрова растительность в меньшей степени подвергается токсическому воздействию нефти. Кроме того, причиной относительно низкой поражаемости растений зимой является прекращение вегетации в этот период. Воздействие нефти на растительность в период вегетации значительно увеличивает процент ее гибели. При этом следует отметить, что в летний период уже через два дня после поражения нефтью листва некоторых растений увядает.

Период самовосстановления растительного покрова после загрязнения нефтью для северных условий составляет от 10 до 15 лет. Разные виды растений обладают различной чувствительностью к нефтяному загрязнению.

Проведенные эксперименты показали, что все виды мха и лишайников погибали практически полностью после контакта с нефтью. В то же время низкий кустарник оказался более устойчивым к нефтяному загрязнению, чем мох и лишайник.

Особую опасность для окружающей среды представляют аварийные утечки при отказах нефтепроводов на подводных переходах.

Взаимодействие нефти и воды характеризуется сложными физико-химическими процессами, протекающими с различной интенсивностью на разных стадиях формирования нефтяного загрязнения. Основные из них — растекание, испарение, диспергирование, эмульгирование, окисление, биодеградация и седиментация.

Растекание нефти по поверхности воды обусловлено действием сил гравитации и поверхностного натяжения и является доминирующим процессом начального периода (примерно 6–10 ч) формирования нефтяного загрязнения. Испарение легких фракций приводит к уменьшению объема нефти в пленке, снижению воспламеняемости и токсичности, но увеличивает вязкость и плотность остатка. Растворение нефти в воде, главным образом легких фракций, протекает с незначительной скоростью, зависящей от состава и физико-химических свойств нефти, толщины пленки, температуры воды и состояния водоема. Диспергирование заключается в

образовании мелких капель нефти вследствие механического перемешивания пленки волнами. Поэтому скорость диспергирования зависит от состояния водоема и свойств нефти.

Эмульгирование представляет собой процесс образования смеси воды и нефти, отличающейся при определенных соотношениях высокой вязкостью и устойчивостью к распаду. Эмульгирование сопровождается увеличением первоначального объема в несколько раз. Углеводороды относятся к достаточно устойчивым к окислению соединениям. Однако в контакте с водой в присутствии света процессы окисления заметно активизируются. Масштаб загрязнения определяется, при прочих равных условиях, процессами растекания и испарения.

Прогресс в развитии трубопроводного транспорта неразрывно связан с выполнением комплекса мероприятий по охране окружающей среды на принципиально новых научно-технических основах проектирования, строительства и эксплуатации магистральных нефтепроводов. Такие мероприятия позволяют существенно снизить, а иногда практически исключить загрязнение окружающей среды.

8.2. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОХРАНЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

При аварийном разливе нефти по водной поверхности решаются три основные задачи: локализация, сбор и удаление нефти с поверхности воды. Причем все они должны решаться быстро, так как с потерей времени решение их осложняется вследствие того, что в попавшей в водоемы нефти происходит химическое и биологическое окисление, испарение легких фракций и т.д. Окисляются и испаряются в основном легкие фракции — от керосина до смазочных масел среднего удельного веса, что приводит к накоплению в воде тяжелых трудноокисляемых фракций нефти, которые впоследствии образуют донное загрязнение.

Уменьшение содержания нефти в пленке в первые дни после ее образования происходит преимущественно за счет испарения. При температуре воды 22+27 °С потери нефти из пленки в результате испарения за первые три дня достигают 26 %, а при 2+5 °С — 12 %. Дальнейшее снижение содержания нефти в пленке обуславливается биохимическим окислением и оседанием на дно водоема.

Разработан комплекс методов и средств очистки водных объектов от нефти.

Основным способом сбора нефти с поверхности воды является установка боновых заграждений и нефтесборщиков. Боновые заграждения удерживают нефть от растекания и направляют ее к нефтесборщику. Нефтесборщик собирает нефтяную пленку; с помощью насосов собранная нефть откачивается в подготовленные емкости (танкеры, резервуары, котлованы и т.д.).

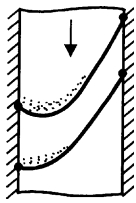
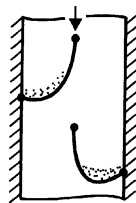
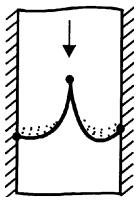
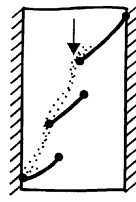
Расстановку плавучих заграждений и нефтесборщиков рекомендуется выполнять по результатам гидравлического моделирования процесса, на основе анализа НТД и литературных источников по проблеме локализации и сбора нефти с поверхности воды.

Варианты расстановки боновых заграждений (БЗ) выбираются в зависимости от конкретных условий с учетом скорости течения и категории рек. Так, для несудоходных рек может быть предложен вариант полного перекрытия реки, а для судоходных рек – варианты расстановки, приведенные на схемах табл. 8.1.

Установка БЗ перпендикулярно течению может осуществляться при скорости течения реки до 0,35 м/с. При больших скоростях течения БЗ устанавливаются под углом к течению. Угол установки БЗ и его длина в зависимости от скорости

Таблица 8.1

Схема установки боновых заграждений в зависимости от категорий рек и скорости течения

Схема установки	Категория реки	Скорость течения, м/с	Схема установки	Категория реки	Скорость течения, м/с
	Несудоходная	$\leq 1,0$		Судоходная	$\geq 1,0$
	"	$\leq 1,0$		"	$> 1,0$

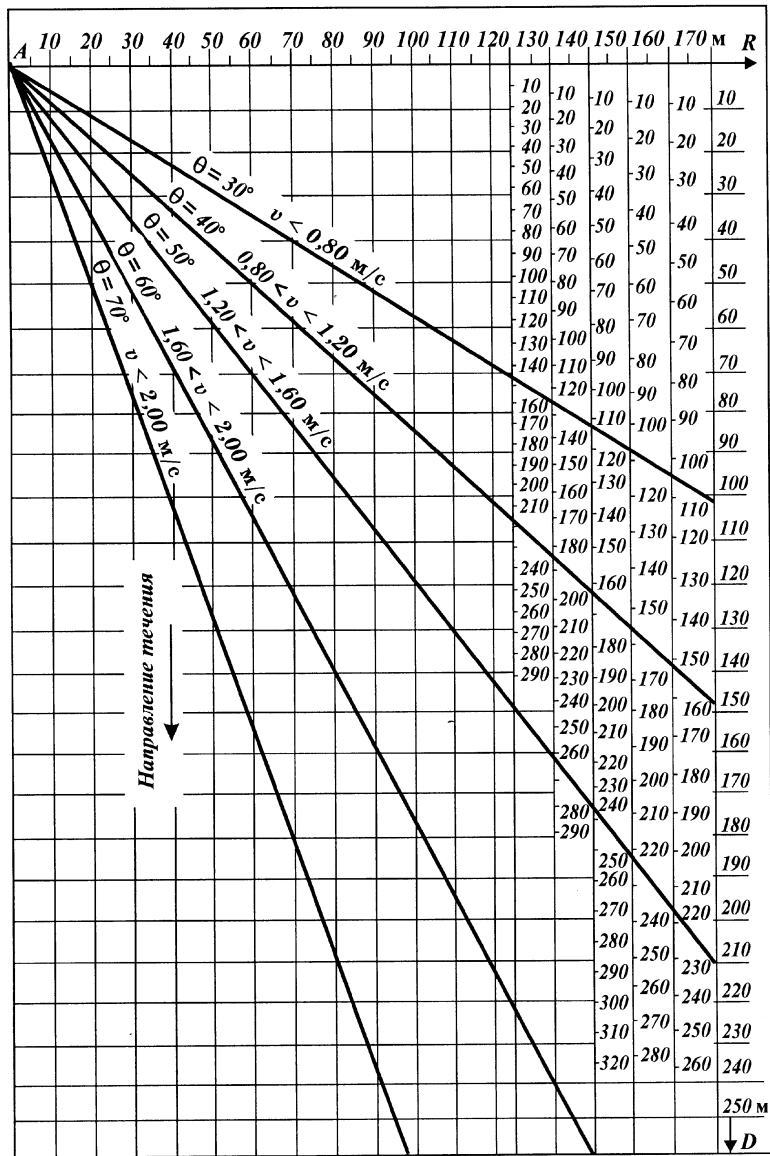


Рис. 8.1. Номограмма для определения длины и угла установки бонового заграждения и точки расположения береговых анкерных креплений:
 А – ширина анкерного крепления; R – ширина перекрываемого русла; D – расстояние до анкерного крепления вниз по течению

течения могут выбираться по номограмме (рис. 8.1) или рассчитываться по формуле

$$\sin \theta = \frac{0,35}{v}, \quad (8.1)$$

где θ — угол установки БЗ в плане; v — скорость течения, м/с.

Длина секций заграждения определяется расчетом при условии, что общее продольное усилие, действующее на БЗ и нефтесборщик, не превышает допустимую нагрузку на силовые элементы БЗ.

Общее продольное усилие на БЗ определяется из соотношения

$$P = P_{\text{БЗ}} + P_{\text{НС}} + P_{\text{вет}}^{\text{БЗ}} + P_{\text{вет}}^{\text{НС}},$$

где $P_{\text{БЗ}}$ — усилие от действия течения воды на боновое заграждение; $P_{\text{НС}}$ — усилие действия течения воды на нефтесборщик; $P_{\text{вет}}^{\text{БЗ}}$ — ветровая нагрузка на боновое заграждение; $P_{\text{вет}}^{\text{НС}}$ — ветровая нагрузка на нефтесборщик.

Усилие от действия течения на БЗ и НС

$$P_{\text{БЗ(НС)}} = \frac{\gamma v^2}{g} \sin \alpha, \text{ кг}, \quad (8.2)$$

где γ — плотность воды, $\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3$; v — скорость течения, м/с; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; α — угол между направлением течения и линией БЗ; f — площадь подводной части, м^2 ,

$$f = bh,$$

где b и h — длина и осадка БЗ, м.

Ветровая нагрузка на БЗ и НС определяется по формуле

$$P_{\text{вет}}^{\text{БЗ(НС)}} = \frac{1,3v^2}{16} F, \text{ кг},$$

где v — скорость ветра, м/с; F — площадь парусности БЗ или НС, м^2 ,

$$F = Lh.$$

Чтобы исключить проникновение нефти под боновое заграждение, сбор ее необходимо осуществлять по проточной схеме, т.е. располагать нефтесборщик в одном ряду с заграждением, обеспечивая возможность протекания потока под нефтесборщиком. При этом производительность нефтесборщика должна быть выше возможного поступления неф-

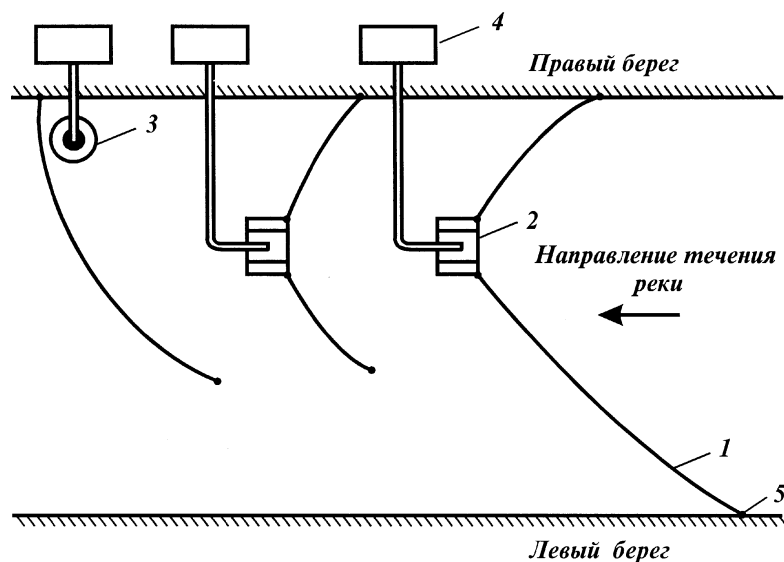


Рис. 8.2. Схема установки боновых заграждений и нефтесборщиков в потоке:
 1 – боновое заграждение; 2 – нефтесборщик; 3 – устройство для сбора остаточной нефти; 4 – емкость для нефти; 5 – якорь

ти. В случае, когда производительность нефтесборщика меньше, необходимо устанавливать по проточной схеме ниже по течению несколько рядов боновых заграждений с нефтесборщиками с таким расчетом, чтобы суммарная производительность нефтесборщиков была равна возможному объему поступающей нефти (рис. 8.2).

Для локализации загрязнения применяют плавучие и подводные заграждения. Принцип действия плавучего бонового заграждения заключается в создании механического барьера, препятствующего горизонтальному перемещению или распространению тонкого верхнего слоя воды вместе с нефтяной пленкой. Боновые заграждения состоят из плавучей, экранной и балластной частей. Плавучая часть выполняется в виде отдельных поплавков прямоугольного или круглого сечения либо в виде сплошных непотопляемых труб. Экранирующая часть представляет собой гибкую или жесткую пластину, присоединенную к плавучей части бона и нагруженную для придания устойчивости балластной цепью, трубой или растяжками. Боновые заграждения изготавливают в

виде нескольких шарнирно-соединяемых секций. Надводная часть бонового ограждения в снаряженном состоянии выступает на одну треть его высоты. При установке бонового ограждения для предотвращения нефтяного загрязнения поверхности водоема учитываются направление и скорость течения, преимущественное направление ветра, а также место расположения источника загрязнения. С учетом указанных факторов боновое ограждение может устанавливаться не по кольцу, а только с одной стороны. Недостаток боновых ограждений – определенные ограничения для движения судов и других плавающих средств. Указанного недостатка лишены пневмозаграждения, которые удерживают пленочную нефть в определенных границах и предотвращают ее растекание. При стационарном расположении источника загрязнения пневмозаграждение формируется путем пропускания пузырьков воздуха из специального трубопровода, закрепленного вблизи от донной поверхности.

Для предотвращения растекания нефти по поверхности воды на несудоходных реках (при авариях на нефтепроводах) институтом ИПТЭР разработано ограждение "Уж" (рис. 8.3), состоящее из двух надувных секций, катушек для наматывания секций и набора монтажных частей.

Техническая характеристика ограждения "Уж"

Габаритные размеры комплекта в рабочем положении, мм:	
длина.....	101100
высота.....	550
ширина.....	200
Масса, кг.....	450
Габаритные размеры секции в ненадутом состоянии, мм:	
длина.....	50 705
высота.....	705
ширина.....	50
Масса, кг.....	230
Высота секции над уровнем воды, мм.....	200 ± 20
Масса 1 м секции, кг, не более.....	3
Масса секции с катушкой, кг, не более.....	190

Сбор и удаление нефти с поверхности воды осуществляют нефтесборщиками, скиммерами (сепараторами) различной конструкции, сорбирующими материалами, а также поверхностно-активными веществами (ПАВ).

Для сбора толстых пленок нефти в спокойной воде эффективно можно использовать малогабаритный скиммер (рис. 8.4) Он состоит из понтона 1, емкости 5 и отсасывающего рукава 4. Поверхностная пленка нефти 2 всасывается в емкость 5 через погруженный в воду передний край скимме-

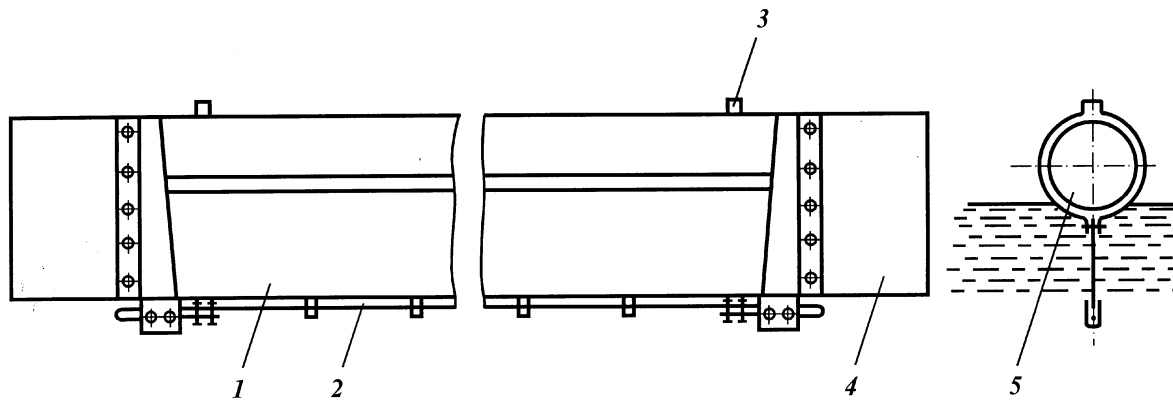


Рис. 8.3. Секция ограждения "Уж":
 1 – полотнище; 2 – трос; 3 – воздушный клапан; 4 – герметизатор;
 5 – надувная камера

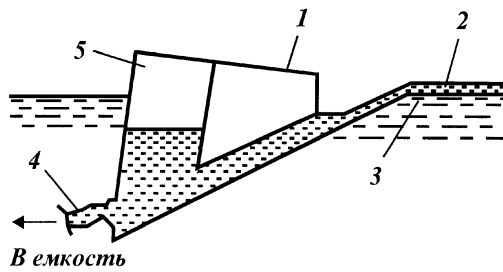
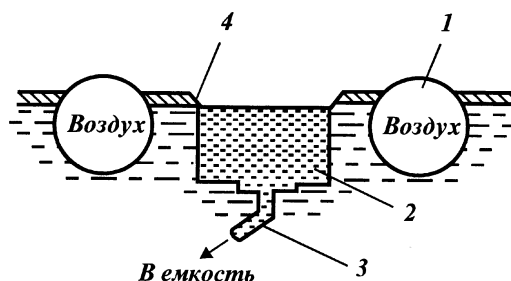


Рис. 8.4. Малогабаритный скиммер:
 1 – понтон; 2 – пленка нефти; 3 – скиммер; 4 – отсасывающий
 рукав; 5 – емкость

Рис. 8.5. Устройство для сбора нефти с поверхности воды:
 1 — поплавок; 2 — желоб; 3 — рукав; 4 — край желоба



ра 3 при работе отсасывающего насоса. При увеличении скорости откачки погружение переднего края увеличивается, и больший слой пленки всасывается в емкость. С уменьшением скорости откачки передний край поднимается, а при прекращении откачки выходит из воды. Таким образом, регулируя скорость откачки, можно собирать и удалять нефтяные пленки различной толщины. При ширине переднего края скиммера 1 м максимальная производительность достигает 12 т/ч.

Другим типом малогабаритного скиммера является устройство (рис. 8.5), состоящее из четырех попарно соединенных поплавков 1, поддерживающих желоб 2 с отсасывающим рукавом 3. Регулировка поплавков осуществляется таким образом, чтобы края желоба 4 были слегка погружены. При этом стекающая в желоб пленка нефти удаляется через гибкий рукав отсасывающим насосом. Стабильность работы обеспечивается поддержанием определенного установившегося уровня нефти в желобе, т.е. регулировкой скорости откачки, соответствующей толщине пленки нефти.

Имеются также конструкции дискового и барабанного скиммеров, отличающихся от вышеописанных. Принцип их работы основан на свойстве адгезии нефти и нефтепродуктов. При вращении барабанов (дисков) нефть увлекается ими вверх, где стекает под действием собственного веса или снимается специальными щитками в накопитель, из которого затем удаляется в резервуар. Эффективность работы таких скиммеров зависит от скорости вращения, размера барабанов (дисков) и вязкости нефти и нефтепродуктов.

Успешно применяется скиммер АС-400. Устройство содержит 200 дисков диаметром 500 мм со щетками. Нефте-сборщик работоспособен при волне до 3 м. Производительность устройства при вязкости нефти от $1 \cdot 10^{-4}$ м²/с составляет от 400 до 150 м³/ч при толщине слоя нефти 20 см и от 100 до 60 м³/ч при толщине слоя 2,5 см. Габариты устройст-

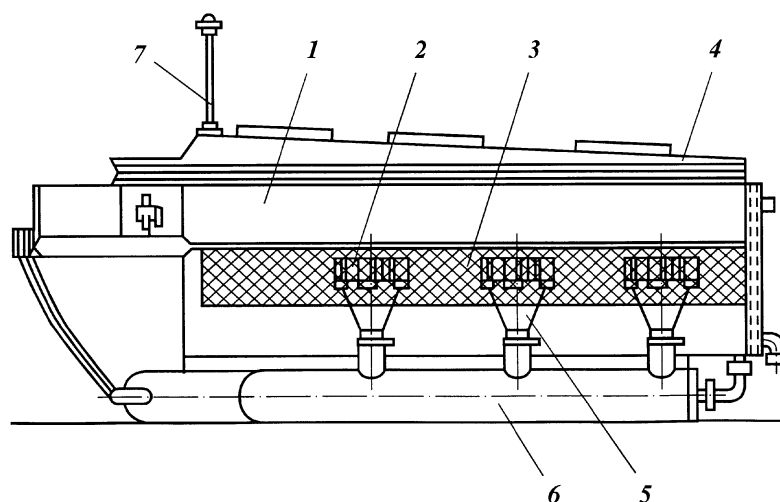


Рис. 8.6. Заборное устройство нефтесборщика "Нефтесбор-1":
 1 – насосное отделение; 2 – палуба; 3 – решетка; 4 – крыша; 5 – воронка; 6 – нижнее отделение; 7 – сигнальная лампа

ва: 3200 × 3200 × 1350 мм, масса – 930 кг, потребляемая мощность – 24 кВт.

Нефтесборщик "Нефтесбор-1" предназначен для сбора нефти с поверхности воды при авариях на подводных переходах магистральных нефтепроводов через судоходные реки. Принцип работы устройства основан на эффекте вихревой воронки, создаваемой на поверхности воды. В комплект нефтесборщика входят заборное устройство (рис. 8.6), вспомогательное оборудование, сборщик, пульт управления и передвижная дизель-электрическая станция мощностью 50 кВт, которая устанавливается на берегу или на плавучем основании. Вспомогательное оборудование включает мостик, переходные и две дополнительные секции, мусоросборщик, боновые ограждения, состоящие из отдельных секций, и якорные секции. Управление нефтесборщиком осуществляется с пульта управления дистанционно. Производительность нефтесборщика при толщине пленки 3,5 мм составляет 30 м³/ч. Габариты заборного устройства 6,5 × 2,74 × 2 м, масса – 3,5 т. Общая масса нефтесборщика – 16,0 т. Нефтесборщик доставляется к месту сбора нефтяной пленки катером.

В институте ИПТЭР разработан нефтесборщик НД-1 (рис. 8.7), предназначенный для сбора нефти с поверхности воды на несудоходных реках. Нефтесборщиком НД-1 можно так-

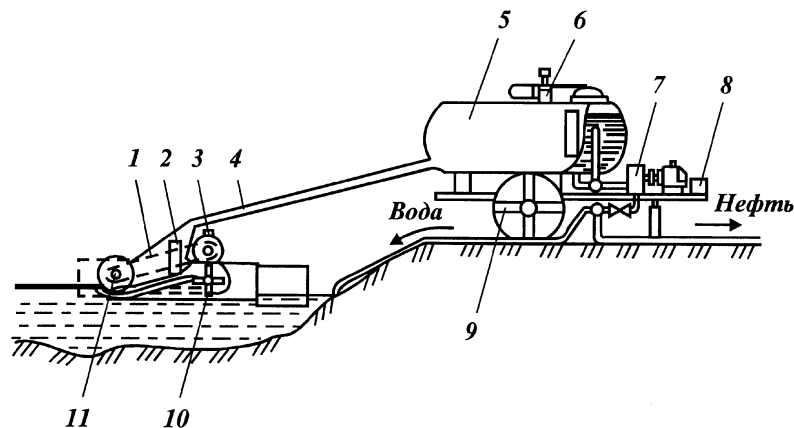


Рис. 8.7. Нефтесборщик НД-1:

1 – нефтесборное устройство; 2 – приемная камера; 3 – электродвигатель; 4 – наклонный трубопровод; 5 – отстойно-вакуумный резервуар; 6 – вакуумный насос; 7 – нефтеводяной насос; 8 – пульт управления; 9 – транспортное средство; 10 – вильчатый барабан; 11 – барабан

же собирать отстоявшуюся на воде даже самую тонкую пленку нефти без перемешивания и изменения структуры потока, а также обрабатывать водоемы с повышенным содержанием нефти в воде.

Принцип работы нефтесборщика заключается в следующем. Вакуумным насосом 6 создается разрежение в отстойно-вакуумном резервуаре 5. Под воздействием вакуума происходит засасывание пленки нефти вместе с водой с помощью нефтесборного устройства 1. Поступающая в резервуар смесь нефти с водой отстаивается и насосом 7 откачивается, если это вода, обратно в реку, если нефть – в специально подготовленную емкость. При этом вращающийся барабан 11 обеспечивает направленное поступление нефтяной пленки в нефтесборное устройство 1 и далее из приемной камеры 2 по наклонному трубопроводу в вакуумный резервуар 5.

Сбор нефти с поверхности воды с помощью адсорбирующих материалов и поверхностно-активных веществ относится к физико-химическим методам. С их помощью производят рассеивание нефти в толще воды, потопление нефти с помощью тяжелых адсорбентов или путем коагуляции, поглощение нефти плавающими адсорбентами и др.

Для рассеивания нефти в толще воды обычно применяют ПАВ эмульгирующего действия, которые часто разбавляются

органическими растворителями. Эффективное рассеивание плавающей нефтяной пленки происходит при расходе эмульгаторов около 25 % от массы диспергирующей нефти. Рассеянные в воде нефть и нефтепродукты подвергаются биохимическому воздействию микроорганизмов водоема и химическому воздействию атмосферы и гидросферы, что приводит к ускорению деградации загрязнения.

Химические реагенты по целевому назначению могут быть использованы для диспергирования нефтяной пленки на капли с формированием прямой эмульсии (нефть в воде) — рассеивания нефтяного загрязнения на большой площади водной поверхности или, напротив, сбора пленки нефти с увеличением ее толщины, ограничения растекания и предотвращения загрязнения берегов и сооружений, а также для отмычки растительности, берега и кустарников от нефтяного загрязнения. Отдельную группу химических реагентов составляют гелеобразователи, например, японский препарат OSR-002, который переводит пленку нефти в полутвердое состояние, после чего ее удаляют механическим способом.

При аварийных нефтяных выбросах в портах, вблизи береговых сооружений или на нефтяных промыслах шельфовой зоны резко повышается опасность возникновения пожаров. Поэтому для быстрой ликвидации такой опасности целесообразно с помощью "тяжелых" адсорбентов потопить плавающий нефтяной слой. В качестве потопляющих нефть адсорбентов применяются гидрофобизированный кварцевый песок, асбест, доломит, магнезит, каолин и бентонит, тальк, вошечный песок, шамот и мел, сера, гидрофобизированные зола и цемент и т.д.

Эти вещества или композиции на их основе распыляются на поверхность разлитой нефти. Образовавшиеся при этом тяжелые хлопья смеси порошка с нефтью оседают на дно водоема, где медленно разлагаются нефтеокисляющими микроорганизмами.

Одним из наиболее широко применяемых физико-химических методов очистки является использование нефтепоглощающих адсорбентов, способных плавать на поверхности воды как в свободном, так и в насыщенном нефтью состоянии. Использование такого вида адсорбентов в сочетании с механическим удалением их из зоны очистки представляется наиболее рациональным. В настоящее время в качестве плавающих поглотителей нефти используется довольно много различных веществ природного происхождения, таких, например, как сено, солома, бумага, шерсть, размолотая куку-

рузная лузга, рисовая шелуха и т.д. Природные материалы во многих случаях не могут удовлетворять постоянно возрастающим требованиям к качеству очистки. Поэтому в последние годы получили развитие методы удаления из воды нефтепродуктов с использованием специально синтезированных пористых полимерных материалов, например, пенополиуретанов и пенополистиролов, которые иногда активируют путем обработки кислотами или модификаторами, повышая при этом их адсорбционную способность. Обработанный пенополиуретан может поглотить с поверхности воды слой нефти толщиной 10 мм и снизить концентрацию нефти в воде с 4000–6000 до 10–14 мг/л.

Из полимерных материалов можно изготавливать маты или ограждающие боны. Применяются они и для извлечения из воды эмульгированной нефти. В последние годы получает развитие модифицирование неорганических материалов органическими веществами с целью повышения нефтепогложительной способности получаемых продуктов. Стоимость таких адсорбентов относительно невелика, технология изготовления довольно проста и может быть реализована в различных районах страны. Известен ряд природных неорганических материалов, которые можно использовать в качестве адсорбентов – собирателей нефти или исходного материала для их получения.

В этой связи значительный интерес вызывает использование для сбора нефти с поверхности воды гидрофобного адсорбента на основе вспученного перлита. Перлит представляет собой стекловидную вулканическую горную породу.

В зону загрязнения адсорбент (вспученный перлит) подают из-под воды с помощью гидроэжекторной установки. По сравнению с распылением сверху подача на загрязненную поверхность адсорбента из-под воды исключает потерю поглотителя, а также повышает эффективность его применения.

Сбор насыщенного нефтью сорбента и отделение его от воды проводят с помощью специального судна-нефтесборщика. Насыщенный нефтью сорбент вместе с водой всасывается через заборное устройство и подается по трубопроводу в гравитационный сепаратор, где происходит отделение воды. Адсорбированная нефть накапливается в емкости, расположенной на нефтесборщике.

Для обработки пленочной нефти используются так называемые диспергенты.

Применение диспергентов для обработки пленки нефти оправданно при использовании их в теплое время года

на водоемах с высокой биологической активностью при обширных загрязнениях с тонкой пленкой нефти (менее 0,1 мм). При использовании диспергентов должны строго выполняться требования по дозировке (в пределах допустимых концентраций) и рекомендации по технологии обработки пленочной нефти. В случае малых загрязнений водоема, имеющего рыбохозяйственное значение, предпочтение следует отдавать альтернативным методам, например, сбору пленочной нефти с применением сорбентов.

Используются водорастворимые диспергенты ЭПН-5, ДН-75, Коррексит 7664 и маслорастворимые диспергенты Коррексит 9527, Коррексит 8667, Коррексит ОС-5, ОМ-6, ОМ-82 и др. Наиболее полно свойства этих веществ проявляются в способности к диспергированию пленки нефти на капли и формированию стойкой прямой дисперсии капель нефти в воде.

Наибольшей эффективностью самопроизвольного эмульгирования нефтяной фазы с образованием микроэмульсии обладает диспергент Коррексит 8667, меньшей – Коррексит 9527 и Коррексит ОС-5. Далее в порядке убывания эффективности диспергирующего действия следуют препараты ОМ-6, ДН-75, ЭПН-5 и Коррексит 7664.

Наибольшей технологической эффективностью в отношении диспергирования нефти на капли, стабилизации прямой эмульсии и рассеивания нефтяного загрязнения на водной поверхности обладают маслорастворимые диспергенты, например, препараты Коррексит 8667, Коррексит 9527 и ОМ-6, диспергирующие и стабилизирующие характеристики которых лучше, чем у водорастворимых ЭПН-5, ДН-75, Коррексит 7664. В то же время маслорастворимые диспергенты плохо растворяются в воде, и возникает проблема их использования в виде разбавленных растворов. Применение концентрированного реагента в неразбавленном виде приводит к высоким расходам его при использовании на больших площадях. Кроме того, применение концентрированного реагента без предварительного разбавления может привести к его локальным передозировкам с интенсивным формированием стойкой прямой микроэмульсии нефти в воде. При этом может быть существенно превышено ПДК нефти и диспергента в зоне его применения.

Полевыми исследованиями установлено, что водоем при достаточно высокой температуре (в летнее время) обладает способностью к самоочищению от пленочной и эмульгированной нефтей при невысоком уровне загрязнения.

Существенное внимание должно уделяться сохранению основ жизнедеятельности водоема. Самоочищению водоема в большей степени способствует применение водорастворимых диспергентов благодаря их меньшей токсичности и возможности использования в более малых, безопасных для окружающей среды концентрациях.

В условиях действия жестких норм по содержанию химических реагентов для обработки пленки нефти существенное значение приобретают разработка малотоксичного и высокоэффективного препарата, повышение эффективности его применения. Исследованиями установлено, что применение диспергентов в виде разбавленных водных растворов, газированных воздухом, (пены) позволяет в несколько раз снизить концентрацию растворов диспергентов и количество использованного химического реагента при эквивалентной эффективности их действия на пленочную нефть. При применении диспергентов в виде водных растворов, газированных воздухом, концентрация "Оксифоса-Б" как основного компонента диспергентов ЭПН-5 и ДН-75 в поверхностном слое на границе с воздухом в среднем в 5 раз выше, чем в объеме раствора, а диспергента Коррексит 7664 — в среднем в 2,5 раза. Адсорбция молекул ПАВ на пузырьках воздуха и последующий их транспорт в верхний поверхностный слой воды позволяют исключить в значительной степени разбавление раствора диспергента в большом избытке водной фазой. Помимо снижения расхода реагента и применения менее токсичных, разбавленных растворов технология применения диспергентов в виде пены позволяет увеличить содержание кислорода в водоеме и усилить диспергирование пленочной нефти на поверхности воды пузырьками воздуха. При этом также ускоряются процессы разложения нефтяного загрязнения за счет увеличения содержания кислорода в воде. Технология применения диспергентов в виде разбавленных, газированных воздухом растворов ПАВ (пены) наиболее эффективна для диспергентов на основе "Оксифоса-Б" (ЭПН-5, ДН-75); может быть использована также для других типов диспергентов, которые существенно снижают межфазное натяжение как на границе вода — нефть, так и на границе вода — воздух. Применение диспергентов в виде сильно разбавленных водных растворов, газированных воздухом, способствует существенному снижению уровня токсического воздействия смеси нефти и диспергента при обработке нефтяного загрязнения.

При обработке пленки нефти химическими реагентами необходим определенный набор технических средств, свя-

занных с нанесением на пленку нефти под давлением струи раствора диспергента, измерением толщины пленки нефти, отбором проб воды и грунта.

Для оценки характера нефтяного загрязнения и целесообразности применения химических препаратов существенное значение имеет изменение толщины пленки нефти. Измерение толщины плавающего слоя может быть проведено физическими, физико-химическими и механическими методами. Из них наибольшее распространение получили методы с использованием сорбирующего материала для извлечения нефтяной пленки с определенной площади.

Технологическое оборудование для обработки пленочной нефти химическими реагентами должно обеспечивать равномерное распределение раствора диспергента по ширине захвата с необходимым уровнем механического воздействия на пленку нефти. Обработка пленки нефти раствором диспергента проводится плоской струей.

Возможно использование для обработки пленочной нефти простой центробежной форсунки. Экспериментальными наблюдениями установлено, что при первых ударах капель раствора диспергента о пленку нефти последняя дробится на капли и увлекается с поверхности в воду; при этом эффективность дробления капель нефти существенно уменьшается, так как последующие капли раствора диспергента обрабатывают чистую водную поверхность. В силу этого обработка струями диспергента из форсунок с полым конусом распыла с борта транспортного средства более эффективна, чем обработка из форсунок со сплошным конусом распыла. Форсунки с полым конусом распыла имеют также более неоднородный распад с меньшей величиной отклонения размеров капель от заданного значения. Для усиления эффективности механического ударного воздействия капель раствора диспергента на пленку нефти представляется также возможным применение пульсирующих сопел. При этом возмущения могут генерироваться механически, например, путем колебания подвижной мембраны. Пульсирующий режим течения может усиливаться подачей воздуха в раствор диспергента. Согласно технологии применения диспергентов пленочной нефти технические средства должны предусматривать подачу воздуха в коллектор на выкиде насоса к выносным стрелам и форсункам. Для эффективной адсорбции ПАВ на поверхности пугильщиков в начале и в конце коллекторов устанавливают смесители из тонкой проволоки для формирования однородной тонкодисперсной пены. Применение оборудования с форми-

рованием пенного раствора диспергента уменьшает уровень токсического воздействия диспергентов на окружающую среду.

8.3. ОХРАНА И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПОЧВ

Меры по охране почв от загрязнения нефтью принимаются с первого момента аварии. Несмотря на это, при авариях на МН происходит загрязнение почв нефтью, иногда в значительных объемах.

Попадая в почву, нефть опускается в грунте вертикально вниз под влиянием гравитационных сил и распространяется вширь под действием поверхностных и капиллярных сил. Скорость продвижения нефти зависит от ее свойств, грунта и соотношения нефти, воздуха и воды в многофазной движущейся системе. Чем меньше доля нефти в такой системе, тем труднее ее фильтрация в грунте. В ходе этих процессов насыщенность грунта нефтью (при отсутствии новых поступлений) непрерывно снижается. При содержании в грунте 10–12 % (уровень остаточного насыщения) нефти она становится неподвижной. Движение прекращается также при достижении нефтью уровня грунтовых вод. Легкие фракции ее плавают на поверхности воды. Тенденция к распространению нефти, обусловленная капиллярными силами, сохраняется. Нефть начинает перемещаться в направлении уклона поверхности грунтовых вод.

Проявление капиллярных сил хорошо прослеживается при значительной проницаемости и пористости грунта. Пески и гравийные грунты, например, благоприятны для миграции нефти; илы и глины задерживают продвижение нефти. В горных породах нефть движется в основном по трещинам.

Одной из главных задач аварийной бригады, прибывшей на место аварии, является ограничение площади разлива нефти. Разлившуюся нефть отводят в естественные понижения местности, защитные амбары, роют траншеи или оконтуривают земляными дамбами. Эти операции выполняют параллельно с основными работами по ликвидации аварии. Отвод нефти в естественные понижения не всегда возможен и целесообразен из-за отсутствия их или ввиду загрязнения новых площадей по пути движения нефти.

Поперечное сечение защитных как временных, так и постоянных дамб принимает треугольную или трапецеидальную форму. Расчет размеров дамб аналогичен расчету земляных

плотин с той лишь разницей, что защитные дамбы из однородного грунта можно применять только в течение непродолжительного периода времени из-за фильтрации нефти по мере ее накопления с внутренней стороны дамбы (рис. 8.8) за счет создаваемого гидравлического напора. Форма кривой депрессии (равного давления) 2 зависит от гидростатического напора H_0 и формы сечения тела дамбы 1. Причем при угле $\beta < 90^\circ$ промежуток просачивания (применительно к рассматриваемому вопросу это расстояние t от плоскости основания до точки выклинивания кривой депрессии 2) отличается от нуля, а внешняя образующая сечения — касательная к кривой депрессии 2, являющейся одновременно и верхней граничной линией тока фильтрующей нефти.

Средняя скорость фильтрации определяется по формуле

$$\omega = ki, \quad (8.3)$$

где k — коэффициент фильтрации; i — гидравлический уклон.

Для точек А и В, расположенных на откосах дамбы,

$$i = \frac{(H_0 - t)}{C}, \quad (8.4)$$

где H_0 — уровень нефти; t — промежуток просачивания; C — длина горизонтальной проекции кривой депрессии.

По этим данным можно определить среднее время фильтрации через тело дамбы:

$$T_{\text{ср}} = \frac{C^2}{K(H_0 - t)}, \text{ ч.} \quad (8.5)$$

В тех случаях, когда предусматривается более длительное хранение нефти в земляных амбарах, размеры дамбы необходимо увеличить, а это приведет к возрастанию объема земляных работ. Поэтому эффективным способом уменьшения ширины сечения тела дамбы является применение специального экрана 3, ядра 4 или дренажных труб 5 (см. рис. 8.8). Экран и ядро выполняются из малопросачиваемых грунтов. Они предназначены для понижения кривой депрессии, что позволяет уменьшить толщину дамбы по сравнению с обычной из однородного грунта (на рисунке пунктиром показаны размеры дамбы из однородного грунта).

При наличии дренажной трубы кривая депрессии примыкает к дренажу. Дренажную трубу целесообразно устанавливать по периметру дамбы с небольшим уклоном для стока нефти. В качестве дренажных труб можно использовать пер-

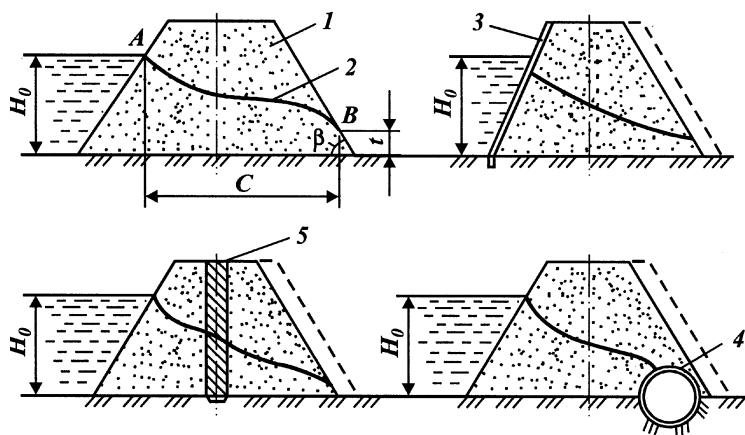


Рис. 8.8. Конструкция дамбы:
 1 — дамба; 2 — кривая депрессии; 3 — экран; 4 — дренажная труба; 5 — ядро

форированные трубы из полимерных материалов или асбестоцемента с проницаемой прокладкой и покрытием из стеклоткани или стеклохолста, а также трубы из пористого бетона. Возможно сооружение котлована для сбора нефти с помощью энергии взрыва, стенки и дно котлована для предупреждения фильтрации нефти в почву обкладывают полиэтиленовой пленкой. Используют также резиноканевые или складные брезентовые резервуары.

Для ограждения разлитой нефти можно применять также различные подручные средства, такие как бревна, камышовые маты и т.д.

В некоторых случаях может оказаться целесообразным предотвращать распространение нефти сооружением канав, по которым направляют разлитую нефть в заранее выбранное место. Для этих целей можно использовать пластмассовые желоба, применяемые в гидротехнике и мелиорации для подвода воды. Преимуществом таких желобов является то, что их можно собирать в любых условиях.

Наибольшие трудности возникают при загрязнении водонасыщенных, обводненных грунтов и грунтов с высоким уровнем грунтовых вод. Такие грунты, как правило, обладают низкой несущей способностью и оказываются непроходимыми для землеройной техники. Кроме того, при высоком уровне грунтовых вод существенно возрастает опасность загрязнения их нефтью.

Сбор нефти с поверхности обводненных грунтов даже при условии сооружения грунтовых дамб также сложен из-за наличия мелкого кустарника, кочек, воды и т.п. В подобных ситуациях наиболее эффективной представляется такая технология выполнения работ по регенерации грунтовой среды и подземных вод, как отвод нефти с дневной поверхности за пределы или к границе загрязненного участка и закачка ее в емкость; регенерация грунтовой среды и подземных вод. Отвод нефти целесообразно осуществлять по направлению естественного уклона местности в предварительно подготовленные земляные амбары, котлованы или другие емкости.

При разливах нефти на замерзающей земле и на снегу сооружают снежные дамбы, производят перемешивание нефти со снегом и грузят смесь в емкость, где нефть после таяния снега отделяется от воды.

Для сбора остатков нефти с поверхности суши (после откачки насосами) можно использовать сорбенты. Для этого на поверхность загрязненной нефтью почвы наносят сорбент из расчета $0,5 \text{ м}^3$ на 10 м^2 нефтяного пятна. После пропитывания сорбента нефтью его собирают, не нарушая верхнего слоя почвы, и вывозят на специальные пункты, где сорбент утилизируют.

Сорбенты — вещества селективного действия, они должны поглощать нефть и как можно меньше воды. Эти сорбенты должны обладать высокой скоростью поглощения нефти, чтобы не допустить значительного впитывания ее в почву; иметь склонность к образованию смеси с нефтью по всей толщине разлива; легко формироваться в виде матов или рукавов, которые можно свертывать, выжимать и снова использовать; создавать на поверхности земли слои, которые можно легко удалять; не образовывать при перемешивании с нефтью липкого вещества; иметь способность к биологическому разложению или сжиганию, когда удаление их невозможно или представляет значительные трудности.

Сорбенты могут быть натурального и синтетического происхождения. В принципе можно применять любые поглощающие материалы. При этом исходят из доступности сорбента, его стоимости, а также возможности сбора насыщенного нефтью сорбента, его регенерации или сжигания.

После ремонта трубопровода проводится обязательная рекультивация загрязненных земель.

Рекультивация земель — это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных и загрязненных земель, а так-

же на соблюдение условий охраны окружающей среды. Рекультивация земель должна проводиться с учетом местных почвенно-климатических условий, степеней повреждения и загрязнения, ландшафтно-геохимической характеристики нарушенных земель, конкретного участка. Земельные участки, нарушенные при ремонте трубопроводов, должны быть рекультивированы в первоначальное состояние.

Процесс рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при авариях на нефтепроводах, включает следующие операции:

удаление из почвы нефти;

собственно рекультивацию земель (технический и биологический этапы).

Рекультивация загрязненных нефтью земель проводится в несколько стадий. Сроки и стадии рекультивации намечаются в соответствии с уровнем загрязнения, климатическими условиями данной природной зоны и состоянием биогеноценоза. Выделяют два уровня загрязнения:

умеренное загрязнение, которое может быть ликвидировано путем активизации процессов самоочищения агротехническими приемами (внесением удобрений, поверхностной обработкой и глубоким рыхлением и т.д.);

сильное загрязнение, которое может быть ликвидировано проведением специальных мероприятий, способствующих созданию аэробных условий и активизации углеводородоокисляющих процессов.

В табл. 8.2 приведены степени загрязнения земель, которые могут изменяться в пределах $\pm 25\%$ в зависимости от местных почвенно-климатических условий.

На сильно загрязненные участки для ускорения процесса биодegradации нефти вносят биологические препараты, имеющие разрешение государственных служб к применению. Использовать эти препараты следует согласно инструкции и по технологии, согласованной с местными органами Госкомзема.

На техническом этапе происходит выветривание нефти, испарение и частичное разрушение легких фракций, фотоокисление нефтяных компонентов на поверхности почвы, восстановление микробиологических сообществ, развитие нефтеокисляющих микроорганизмов, частичное восстановление сообщества почвенных животных. Часть компонентов превращается в твердые продукты, что улучшает водно-воздушный режим почвы. Аэрация и увлажнение почвы в значительной мере способствуют интенсификации этих про-

Таблица 8.2

Показатели степени загрязнения земель нефтью

Зона	Степень загрязнения	Содержание остаточной нефти в гумусовом гори-зонте почвы в первые недели после загрязнения, %	Степень отмирания растительности в следующем загрязненном вегетационном периоде
Полярно-тундровая, лесотундровая, северотаежная	Умеренная	< 0,5 – 1,0	Неполное
	Сильная	> 1	Полное
Среднетаежная, южнотаежно-лесная	Умеренная	< 3	Неполное
	Сильная	> 3	Полное
Лесостепная, степная, сухостепная	Умеренная	< 6	Неполное
	Сильная	> 6	Полное

цессов, снижению концентрации нефти и более равномерно ее рассеиванию.

Биологический этап включает две стадии: пробный посев трав и фитомелиорацию – внесение минеральных удобрений и посев устойчивых к загрязнению многолетних трав.

При умеренном загрязнении достаточно осуществить технический этап рекультивации в расчете на самоочищение почвы.

В южнотаежно-лесной и лесостепной зонах с тяжелыми суглинистыми почвами, для которых опасность ветровой эрозии невелика, необходимо провести рыхление, преимущественно отвальную обработку на глубину до 20 см. Эти участки остаются в течение технического этапа рекультивации в виде пара (пахотный участок без посева). Там, где рыхление может привести к появлению эрозии, на загрязненных нефтью участках проводят поверхностную обработку на глубину 8–10 см, оставляя необработанные полосы шириной 2–3 м поперек склонов или направлений господствующих ветров.

На протяжении технического этапа необходимо периодически проводить увлажнение загрязненных участков. В первую очередь это касается природных зон – степной и сухостепной. В зимний период в этих зонах необходимо осуществлять его задержание.

Время окончания технического этапа зависит от степени загрязнения и климатических условий. Ориентировочное время окончания первого этапа можно прогнозировать по данным табл. 8.3.

Таблица 8.3

Время загрязнения в текущем году	Окончание технического этапа
Зима	Первая весна через год после загрязнения
Весна	Весна следующего года
Лето	Весна следующего года
Осень	Первая весна через год после загрязнения

На биологическом этапе рекультивации вначале проводят пробный посев трав. Цель этого мероприятия – оценить остаточную фитотоксичность почвы, интенсифицировать процессы биодegradации нефти и улучшения агрофизических свойств почвы, уточнить сроки перехода к заключительной стадии рекультивации. Перед пробным посевом трав выполняют вспашку (на глубину загрязнения), рыхление и дискование. В подготовленную почву высевают бобовые культуры, возделываемые в данной зоне (горох, люпин, донник, сераделла и др.). Посев и уход за посевами осуществляют по технологии, принятой для данной почвенно-климатической зоны.

Если пробный посев трав дал всходы не менее чем на 75 % площади, спустя 1,5–2,5 года после загрязнения высевают многолетние травы. Предварительно проводят боронование, внесение минеральных удобрений, культивацию почвы. Внесение удобрений интенсифицирует жизнедеятельность микробных сообществ в почве и увеличивает биомассу растений, что в свою очередь способствует усилению процессов восстановления плодородных земель.

На почвах с повышенной естественной кислотностью ($\text{pH} < 6$) после завершения технического этапа рекультивации следует провести известкование. Необходимо учитывать, что органические вещества и микроэлементы, содержащиеся в нефти, при определенной трансформации и снижении концентрации до 300 мг нефти на 1 кг почвы могут быть стимуляторами роста растений и пищевыми компонентами для почвенного биогеноценоза.

На подготовленных участках проводят посев многолетних трав. Виды трав выбирают исходя из местных почвенно-климатических условий и рекомендаций зональной системы земледелия субъектов Российской Федерации.

Для контроля за восстановлением земель и качеством выращенной биомассы одновременно проводится посев тех же культур по аналогичной технологии на контрольном

(незагрязненном) участке в буферной зоне между зоной загрязнений и землями, используемыми для хозяйственных целей. Если зарастание на загрязненном участке составляет не менее 75 % площади земель по сравнению с контрольным участком, то рекультивационные работы считаются законченными и участок следует передать землевладельцу.

Зеленую массу возделываемых трав по окончании рекультивации использовать в кормовых целях не рекомендуется. Ее оставляют на рекультивируемом участке и используют в качестве сидерального удобрения; после обработки дисковыми луцильщиками зеленую массу запахивают.

8.4. ПРАВОВЫЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ АВАРИЙНОМ РЕМОНТЕ НЕФТЕПРОВОДОВ

Проблема охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов имеет важнейшее социальное и народнохозяйственное значение. С развитием промышленности влияние результатов человеческой деятельности на природу становится настолько значительным, что наносимый ей ущерб не всегда может быть восстановлен естественным путем без осуществления природоохранных и природовосстановительных мероприятий.

Основополагающими документами, определяющими решение правовых, экономических и организационных вопросов охраны окружающей природной среды (ОПС) при аварийном ремонте нефтепроводов и ликвидации последствий аварий, являются Закон Российской Федерации "Об охране окружающей природной среды", постановления Правительства РФ "Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия", "О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы", а также "Основные положения о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы", утвержденные Минприродой РФ и Госкомземом РФ.

Институтом ИПТЭР разработан руководящий документ "Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и за-

грязненных при аварийном и капитальном ремонтах магистральных нефтепроводов". Документ согласован с Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ и Комитетом РФ по земельным ресурсам и землеустройству. Инструкция устанавливает порядок выполнения работ по технической и биологической рекультивации земель, приведению земельных участков в первоначальное состояние согласно требованиям существующих законов и постановлений Правительства РФ. Документ предусматривает, что за порчу и уничтожение плодородного слоя почвы, невыполнение и некачественное выполнение обязательств по рекультивации нарушенных земель, несоблюдение установленных экологических и других стандартов, правил и норм при проведении работ, связанных с нарушением почвенного покрова, юридические, должностные и физические лица несут административную и другую ответственность, установленную действующим законодательством.

После завершения аварийных работ на нефтепроводе создается комиссия по осмотру земель с участием заинтересованных сторон, в том числе землевладельцев. Комиссия по результатам осмотра составляет "Акт осмотра земель, нарушенных и загрязненных при аварийном ремонте магистрального нефтепровода" и "Задание на составление проектно-сметной документации на рекультивацию земель, нарушенных и загрязненных при аварийном ремонте нефтепровода". Выбор состава показателей по контролю за загрязненностью и деградацией почв для разработки мероприятий по охране, повышению плодородия и рациональному использованию земель производится согласно ГОСТ 17.4.2.03–86 "Охрана природы. Почвы. Паспорт почв" и руководящему документу "Инструкция по контролю за состоянием почв на объектах предприятий Миннефтегазпрома". При этом требования к методам определения загрязняющих веществ устанавливаются по ГОСТ 17.4.3.03–85 "Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ". Оценка устойчивости почв к химическим загрязняющим веществам устанавливается по ГОСТ 17.4.3.06–86 "Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ".

Определение экономического ущерба, причиненного окружающей природной среде в результате аварийного разлива нефти, проводится по "Методике определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных

нефтепроводах". Методика разработана институтом ИПТЭР, согласована с департаментом государственного экономического контроля Минприроды РФ и утверждена Минтопэнерго РФ. Величина ущерба, определяемая по настоящей методике, включается в "Акт технического расследования отказов магистральных нефтепроводов" и используется при оформлении исков, претензий и рекламаций. Методика содержит расчеты общего объема нефти, вылившейся при аварии из нефтепровода, и масс нефти, загрязнивших землю, водные объекты и атмосферу; площадей загрязненных нефтью земель (почв) и водных объектов; ущерба за загрязнение нефтью каждого компонента окружающей природной среды и общей суммы платы за загрязнение ОПС. В связи с тем, что загрязнение ОПС при аварийных разливах нефти не подлежит нормированию, вся масса происшедших при этом выбросов углеводородов в атмосферу, растворенной в воде нефти и нефти, загрязнившей земли, должна учитываться как сверхлимитная.

Площадь, глубина загрязнения земель и концентрация нефти определяются на основании данных обследования земель и лабораторных анализов, проведенных на основании соответствующих нормативных и методических документов, утвержденных или разрешенных для применения Минприродой РФ и Госкомземом. Масса нефти, загрязняющей водные объекты, определяется суммированием массы растворенной и эмульгированной в воде нефти, значение которой соответствует предельной концентрации, и массы пленочной нефти на поверхности водного объекта. За массу веществ, загрязняющих атмосферу, принимается масса углеводородов, испарившихся со свободной поверхности разлившейся нефти. Расчет ущерба и платы за загрязнение атмосферного воздуха и поверхностных вод (вследствие разлива нефти) производится в соответствии с положениями постановления Правительства РФ "Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение ОПС, размещение отходов, другие виды вредного воздействия".

Расчет ущерба, причиненного рыбному хозяйству, осуществляется органами рыбоохраны в соответствии с "Временной методикой оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширения предприятий, сооружений и других объектов и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоемах", утвержденной Госкомприродой и Минрыбхозом РФ.