



# ПРИМЕНЕНИЕ СКИММЕРОВ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ДОКУМЕНТ

5



## Введение

Для ликвидации морских разливов нефти могут использоваться различные методы. Основным методом, признаваемым многими органами власти, является механическое устранение нефти с морской поверхности. Обычно это делается с помощью бонов для сосредоточения разлитой нефти и создания возможности для скиммера избирательно собирать нефть и перекачивать ее в накопительные баки. Имеется множество разновидностей скиммеров, конструкции которых оптимизированы для различных масштабов операций, типов нефтепродуктов и условий окружающей среды.

В настоящем документе описаны основные требования для успешного применения скиммеров в наиболее вероятных ситуациях при разливах нефти, и он должен рассматриваться вместе с другими документами ITOPF данной серии, в частности, с документами о применении бонов, методах очистки береговой линии и переработки нефти.

## Обзор

Конечная цель любой операции по ликвидации разлива состоит в том, чтобы собрать максимальное экономически целесообразное количество разлитой нефти. Успешная система сбора нефти должна решать несколько взаимосвязанных задач по локализации значительного количества разлитой нефти, ее последующему сдерживанию от распространения, сосредоточению, сбору, откачке и накоплению. В рамках такой операции по ликвидации разлива функции сбора и насосной перекачки нефти часто выполняются скиммером. Все скиммеры осуществляют сбор нефти вместо сбора воды, но их конструкции значительно отличаются согласно предполагаемому использованию - например, в открытом море, в защищенных от волнения водах или на суше. Скиммеры для применения на воде снабжены системами обеспечения плавучести или поддержки, а более сложные конструкции могут быть самоходными и снабжены несколькими системами забора нефти, встроенными баками для накопления нефти и сепараторами для отделения воды от нефти (Рис. 1).

При выборе скиммеров необходимо учитывать ряд факторов, важнейшими из которых являются вязкость и адгезионные свойства разлитой нефти (включая любое изменение характеристик нефти под воздействием выветривания с течением времени), а также волнение на море и количество мусора. В сравнительно предсказуемых ситуациях, таких как разливы на стационарных объектах, например, на морских нефтебазах и нефтеперерабатывающих предприятиях, вид нефти может быть заранее известен, поэтому может быть выбран скиммер подходящей конструкции. И наоборот, для отличающихся ситуаций и разливов разных видов нефти может быть предпочтительнее включить в государственные инвентарные запасы многофункциональный скиммер. Ни один конкретный вид скиммера не может быть пригоден для всех ситуаций, которые могут иметь место в результате разлива нефти, поэтому может потребоваться набор скиммеров для выборочного использования в зависимости от ситуации, в частности, при выветривании нефти (Таблица 1).

Необходимо определить предполагаемый характер использования и ожидаемые условия функционирования скиммера, например, должен ли скиммер быть встроен в смонтированную на судне систему сбора нефти на море или применяться вручную в порту или на побережье. После установления этих условий использования могут быть определены другие критерии, такие как размер, надежность, простота в эксплуатации, в обращении и техобслуживании.

*Изображение на обложке любезно предоставлено Ro-Clean Desmit Danish Navy.*



▲ Рис. 1: Самоходный водосливный скиммер, используемый в портах и прибрежных водах. Носовые ворота раскрываются, расширяя полосу захвата и открывая вход для плавающей нефти. Собранная нефть перекачивается во внутренний накопительный бак.

## Механизмы сбора нефти и конструкция скиммеров

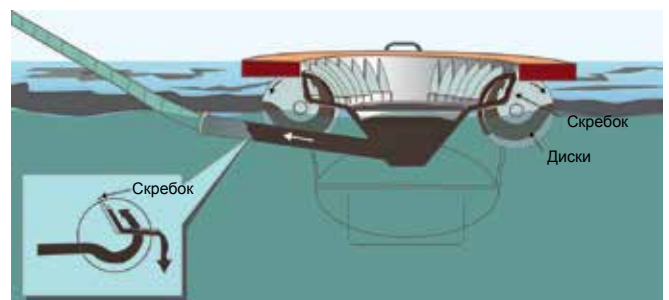
Заборное устройство скиммера отводит или собирает нефть с морской поверхности, направляя ее во входное отверстие в насосную систему для перекачки в накопительный бак. Механизмы отвода нефти с поверхности воды включают олеофильные системы, которые основаны на прилипанию нефти к движущейся поверхности, системах засасывания, гравитационных системах водослива и системах, которые поднимают нефть с поверхности с помощью механических черпаков, лент или ковшей.

### Олеофильные скиммеры

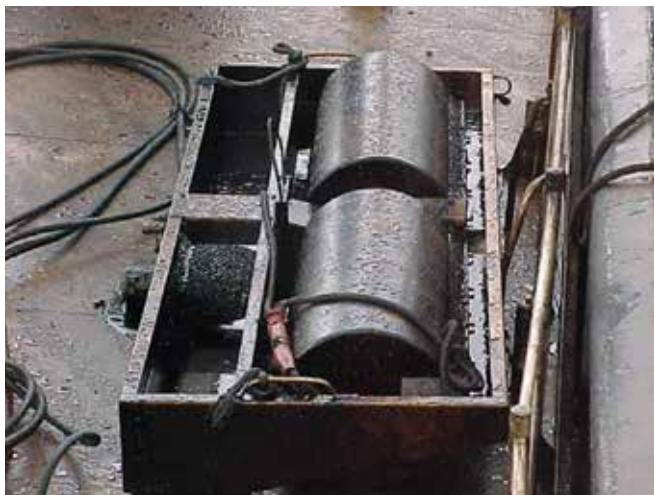
В олеофильных скиммерах применяются материалы, привлекающие нефть и отталкивающие воду. Нефть прилипает к поверхности материала, обычно в форме диска (Рис. 2 и 3), барабана (Рис. 4), ленты, щетки (Рис. 5) или трос-швабры (Рис. 6 и 7), которые при вращении поднимают нефть с поверхности воды. После освобождения от воды нефть счищается или выжимается из олеофильного материала и попадает в отстойный резервуар, из которого перекачивается в накопительный бак. Посредством использования олеофильных скиммеров обычно достигается максимальное соотношение количества собранной нефти и забранной отдельно или вместе с нефтью воды, известного как коэффициент забора нефти. Они наиболее эффективны

	Скиммер	Производительность сбора	Виды нефти	Морские условия	Мусор	Вспомогательное оборудование
Олеофильные	Дисковый	Зависит от числа и размера дисков. Испытания подтверждают высокую эффективность бороздчатых дисков.	Наиболее эффективны для средневязких нефтепродуктов.	При низком волнении и течении могут быть высоко избирательными с малым забором воды. Могут затопляться в неспокойных водах.	Могут забиваться мусором.	Требуется отдельная силовая установка, гидравлический рукав, выпускной рукав, насос и бак для хранения нефти.
	Трос-швабра	Зависит от количества и скорости тросов. Обычно низкая пропускная способность.	Наиболее эффективны для средневязких, но могут быть эффективны и для тяжелых нефтепродуктов.	Отсутствие или очень малый забор воды. Могут работать в неспокойных водах.	Способны выдерживать значительное количество мусора, льда и других засорений.	Малые установки с встроенной силовой установкой и накопительным баком. Для более крупных установок требуется вспомогательное оборудование.
	Барабанный	Зависит от количества и размера барабанов. Испытания подтверждают более высокую эффективность бороздчатых барабанов.	Наиболее эффективны для средневязких нефтепродуктов.	При низком волнении и течении могут быть высоко избирательными с малым забором воды. Могут затопляться в неспокойных водах.	Могут забиваться мусором.	Требуется отдельная силовая установка, гидравлический рукав, насос и бак для накопления нефти.
	Щеточный	Пропускная способность зависит от количества и скорости щеток. Производительность обычно средняя.	Разные размеры щеток для нефтепродуктов малой, средней и высокой вязкости.	Собирают относительно мало воды. Некоторые конструкции могут функционировать в неспокойных водах, другие затопляются волнами.	Эффективны при наличии мелкого мусора, но могут забиваться крупным мусором.	Требуется отдельная силовая установка, гидравлический рукав, выпускной рукав, насос и бак для накопления нефти.
	Ленточный	Малая - средняя производительность.	Наиболее эффективны для средне- и высоковязких продуктов.	Могут быть высоко избирательными с малым забором воды. Могут работать в неспокойных водах.	Эффективны при наличии мелкого мусора, но могут забиваться крупным мусором.	Могут доставлять нефть непосредственно в хранилище на веру ленты. Необходимо дополнительное оборудование для перекачки нефти с судна на берег.
Неолеофильные	С вакуумным засасыванием	Зависит от вакуумного насоса. Производительность обычно низкая или средняя.	Наиболее эффективны для мало- и средневязких нефтепродуктов.	Используются в спокойных водах. Малое волнение приводит к забору чрезмерного количества воды. Добавление водослива повышает избирательность.	Могут забиваться мусором.	Передвижные вакуумные установки и трейлеры обычно автономны и снабжены необходимой силовой установкой, насосом и баком для накопления нефти.
	Водо-сливный	Производительность может быть существенной и зависит от мощности насоса, вида нефти и пр.	Эффективны для мало-, средне- и высоковязкой нефти. Очень тяжелые нефтепродукты могут не протекать к водосливу.	В спокойной воде могут быть высоко избирательными с малым забором воды. Могут легко затопляться при увеличении забора воды.	Могут забиваться мусором, хотя некоторые насосы справляются с мелким мусором.	Требуется отдельная силовая установка, гидравлический рукав, выпускной рукав, насос и бак для накопления нефти. Некоторые скиммеры снабжены встроенными насосами.
	Ленточный	Производительность низкая или средняя.	Наиболее эффективны для нефти высокой вязкости.	Могут быть высоко избирательными с малым забором воды. Могут работать в неспокойных водах.	Эффективны при наличии мелкого мусора, но могут забиваться крупным мусором.	Как для олеофильного ленточного скиммера.
	Барабанный	Производительность средняя.	Эффективны для тяжелых нефтепродуктов	В спокойной воде могут быть высоко избирательными с малым забором нефти. Могут легко затопляться при увеличении забора воды. Могут затопляться волнами.	Как для водосливного скиммера.	Как для водосливного скиммера.

▲ Таблица 1: Типичные характеристики часто применяемых видов скиммеров. Выбор эффективного скиммера зависит от вида разлитого нефтепродукта. По мере выветривания нефти эффективность скиммера конкретной конструкции может изменяться с необходимостью перехода на альтернативную конструкцию для продолжения сбора нефти. Производительность сбора нефти принимается для однородного нефтяного пятна, не претерпевшего широкого распространения или рассеивания.



◀ Рис. 2 и 3: Малогабаритный олеофильный дисковый скиммер для сбора нефтепродуктов средней вязкости. Нефть прилипает к вращающимся дискам и счищается в отстойный резервуар для перекачки в приемный бак. Необходим соответствующий насос и гидравлический источник питания.



▲ Рис. 4: Олеофильный барабанный скиммер для сбора нефтепродуктов средней вязкости. Работает подобно дисковому скиммеру, то есть нефть прилипает к вращающимся барабанам и счищается в отстойный резервуар для перекачки в приемный бак.



▲ Рис. 5: Свободно плавающий щеточный скиммер. Нефть прилипает к вращающимся щеткам и снимается с поверхности воды. Гребень отводит нефть с щеток в приемный бак. Расположенный позади щетки пропеллер подталкивает плавающую нефть к скиммеру для повышения скорости забора нефти и пропускной способности (любезно предоставлено Lamor).



▲ ▶ Рис. 6 и 7: Горизонтальный и вертикальный олеофильные скиммеры с использованием канатов (трос-швабры). Переплетенные сорбирующие петли образуют плавающую швабру, к которой прилипает нефть. Швабра оттягивается назад на барабан, и нефть выжимается в накопительный бак. Скиммеры по типу трос-швабры полезны для сбора нефти среди мусора, льда и других видов засорения.



при сборе нефтепродуктов средней вязкости от 100 до 2000 сентистоксов. Маловязкие нефтепродукты, такие как дизельное топливо и керосин, не скапливаются на олеофильных поверхностях достаточно толстым слоем, что не позволяет достичь высокой эффективности забора. Нефтепродукты с более высокой вязкостью, такие как бункерное топливо, являются очень липкими и с трудом поддаются удалению с поверхности заборного устройства. Водонефтяные эмульсии, наоборот, могут быть почти нелипкими и трудно поддаются забору олеофильными скиммерами некоторых конструкций, например, дисковые скиммеры проходят сквозь эмульсию вместо ее забора. Олеофильные устройства обычно изготавливаются из полимерных материалов, хотя была доказана эффективность и металлических поверхностей. Доказано, что диски и барабаны с бороздчатыми поверхностями обеспечивают более высокую производительность забора нефти, чем аналогичные устройства с гладкой поверхностью\*.

### Засасывающие скиммеры

С теоретической точки зрения простейшей конструкцией является засасывающее устройство, в котором сбор нефти осуществляется насосами или вакуумными системами непосредственно с поверхности воды. В частности, передвижные вакуумные установки, объединяющие устройства для сбора, накопления, транспортировки и разделения нефти и воды обычно легкодоступны вблизи от места разлива - либо по коммерческим каналам, либо через муниципальные или сельскохозяйственные организации, и в таком виде идеально пригодны для сбора нефти на берегу или в прибрежной зоне (Рис. 8). Предлагаются также устройства меньших размеров и большей

\*Источник: Оптимизация поверхности забора нефти олеофильных скиммеров: Полевые испытания на объекте Ohmsett Facility, V. Broje, A. Keller, Школа Bren по научным и управленческим вопросам экологии, Университет шт. Калифорния, Санта-Барбара, Калифорния, 36 стр., июнь 2006.



▲ Рис. 8: Благодаря широкой доступности вакуумных систем эти устройства идеально подходят для сбора нефти в прибрежной зоне и на берегу.



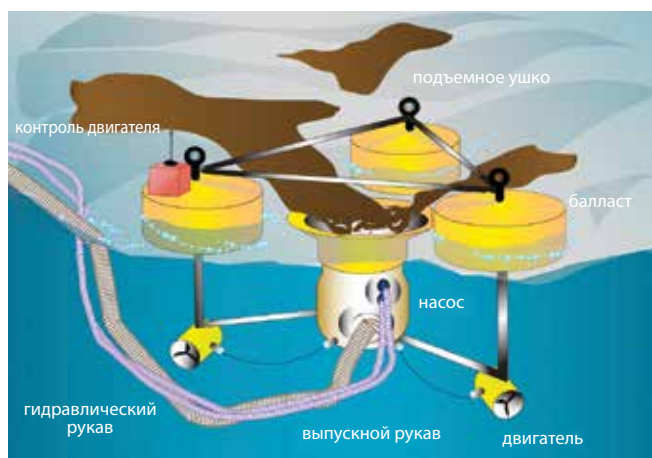
▲ Рис. 9: Мобильные вакуумные системы могут облегчить сбор нефти на песчаных пляжах и скалистых береговых линиях. Компактная система позволяет работать на труднодоступных участках, хотя возможности накопления собранной нефти ограничены.



▲ Рис. 10: Рабочие размещают рукав, соединенный с вакуумным насосом, непосредственно в нефтяной слой. В этом случае небольшая водосливная приставка была снята, чтобы дать возможность вязкой топливной нефти затечь в рукав. В результате забор воды может увеличиться.



▲ Рис. 11: Фиксированный водосливный скиммер, прикрепленный к вакуумному насосу. Ряд небольших впусков по краю головки обеспечивает избирательный сбор нефти. Для применения в спокойной воде с минимальным количеством мусора (любезно предоставлено Lator).



◀ Рис. 12 и 13: Водосливный скиммер избирательно забирает нефть под действием силы притяжения поверх центрального водослива, расположенного непосредственно под верхней поверхностью пятна, в центральный резервуар, откуда она перекачивается в накопительный банк.



▲ Рис. 14: Импровизированный водосливный скиммер, построенный из пластиковых бутылок и металлических обрезков, прикрепленный к вакуумному насосу. Это устройство обеспечивает первичный сбор нефти и может регулироваться путем снятия или добавления бутылок.



▲ Рис. 15: Ленточный скиммер, установленный на большом судне. Лента, изготовленная из сетки, позволяет отток воды и способствует прилипанию нефти. Нефть поднимается на борт и очищается в накопительный бак.



▲ Рис. 16: Переходник ленты добавлен для повышения пропускной способности базового водосливного скиммера в высоко эмульгированной топливной нефти. Высокая вязкость нефти препятствует ее протеканию к кромке и поверх кромки водослива. Вместо этого зубчатый переходник ленты захватывает нефть, повышая эффективность сбора. Энергия сцепления нефти заставляет остающуюся нефть протекать к скиммеру (любезно предоставлено Ro-Clean Desmi/Danish Navy).

мобильности (Рис. 9). Простейший метод сбора нефти – это погружение приемного рукава с сетчатым экраном для блокирования прохода мусора непосредственно в плавающую или оказавшуюся на мели нефть (Рис. 10). Во время этой операции наряду с нефтью может быть забрано большое количество воды. Если это допускается нормативами и имеется необходимое оборудование, то излишек воды должен быть слит из отстойного резервуара для оптимального использования накопительного бака для нефти.

## Водосливные скиммеры

Более высокой избирательности при сборе нефти иногда можно достичь путем присоединения к приемному рукаву водосливного устройства (Рис. 11). При использовании водосливных скиммеров избирательный забор нефти с водной поверхности обеспечивается действием силы притяжения. При размещении края водосливного устройства на поверхности раздела плавающей нефти и воды или чуть ниже этой поверхности нефть протекает по водосливу и собирается вместе с минимальным количеством

воды. Современные типы водосливных скиммеров снабжены регулируемыми водосливными устройствами, точное вертикальное позиционирование которых достигается путем автоматического выравнивания (Рис. 12 и 13). Водосливные скиммеры также могут представлять собой очень простые по конструкции устройства (Рис. 14), хотя в этом случае количество собираемой воды может быть выше. Ни один из видов водосливных скиммеров не эффективен при крутых волнах, хотя само по себе волнение обычно не мешает работе скиммера. Для исключения потери энергии на трение в перекачивающих рукавах некоторые водосливные скиммеры снабжаются бортовым насосом, чтобы собранная нефть прокачивалась по рукаву, а не только засасывалась.

## Другие виды скиммеров

Конструкция других скиммеров модифицирована для того, чтобы они лучше справлялись с волнами в условиях бурного моря. Например, вращающиеся в восходящем направлении ленты могут частично погружаться под поверхность раздела нефти и воды для снижения воздействия поверхностных волн. При подъеме ленты над поверхностью нефть счищается с ленты и помещается в резервуар или другой контейнер. Ленты могут быть изготовлены из описанного выше олеофильного материала, обеспечивающего прилипание нефти к отдельным элементам вращающейся щетки (Рис. 5), звену цепи или сетке (Рис. 15). В других конструкциях на ленте закрепляются черпаки или лопасти, помогающие поднимать нефть с поверхности воды. Некоторые ленточные конструкции могут включать комбинацию таких элементов. В скиммерах другой конструкции ленты вращаются в нисходящем направлении и проталкивают нефть под воду, а затем захватывают ее при повторном выходе на поверхность на участке сбора позади ленты, где нет волнения.

Локализованные потоки воды, вызываемые вращающимися дисками, лентами и барабанами, могут быть достаточными для того, чтобы обеспечить отток нефти с малой и средней вязкостью к скиммеру сразу после начала его работы. Конструкция с дисками или лентами с зубцами для захватывания нефти может улучшить подачу и затягивание в скиммер более вязких нефтепродуктов. Некоторые конструкции водосливных скиммеров включают взаимозаменяемые приспособления для продления их использования по мере выветривания нефти и повышения ее вязкости (Рис. 16). Существует конструкция, предназначенная для сбора очень тяжелых нефтепродуктов, которая включает вращающийся барабан или цилиндрическую сетку и позволяет удерживать нефть внутри сетки,



▲ *Рис. 17: Механический барабанный скиммер, эксплуатируемый на территории порта. Зубцы на вращающемся барабане привлекают нефть к устройству, где она собирается в барабане и перекачивается в накопительный бак. Барабан изготовлен из сетки для минимального забора воды.*

в то время как вода стекает через нее (Рис. 17). Очень высокая вязкость некоторых нефтепродуктов или эмульсий может в конечном итоге помещать их подаче к устройству, и продолжение сбора продукта будет возможно только в случае, если предусмотрена некоторая движущая сила, позволяющая скиммеру приблизиться к нефти, или если нефть будет подталкиваться к скиммеру.

Было разработано несколько систем скиммеров для использования при быстром течении или при высоких скоростях буксировки. Обычно применяемый подход состоит в увеличении пространства за собирающей апертурой, что приводит к снижению скорости воды и нефти при заборе в скиммер и к всплыванию нефти на поверхность, так что становится возможен её сбор. Для того чтобы быть эффективными, такие системы должны справляться с большим объемом быстротекучей воды и возникающей при этом турбулентностью.

## Ограничения при сборе нефти

Как и при использовании многих других методов ликвидации разливов нефти, успешный сбор нефти механическим методом ограничивается такими факторами, как неблагоприятные погодные условия, вязкость нефти и воздействие течений и волн. Распространение и фрагментация нефтяного пятна ограничивают количество нефти, которое можно собрать в рамках определенного периода времени, обозначаемого термином “скорость забора”. Аналогично, способность системы избирательно собирать нефть может иметь большое значение в случае ограниченной вместимости бака для накопления нефти. Дополнительным ограничивающим фактором является мощность насоса, влияющая на расстояние, на которое нефть может быть перемещена для помещения в накопительный бак. Пропускная способность, коэффициент забора нефти и производительность сбора нефти – это выявленные при испытаниях рабочие характеристики, от которых зависит потенциальная эффективность системы сбора. Каждая из этих характеристик существенно зависит от показателя скорости забора.

## Скорость забора нефти

Показатель скорости забора нефти имеет два компонента: это площадь акватории, на которой работает скиммер, зависящая от полосы захвата, т.е. отрезка, на котором собирается нефть, и скорости продвижения системы сбора; и степень распространения

и фрагментации нефтяного пятна. В открытом море большие пятна свежеразлитой нефти при приемлемых условиях могут быть собраны без их сосредоточения, если слой нефти остается достаточно толстым, сцепленным и однородным (Рис. 18). В таких ситуациях нефтесборная способность скиммера может быть ограничена лишь его пропускной способностью, а также наличием подходящих резервуаров достаточного объема для накопления нефти. По этой причине быстрая мобилизация оборудования составляет важный фактор, обеспечивающий наиболее эффективную работу скиммеров в свежеразлитой нефти.

Основная причина, по которой заявляемая производителями скиммеров эффективность сбора нефти часто не является достижимой, состоит в склонности нефти к распространению, фрагментации и выветриванию после разлива (Рис. 19 и 20). Опыт многочисленных разливов неуклонно подтверждает, что нефть не сохраняет достаточной сосредоточенности для достижения эффективности сбора, возможной в условиях испытаний. В этой связи результаты испытаний могут быть недостоверными и должны использоваться только для сравнительных целей.

После распространения нефти эффективность системы сбора в большой степени зависит от скорости забора. Скорость забора определяется такими факторами, как скорость судна, эффективная полоса захвата, а также толщина и степень рассеивания нефтяного слоя. Два последних показателя определяются факторами, которые мало поддаются контролю: скоростью распространения, истекшим временем, погодными условиями, видом нефти и степенью ее эмульгирования. В свою очередь, полоса захвата и скорость судна могут варьироваться с учетом некоторых ограничений. Например, скорость забора нефти часто можно повысить посредством использования бона, который обеспечивает более широкую полосу захвата, а также сосредотачивает и сдерживает плавающую нефть для последующего сбора. В этой связи стратегия применения бонов в значительной степени определяет метод эксплуатации многих скиммеров. В частности, когда система сбора статична по отношению к движению воды, работа большинства скиммеров ухудшается из-за тенденции плавающей нефти утекать с участка сдерживания бонами при скорости течения выше 0,35-0,5 м/с (0,7-1 узел). Это ограничение частично преодолевается некоторыми видами самоходных скиммеров, в которых лента или сорбентная швабра, обычно размещаемая между корпусами катамарана, вращается таким образом, что ее скорость во время движения судна относительно плавающей нефти существенно снижается или падает до нуля. Это также дает дополнительное преимущество, снижая турбулентность в нефти и, следовательно, уменьшая вероятность ее эмульгирования.

Необходимость в широкой полосе захвата в некоторой степени компенсируется склонностью нефти к образованию полос в море - нефть собирается в узкие ленты, параллельные направлению ветра. Такие нефтяные пятна могут быть собраны с помощью устройства сбора со сравнительно узкой полосой захвата и, в идеале, по наводке самолета-корректировщика. Повышенная концентрация и толщина нефти в пределах полос и тот факт, что вода между полосами относительно свободна от нефти, означают возможность достижения скорости забора, сравнимой со скоростью при заборе устройством с большой шириной захвата.

На ограниченных пространствах, таких как порты, пристани для судов, внутренние и прибрежные водные пути, показатель скорости забора нефти еще более зависит от наличия препятствий: корпусов судов, свайных сооружений и других объектов инфраструктуры портов, скал, мусора, а также от выброса нефти на мелководье или на берег. Слой нефти достаточной толщины, прибитый к естественным барьерам, например, волноломам и другим элементам береговой линии, может быть легко собран, однако, при перемещении нефти с места на место способность скиммеров следовать за нефтью может быть ограничена.



▲ Рис. 18: Судно-участник операции сбора нефти, расположенное в большом однородном пятне толстого слоя нефти, обеспечивает высокую эффективность использования ресурсов.



▲ Рис. 19: По мере распространения и фрагментации нефти скорость забора снижается, требуя больших усилий для ее сбора.



▲ Рис. 20: После нескольких недель в море произошло выветривание и фрагментация нефти на пятна диаметром в один метр и менее (отмечены кружком) и смолистые шарики, разбросанные по большой территории, что привело к существенному снижению эффективности сбора нефти. В этой точке реагирования на аварию суда по сбору нефти должны были быть демобилизованы, т.к. продолжение операций может не быть эффективным.

По мере уменьшения количества нефти на поверхности моря по причине испарения, дисперсии или других процессов выветривания, а также по причине сбора основного количества разлитой нефти, скорость забора также снижается с достижением уровня, когда требуется принять решение о прекращении использования скиммеров.

## Эксплуатационные показатели

Ряд эксплуатационных показателей скиммерных систем может быть установлен при проведении испытаний в экспериментальных резервуарах. Важным определяющим фактором общей работы системы является коэффициент забора нефти, т.е. количественно измеряемая избирательность в пользу забора нефти, а не воды. Данный показатель рассчитывается как отношение количества собранной нефти к общему количеству собранной смеси нефти и воды.

Пропускная способность – показатель, используемый для сравнения количества собранной и обнаруженной нефти, следовательно, отражает утечку нефти через сдерживающий барьер и само устройство. Пропускная способность обычно снижается с повышением скорости эксплуатации и усилением волнения моря, особенно с увеличением высоты волн и, что более важно, с уменьшением длины волн и при беспорядочном волнении на море. Другими словами, при повышении скорости устанавливается компромисс между снижением пропускной способности и повышением скорости забора.

Волны вызывают потерю нефти, удерживаемой внутри бона в результате разбрызгивания нефти или по причине плохих характеристик следования волнам, приводящих к образованию мостиков между гребнями волн. Аналогичным образом, неспособность скиммера (особенно водосливных моделей) осуществлять забор на оптимальной поверхности раздела нефти и воды часто приводит к забору большого количества воды. Кроме того, турбулентность, вызываемая перемещением скиммера относительно волн, может приводить к утечке нефти под скиммером. В идеальном случае устройство сбора нефти должно иметь малые размеры и малую массу, позволяющие точно следовать движению волн. Устройства, которые жестко прикрепляются к судну или встраиваются в него и таким образом не способны к независимому перемещению, менее эффективны при повышенном волнении моря, так как они могут выйти из фазы с водной поверхностью. С другой стороны, мало вероятно, что даже сильное волнение негативно повлияет на работу скиммера, если длина волн достаточно велика.

Следующим представляющим интерес параметром является производительность сбора нефти – количество нефти, которое скиммер собирает за единицу времени, например, м<sup>3</sup>/час. Производительность сбора нефти является производением скорости забора нефти и пропускной способности при условии, что все составляющие системы (в частности, насосы и бак для накопления нефти) имеют достаточную мощность для забора с данной скоростью и пропускной способностью. Максимальная производительность насоса, скорректированная на стандартную вязкость нефти и потерю напора, часто рассматривается в качестве единственного показателя пропускной способности скиммера и также известна как номинальная мощность. При очевидной важности данной характеристики должны также рассматриваться и другие показатели, такие как, например, количество несобранной нефти и количество воды, собранной вместе с нефтью. Общее качество работы системы должно оцениваться по комбинации мощности насоса, производительности сбора нефти и коэффициента забора, которые в совокупности определяют уровень сбора нефти и количество попутно собранной воды.

## Вязкость нефтепродуктов

Вязкость нефтепродуктов составляет основное ограничение эффективности большинства нефтесборных устройств. Нефтепродукты с высокой температурой застывания, включая



некоторые виды тяжелой сырой и топливной нефти, обычно не растекаются с легкостью. При температуре окружающей среды ниже температуры застывания нефть приобретает полутвердое состояние, и ее сложно направить к скиммеру, а значит, трудно собрать.

На вязкость влияет также склонность многих нефтепродуктов к образованию водонефтяных эмульсий, что приводит к увеличению общего объема загрязнителя в три-четыре раза или более. При образовании эмульсий сильно возрастает и вязкость, часто она достигает значений порядка 100 000 сентистоксов (сСт) и выше. В некоторых случаях решением этой проблемы может быть вливание и перемешивание дезэмульгаторов или химических реагентов для разрушения эмульсий. Это облегчает откачку загрязнителя при одновременном снижении требуемого для накопления объема.

Факт повышения вязкости с течением времени в результате выветривания нефти требует постоянной переоценки стратегии ликвидации разлива, включая выбор наиболее приемлемой конструкции скиммера и насоса. Например, олеофильные скиммеры эффективны для забора свежеразлитой нефти, которая не претерпела значительного выветривания. С увеличением вязкости и возможным примешиванием мусора сбор нефти становится менее эффективным, и необходима замена скиммеров на, например, водосливные, использующие винтовые насосы с резаками для мусора (см. лицевую сторону обложки). В конечном итоге использование любого вида скиммера может стать неэффективным, и потребуются применение черпаков (механических грейферных ковшей) или экскаваторов (Рис. 21). Рыболовные и другие суда, оснащенные кранами для управления сетями, обычно можно легко приспособить для применения черпаков. Черпаки и экскаваторы обычно легкодоступны, но такой способ сбора нефти требует значительного времени, и при недостаточном тщательном управлении возможен забор большого количества воды. Одним из самых простых и наиболее эффективных способов сбора высоковязких и полутвердых нефтепродуктов - это применение ручных черпаков с малых рыболовных судов (Рис. 22). Вода вытекает через высверленные в черпаках отверстия, а нефть перекладывается в бочки или мешки емкостью в 1 т. на борту судна.

## Насосы, рукава, шланги и силовые установки

Этап откачки часто определяет общее качество работы скиммера, поскольку все насосы теряют свою эффективность, хотя и в разной степени, при повышении вязкости нефти. Обычно наиболее приемлемыми для откачки собираемой нефти являются поршневые насосы. Центробежные насосы имеют ограничения по вязкости откачиваемой нефти, а также способствуют образованию водонефтяных эмульсий. Некоторые специальные насосы, включая предназначенные для подачи бетона и суспензии, а также насосы, основанные на принципе архимедова винта, имеют очень высокую стойкость к высоковязкой нефти, но при этом ограничивающим фактором может стать внутреннее сопротивление выпускных рукавов. Как правило, количество воды, забираемой с нефтью, должно быть минимальным для оптимизации использования емкостей для накопления и снижения затрат на последующую обработку. С другой стороны, при высокой вязкости нефтепродуктов забор воды может иметь преимущества благодаря снижению противодавления, испытываемого от сопротивления нефти при откачке, и мощности, необходимой для прокачки на определенное расстояние. Помимо этого, снижается износ комплектующих изделий (Рис. 23). В подобных случаях могут быть удобны скиммеры, которые благодаря своей конструкции забирают большое количество воды, при условии наличия достаточного объема для хранения и возможности последующего слива воды. Для улучшения оттока нефти может быть полезно использовать паровой обогрев насосов и рукавов, устраняющий закупоривание. Существенное падение входного давления насоса было продемонстрировано путем использования водонагнетательного кольца, когда закачиваемая вода действует



▲ Рис. 21: Применение экскаватора для сбора высоковязкой топливной нефти. Концентрация собираемой нефти была повышена выдачей оператору инструкции о том, чтобы короткое время удерживать ковш над поверхностью, давая стечь забранной воде. Это снизило затраты на последующую утилизацию за счет эффективности сбора.



▲ Рис. 22: Рыбак использует сетчатый черпак для сбора небольших сгустков высоковязкой топливной нефти.



▲ Рис. 23: Разрыв рукава, вызванный чрезмерным внутренним давлением от прокачки высоковязкой нефти (любезно предоставлено NOFO).

как смазывающая среда между нефтью и стенками рукавов (Таблица 2). Применение выпускных рукавов меньшей длины и/или большего диаметра, если таковые имеются в наличии, может также способствовать эффективности откачки.

Перекачивающие и гидравлические рукава должны снабжаться устройствами обеспечения плавучести для предотвращения оказания сопротивления на скиммер, от которого он может оказаться в неправильном положении. Поплавки также способствуют существенному снижению загрязнения рукавов и опасности их задевания о винт судна. Все рукава, включая гидравлические шланги, могут при их замазливании быть трудны в обращении и должны снабжаться простыми, но эффективными соединительными муфтами. Набор переходников может оказаться полезным для соединения шлангов разного диаметра и различных соединительных элементов.

Конструкция многих скиммеров включает специальную силовую установку для откачки и, где необходимо, для привода устройств забора системы. Например, дизельная силовая установка может использоваться непосредственно или для привода электрических, гидравлических или пневматических систем. Все силовые установки, кроме двигателей внутреннего сгорания, могут создаваться с соблюдением требований безопасности для нефтеперерабатывающих предприятий, резервуарных парков и других зон ограничения, где существует риск пожара или взрыва. При откачке высоковязких нефтепродуктов может потребоваться работа силовой установки на полной мощности, поэтому важно использование блоков питания, соответствующих полному диапазону режимов насоса.

## Накопление

Накопление собранной нефти и нефтесодержащей воды часто составляет существенный ограничивающий фактор всей операции. Для многих судов возможности бортового накопления ограничены, особенно для судов, не оборудованных специально для сбора нефти (Рис. 24), и баки могут быть быстро заполнены при разливе большого количества нефти. Для концентрирования собираемой нефти и оптимизации использования ограниченной емкости для накопления может быть использован сепаратор нефти и воды. Использование простого разделения под действием силы тяжести в отстойных резервуарах обычно бывает достаточным, однако, возможность сливать отделенную воду может ограничиваться местными нормативными требованиями. Суда с возможностями накопления больших объемов жидкости (Рис. 25) или с соответствующими

средствами разделения нефти и воды способны проводить больше времени в море при сборе нефти, но по причине большого размера могут быть недостаточно маневренными во многих ситуациях, особенно вблизи берега.

Сбор нефти может быть оптимизирован путем использования специально предназначенных для этой цели барж и танкеров для приема собранной нефти. Возможен и вариант применения специально сконструированных плавучих средств для временного накопления, например, надувных барж (Рис. 26). При сильном волнении моря важно учесть потенциальную возможность затопления или выхода из строя таких судов. "Драконы", надувные камеры или другие закрытые накопители должны использоваться с осторожностью ввиду возможных трудностей с их последующим опорожнением и очисткой. В конечном итоге потребуются выгрузить собранную нефть на берег в соответствующий резервуар или другой накопительный бак поблизости от пристани с предоставлением соответствующего оборудования для разгрузки. В тех случаях, когда суда не оснащены обогреваемыми резервуарами-накопителями, использование мобильных нагревательных катушек может облегчить последующую откачку по трубам и шлангам в хранилище, благодаря чему снижается время оборота судов и возможно быстрое возобновления операций по сбору (Рис. 27).

Отсутствие местного резервуара для накопления собранной нефти на берегу или вблизи берега также может быть ограничивающим фактором, в связи с чем часто бывает предпочтительной непосредственная выгрузка в автоцистерны для последующего вывоза. Как отмечалось выше, вакуумные автоцистерны, используемые для промышленных целей, полезны для выполнения многих операции по сборке нефти. Промежуточное решение могут предлагать мобильные резервуары-накопители, скипы или ямы с облицованной поверхностью, расположенные выше отметки уровня полной воды (Рис. 28). Для их конструкции до проведения строительства может потребоваться разрешение местных властей. В плане строительства должна быть предусмотрена возможность слива сепарированной воды.

Оборудование	Давление на выходе (фунт/кв.дюйм)	Расход (м <sup>3</sup> /час)
Насос в отдельности	181	4,5 – 5,9
Насос с закачкой воды	7 – 9	46,7 – 58,2

▲ Таблица 2: Улучшение прокачиваемости путем закачки воды на входе и выходе насоса, приводящее к 95%-ному снижению давления на выходе и 10-кратному повышению расхода. Нефть с вязкостью 210 000 сСт была прокачана по шлангу длиной 92 метра с использованием набора винтовых насосов. (Источник: Сбор плавучей тяжелой нефти – Анализ текущего состояния, Береговая охрана США, Научно-исследовательский центр/David Cooper, SAIC Канада, 27 июля 2006)



▲ Рис. 24: Рабочее судно с ограниченной емкостью для хранения нефти на палубе.



▲ Рис. 25: Собранная высоковязкая нефть в накопительном баке на борту нефтесборщика (любезно предоставлено NOFO).



▲ Рис. 26: Барабанный скиммер собирает нефть в надувную баржу-накопитель.



▲ Рис. 27: Мобильный нагревательный змеевик, используемый для облегчения перекачки вязкой нефти с судна на берег.



▲ Рис. 28: Эмульгированная топливная нефть, собранная с береговой линии скиммерами и насосами в емкости для временного накопления, размещенными на береговых скалах.

## Эксплуатация скиммеров

### Сбор нефти в море

При планировании ликвидации последствий аварийной ситуации должен быть учтен полный спектр требований по техническому обеспечению для осуществления сбора нефти в море. Для оптимальной эффективности операции необходимо участие разведывательных самолетов, определяющих участки с наиболее толстым слоем разлитой нефти и направляющих туда суда для сбора нефти. Специально оборудованные суда, с которых разворачиваются боны и скиммеры, должны предоставляться в кратчайшие сроки до того, как нефть распространится и фрагментируется на отдельные пятна, трудно поддающиеся сбору. Для координации мероприятий с воздуха необходимо, чтобы самолеты были оборудованы системой связи воздух-море для поддержания прямого контакта с судами и быстрого реагирования на изменяющиеся условия. Необходима достаточная емкость для накопления собранной в море нефти, соответствующая ожидаемой производительности сбора, и, как отмечалось выше, на берегу также должны быть предусмотрены средства для ее приема.

Трудность в своевременном обеспечении всех этих компонентов приводит к тому, что лишь в редких случаях собирается более десяти процентов разлитой в море нефти, и нормой является гораздо более низкий процент, несмотря на привлечение во многих аварийных ситуациях значительного числа судов для сбора нефти.

Для сосредоточения плавающей нефти в море применяются боны, разворачиваемые в виде U-, V- или J-образной конфигурации, обычно с использованием двух судов. Нефтесборное устройство либо спускается с одного из судов (Рис. 29), либо буксируется в составе схемы бонового заграждения (Рис. 30). Скиммер должен удерживаться на участке с максимальной толщиной нефтяного слоя, но контакта между скиммером и боном следует избегать для защиты бона от трения и других механических повреждений. Отражение волн от крупногабаритных скиммеров может мешать течению нефти к устройству забора. Необходимо обеспечить умелое управление оборудованием вместе с проведением постоянных корректировок при изменяющихся условиях. Умение, необходимое для буксировки бонов с малой скоростью, достигается с опытом работы на разливах и при регулярных практических учениях. На практике поддержание требуемой конфигурации



▲ Рис. 29: Бон, буксируемый в U-образной конфигурации, со спущенными с главного нефтесборщика скиммерами.



▲ Рис. 30: Судно с ленточным скиммером, спущенным с бонном, и буксировочные суда в V-образной конфигурации.



◀ Рис. 31: Система сбора с одним судном, включающая надувной бон, прикрепленный к выносной стреле, и высокопроизводительный свободно плавающий водосливный скиммер, смонтированный на судне береговой охраны. Высокий надводный борт обеспечивает возможность спуска с подветренного борта в более спокойных водах (любезно предоставлено Береговая охрана США).



▲ Рис. 32: Встроенная система сбора нефти с одного судна. Бон, размещенный в отсеке по борту судна, разворачивается через отверстие с помощью бортового крана. Это отверстие также помогает собрать увлеченную нефть с помощью бортового скиммера, имеющего в данном примере шесть комплектов щеток в конвейерной схеме (любезно предоставлено Lator).

системы сбора с участием нескольких судов может быть проблематичным, прежде всего, из-за трудности координации между судами, участвующими в операции. Альтернативным решением является объединение функций сосредоточения, сбора и накопления нефти в рамках одного судна с использованием гибкой или жесткой схемы захвата.

Гибкие системы применяют бон, прикрепляемый к выносной стреле (Рис. 31). При слишком широкой полосе захвата эта система может быть повреждена при штормовой погоде или большим накате волн с возможным ограничением маневренности, что сильно усложняет управление ею с судна. В таких системах скиммер размещается в вершине конфигурации бона, где нефть наиболее сконцентрирована; скиммер может быть как свободно плавающим, так и встроенным в борт судна с соответствующим отверстием для поступления нефти (Рис. 32). Жесткие системы включают неподвижный плавающий барьер или выметающую стрелу, выпускаемую с судна краном или гидравлическими рычагами (Рис. 33). Скиммер, обычно водосливной или щеточный, в зависимости от собираемого нефтепродукта, встроен в рычаг близко от судна, чтобы облегчить сбор нефти. Сравнительная легкость в эксплуатации и простота конструкции – это главные факторы,

обеспечивающие успешную работу жестких нефтесборных систем. Гибкие и жесткие системы могут использоваться специально для этой цели предназначенных судов или других судов, оснащенных соответствующим оборудованием. В идеальном варианте судно, используемое как рабочая платформа, должно иметь необходимое спуско-подъемное оборудование и достаточную маневренность для быстрого принятия и поддержания необходимого положения относительно направлению ветра и течений. Большие открытые палубы буксировочных судов для установки якорей (AHTS) и судов снабжения платформ (PSV) обеспечивают удобство хранения, спуска-подъема, развертывания, обслуживания и очистки оборудования. Тем не менее, практика показывает, что открытые палубы таких судов в штормовых условиях несут опасность для судовой команды. Другие типы судов с малой высотой надводного борта могут представлять аналогичные проблемы при больших количествах воды и нефти, намываемых на борт при сильном волнении моря (Рис. 33).

Некоторые виды судов показали свою особую эффективность для сбора больших объемов плавающей нефти. В частности, большие емкости для накопления, предлагаемые землечерпалками, каботажными танкерами и нефтеналивными баржами-



▲ Рис. 33: Жесткая выметающая стрела для сбора нефти, закрепленная с помощью гидравлического крана на судне. Низкий надводный борт и высокий накат волн создали опасные условия на палубе для судовой команды (любезно предоставлено WSA Cuxhaven).



▲ Рис. 34: Самоходный водосливный скиммер собирает нефть в укрытой скалистой бухте. Малая осадка судна позволяет работать близко к берегу. Операторы помогают, подгоняя нефть в выпуск водослива.



▲ Рис. 35: Самоходное судно, обычно используемое для сбора мусора в порту. В этом случае низкая температура и относительно высокая точка застывания нефти сделали нефть полутвердой, что потребовало сбора черпаками с выгрузкой в плавучий шкип.

заправщиками, обеспечивают более длительное пребывание в море между выгрузками собранной нефти. Относительно высокий надводный борт этих и других видов судов может быть полезен при сборе нефти с подветренного борта (Рис. 31), хотя спуск оборудования с большой высоты может быть проблематичным в связи с возможным сносом ветром. Высокопроизводительные насосы, которыми обычно оснащены такие суда, и обогревательные змеевики, которыми часто оборудованы резервуары хранения, способствуют откачке собранной нефти. В случае применения землечерпалок в некоторых обстоятельствах возможно использование труб и черпаков драги непосредственно в нефти - неизбежный характер и большой диаметр труб этих систем снижают опасность блокировки мусором и сильно эмульгированной нефтью.

## Сбор нефти в прибрежной зоне и на берегу

Самоходные скиммеры могут с удовлетворительным эффектом использоваться в спокойных водах портов, гаваней и других

защищенных от волнения водах (Рис.34 и 35), где они параллельно могут выполнять еще одну функцию, например, сбор мусора. Такие суда часто составляют неотъемлемый элемент плана подготовки к аварийной ситуации нефтяных терминалов и нефтеперерабатывающих заводов, где риск загрязнения и вид нефти могут быть известны заранее и планирование ликвидации разлива может быть относительно простым. Сконструированные для специальных целей самоходные скиммеры являются сравнительно дорогими, но они эффективны в закрытом пространстве, особенно когда доступ с берега нецелесообразен.

Для мобильных скиммеров применение мелкосидящих судов предоставляет оптимальную рабочую платформу для прибрежной зоны (Рис. 6). В таких случаях на борту можно разместить мобильные крупнообъемные канистры (IBC) для приема нефти. При этом необходимо соблюдать осторожность и следить за тем, чтобы объем накопленной нефти, а также наличие силовых установок и другого оборудования не повлияли на остойчивость судна.

Как и другие плавающие материалы, нефть скапливается в определенных местах вдоль берега под воздействием ветра и движения воды. Эти точки естественного скопления нефти могут быть полезны при операциях сбора (Рис. 10) при условии, что скиммеры способны справиться с мусором, который обычно скапливается, часто в больших количествах, на этих участках. Наиболее эффективны олеофильные скиммеры по типу швабры - их применение менее ограничено наличием мусора по сравнению с другими конструкциями (Рис. 6). Эффективность сбора нефти может быть улучшена с помощью бонов для дальнейшего сдерживания нефти и снижения возможности повторного распределения по поверхности при изменении ветра и течений. Скиммеры по принципу трос-швабры также эффективно работают внутри бона при сборе малых нефтяных пятен вдоль бона.

По мере возможности нужно использовать скиммеры с берега, в частности при наличии подъездной дороги, а также бетонной или просто плоской рабочей площадки вблизи места сбора нефти. Скиммеры могут использоваться с кранов, установленных на стенах доков и пирсах (Рис. 7). При наличии достаточно толстого слоя нефти некоторые виды насосов могут помещаться непосредственно в нефть. После определения места работы простой план мероприятий может быть полезен для упорядочения работы с собранной нефтью и снижения риска аварийных ситуаций при работе. Необходимо тщательно продумать требуемое материально-техническое

обеспечение операторов, включая топливо, материалы, укрытия и средства связи с командным пунктом ликвидации инцидента.

При выбросе нефти на илистые или песчаные береговые участки ее можно сосредоточить в канавах для сбора вакуумными или другими устройствами (Рис. 8). Нефть в виде лужиц между камнями или в расщелинах может быть собрана таким же образом. На уплотненных песчаных пляжах сбор нефти может быть ускорен с помощью смонтированных на тракторах олеофильных барабанов или других устройств для сбора смолистых шариков (Рис. 36). В особых береговых условиях также могут использоваться другие специальные скиммеры, тем не менее, в большинстве случаев более целесообразными будут другие методы, включая ручной сбор нефти.

Сбор нефти в реках и озерах ограничивается теми же факторами, особенно сложностью доступа и течениями. Сбор нефти во льду представляет ряд специфических проблем, не последней из которых является возможность улавливания нефти внутри самого льда. Устройства для дробления льда, обеспечивающие сбор такой нефти, являются предметом продолжающихся исследований. Главной проблемой такого подхода является очень низкая концентрация нефти в собранном нефтесодержащем льде, и в таких случаях более высокая производительность сбора нефти достигается после таяния льда. Сбор свободно плавающей нефти между плавучими льдинами можно осуществить скиммерами по принципу трос-швабры, хотя при этом существует опасность застревания устройств в холодных условиях.

## Управление операциями по сбору нефти

Опыт предшествующих разливов говорит о том, что большинство успешных операций по сбору нефти проводились при хорошо организованном управлении, достаточном материально-техническом обеспечении, наличии квалифицированного персонала и способности быстрой мобилизации. Во всех случаях эффективность общей организации ликвидации разлива является столь же важной, как и работа оборудования. Успешное применение системы требует, чтобы все устройства для сдерживания, сбора и хранения нефти находились под постоянным контролем. Важно, чтобы система была достаточно маневренной для соответствия изменениям в характере распространения нефти.

Все операции по сбору нефти требуют контроля: необходимо обеспечить попадание нефти в скиммер и предотвратить скопление и попадание мусора в нефтесборное устройство, что может снизить его эффективность или вызвать повреждение. Многие скиммеры снабжены экранами против мусора, которые могут часто забиваться нефтью или мусором. Для поддержания высокой производительности скорость скиммера должна корректироваться в соответствии с условиями и скоростью прибытия нефти в точку сбора. В случае наличия лишь малого количества нефти работа скиммера должна осуществляться с интервалами во избежание чрезмерного забора воды и, где возможно, с сосредоточением нефти с помощью бонов.

В целом, скиммеры и сопутствующее оборудование, например, силовые установки, являются надежными; тем не менее, неизбежны отказы в работе по причине повреждения, забивания мусором, неправильной эксплуатации или износа. Для ремонта обычно требуются квалифицированные специалисты, запасные части и необходимые инструменты. Присутствие квалифицированного эксплуатационного персонала, понимающего ограниченные возможности оборудования и способного осуществить разборку и ремонт, позволит снизить связанные с ремонтом задержки.

При следовании программе регулярного техобслуживания при получении оборудования со склада более вероятно его немедленная готовность к работе, и риск поломок во время эксплуатации низок. Такая программа может представлять собой фиксированный график, предусматривающий замену изнашивающихся поверхностей после заданного периода работы, пополнение или смену смазочных материалов, а также пуск оборудования для проверки возможных неисправностей.

Применение диспергентов вместе со скиммерами настоятельно не рекомендуется, поскольку основополагающие принципы этих двух методов являются взаимоисключающими, и нефть, диспергированная в водную толщу, не может быть собрана с помощью скиммеров, действующих на поверхности. Кроме того, диспергенты изменяют молекулярно-поверхностные свойства нефти, в связи с чем применяемые вблизи олеофильные скиммеры могут стать неэффективными. Аналогично, распространение сорбентов в свободной форме или в виде подушек на поверхности моря в сочетании с работой скиммеров может привести к забиванию систем сбора.

Операции по сбору нефти в ночное время могут быть возможны в определенных местах, таких как порты, где нефть была обнаружена и сосредоточена ранее и где имеется соответствующее освещение. Вместе с тем, мало вероятно, что попытки найти и собрать нефть в открытом море в ночное время будут эффективными, более того, они опасны для участвующего персонала.

Регистрация ежедневных работ с указанием ресурсов для сбора, количества собранной нефти и любых повреждений или проведенного ремонта позволяет контролировать ход работы из командного центра и предъявлять последующие иски о возмещении ущерба. Для более крупных нефтесборных судов эта информация рутинно включается в судовые журналы, которые обычно требуются морскими властями.

Демобилизация скиммеров и задействованных с ними ресурсов должна проводиться по мере снижения эффективности операции, т.е. когда скорость забора или производительность сбора нефти снижается и становится пренебрежимо малой. После использования скиммеры и вспомогательное оборудование должны быть очищены и осмотрены для выявления и устранения износа и повреждения (Рис. 37). Для удаления нефти могут использоваться паровые банники или растворители, тогда как химических веществ при очистке олеофильных дисков или сорбирующих швабр следует избегать, поскольку они могут



▲ Рис. 36: Смонтированный на тракторе олеофильный барабанный скиммер используется для сбора свежих смолистых шариков на пляже с плотным песчаным покрытием (любезно предоставлено Le Floch Dépollution).

отрицательно повлиять на олеофильные свойства скиммерных устройств. При возвращении оборудования на склад оно должно быть защищено от повреждения и воздействия влажной солевой атмосферы, вызывающей коррозию. Сорбирующие швабры, резиновые ленты и пластиковые материалы в составе скиммеров теряют свои качества при длительном воздействии прямых солнечных лучей. При хранении оборудования к нему необходимо обеспечить легкий доступ для проведения регулярных проверок, техобслуживания и тестирования, особенно при вероятно нечастом использовании.



▲ Рис. 37: Водосливный скиммер, доставленный на берег после сбора тяжелой нефти. После использования оборудование подлежит очистке и осмотру для приведения в готовность для последующего использования.

## Основные выводы:

- Преимущества различных вариантов сбора нефти в море и прибрежной зоне должны быть сопоставлены со сложившимися условиями, такими как волнение моря, ветер, течения и местоположение экологически уязвимых зон.
- Вид собираемой нефти, ее вязкость при определенной температуре окружающей среды и любое изменение со временем диктуют наиболее эффективный вид скиммера.
- При выборе наиболее подходящего скиммера должны учитываться характеристики пропускной способности, надежности, прочности, эксплуатации, вес, универсальность, источник электропитания, техобслуживание и затраты.
- Автоцистерны с вакуумным насосом и другие засасывающие системы часто легкодоступны для сбора толстых слоев нефти на побережье или в прибрежной зоне.
- Эффективность координации морских операций по сбору нефти повышается с помощью самолетов, используемых для мониторинга распространения нефти и хода работ по очистке, а также для наведения участвующих в операции судов на нефтяные пятна наибольшей толщины для достижения оптимальной эффективности сбора.
- Работа скиммера должно находиться под постоянным контролем для обеспечения его оптимальной эффективности.
- Для снижения задержек в операции по сбору нефти должны быть учтены аспекты логистики насосной откачки, накопления и переработки собранной нефти.
- Для поддержания высокой квалификации персонала и устранения неисправностей оборудования необходимо проведение регулярных проверок и тестирования оборудования.

## 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



ИТОПФ - 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. ИТОПФ является источником исчерпывающей информации о нефтяном загрязнении морской среды, и данный технический документ является одним из серии, документирующей опыт технического персонала ИТОПФ. Информация из данного документа может быть воспроизведена с предварительно полученного согласия ИТОПФ. Для получения дополнительной информации, пожалуйста, свяжитесь с нашей организацией.



## THE INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LIMITED

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)7623 984 606

E-mail: [central@itopf.com](mailto:central@itopf.com)

Веб-сайт: [www.itopf.com](http://www.itopf.com)