

DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-2-287-299

THE EXPERIENCE OF THE ORGANIZATION AND USE OF TECHNICAL MEANS FOR LIQUIDATION OF EMERGENCY OIL SPILL

V. I. Reshnyak

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

Provides an analysis of the state of the problem of environmental protection in case of oil spills or oil products spills as the main type of accidental pollution that may occur during the operation of vessels. The solution of the problem under investigation is characterized by the existence of certain experience, which is mainly expressed in the development of a set of technical means designed to localize and eliminate the spill. Analysis of this experience shows the need to continue to develop technical means, as well as organizational measures, generally aimed at protecting against such accidental pollution as an emergency spill of oil or oil products. Based on the theoretical provisions of the study of the problem of environmental protection from oil spills or oil products, it is proposed to distinguish two main areas of protection against accidental pollution: prevention of an accidental spill of oil or oil products and liquidation of a spill in the event of its occurrence. The indicated directions represent different complexes of organizational measures and technical means. It is shown that the solution of the problem of environmental protection from accidental pollution, including at the stage of liquidation of the accidental oil spill, is characterized by a technical aspect that reflects the level of development of technical means in the field of liquidation of emergency spills and organizational, which is determined by the effectiveness of using the mentioned technical means. The basis for analyzing the level of technology development and technologies for liquidation of an emergency spill is their classification, according to which three groups of technical equipment are proposed: to localize the spill of a spill, to eliminate it and to eliminate the consequences of an emergency spill. The main aspects of the organizational factor include the organization of operational localization and liquidation of an emergency spill and its consequences, the organization of selection of a complex of technical means, and the organization of liquidation of the consequences of an emergency spill by processing the resulting mixture of water and oil products. The organization of effective processing of a mixture of water and oil products requires the development and introduction of new technical means and technological methods.

Keywords: accidental pollution, accidental oil spill, the organization of liquidation of emergency spills, technical means for localization and elimination of accidental spills and their consequences.

For citation:

Reshnyak, Valerii I. "The experience of the organization and use of technical means for liquidation of emergency oil spill." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.2 (2018): 287–299. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-2-287-299.

УДК 504.06

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

В. И. Решняк

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

В статье приведен анализ состояния проблемы защиты окружающей среды при аварийных разливах нефти или нефтепродуктов как основного вида аварийного загрязнения, которое может иметь место при эксплуатации судов. Решение исследуемой проблемы характеризуется наличием определенного опыта, который в основном выражается в разработке комплекса технических средств, предназначенных для локализации и ликвидации разлива. Анализ этого опыта показывает необходимость продолжения разработки технических средств, а также организационных мероприятий, в целом направленных на защиту от такого аварийного загрязнения, как аварийный разлив нефти или нефтепродуктов. На основании теоретических положений при исследовании проблемы защиты окружающей среды от аварийных разливов

нефти или нефтепродуктов предложено выделить два основных направления защиты от аварийного загрязнения: предупреждение возникновения аварийного разлива нефти или нефтепродуктов и ликвидация разлива в случае его возникновения. Указанные направления представляют собой разные комплексы организационных мероприятий и технических средств. Показано, что решение проблемы защиты окружающей среды от аварийного загрязнения, в том числе на этапе ликвидации произошедшего аварийного разлива нефти, характеризуется техническим аспектом, который отражает уровень развития технических средств в области ликвидации аварийных разливов, и организационным аспектом, который определяет эффективность использования указанных технических средств. В основу анализа уровня развития техники и технологий ликвидации аварийного разлива положена их классификация, в соответствии с которой предложены три группы технических средств: для локализации пятна разлива, для его ликвидации и для устранения последствий аварийного разлива. Показано, что в настоящее время развитие технических средств достигло приемлемого уровня и чаще всего лимитирующим фактором эффективной защиты от аварийного загрязнения является организационный фактор. К основным аспектам организационного фактора относятся: организация оперативной локализации и ликвидации аварийного разлива и его последствий, организация выбора комплекса технических средств, а также организация ликвидации последствий аварийного разлива путем переработки образующейся смеси воды и нефтепродуктов. Организация эффективной переработки смеси воды и нефтепродуктов требует разработки и внедрения новых технических средств и технологических приемов.

Ключевые слова: аварийное загрязнение, аварийный разлив нефти, организация ликвидации аварийных разливов, технические средства для локализации и ликвидации аварийных разливов и их последствий.

Для цитирования:

Решняк В. И. Опыт организации и использования технических средств для ликвидации аварийных разливов нефти / В. И. Решняк // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 2. — С. 287–299. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-2-287-299.

Введение (Introduction)

Проблема защиты окружающей среды при эксплуатации флота, как морского, так и на внутренних водных путях, в настоящее время остается актуальной, поскольку суда, как известно, являются источником загрязнения окружающей среды [1]. Это загрязнение может иметь разные причины и источники возникновения, а также может протекать по-разному и приводить к различным последствиям. Поэтому авторами работ [2], [3] предлагается различать эксплуатационное и аварийное загрязнения. В указанных ранее работах приведена характеристика этих видов загрязнения, проанализированы особенности их протекания и возможность регулирования. В настоящей статье внимание сосредоточено на проблемах аварийного загрязнения окружающей среды, которое может возникать при эксплуатации судов. Одним из наиболее часто встречающихся примеров аварийного загрязнения является аварийный разлив нефтепродуктов.

Проблема предотвращения загрязнения окружающей среды при эксплуатации техногенных объектов, в том числе судов, обеспечивается регулированием поступления загрязняющих веществ от этих объектов в окружающую среду. В целом, регулирование загрязнения окружающей среды, как и любого другого процесса, подразумевает следующее:

- установление параметров, объективно характеризующих регулируемый процесс;
- установление допустимых значений указанных параметров;
- обеспечение величины указанных параметров в пределах допустимых значений.

Сформированное в течение последнего десятилетия природоохранное законодательство определенным образом регулирует эксплуатационное загрязнение окружающей среды [4] – [6]. Например, уже установлены и законодательно закреплены параметры, которые отражают процесс загрязнения окружающей среды судовой сточной и нефтесодержащей льяльной (подсланевой) водой и установлены допустимые значения этих параметров. Созданы и применяются технические средства (ТС), с помощью которых обеспечиваются допустимые значения упомянутых параметров. В области предотвращения аварийного загрязнения при разливе нефтепродуктов регулирование ограничено установлением параметра, характеризующего данное загрязнение, но при этом данный параметр (риск) пока не закреплен законодательно.

Следует отметить, что к настоящему времени уже накоплен определенный опыт защиты окружающей среды при аварийных разливах нефти или нефтепродуктов [7] – [9], выражающийся в основном в разработке и применении определенного комплекса технических средств, обеспечивающих ликвидацию аварийных разливов. Однако использование этих технических средств на практике при ликвидации аварийных разливов нефти и их последствий не всегда дает ожидаемый положительный результат. Опыт изучения исследуемой проблемы показывает, что ее эффективное решение требует наряду с развитием теоретических основ [10], [11] создания новых технических и организационных предложений, которые смогут обеспечить более эффективное решение проблемы защиты окружающей среды при аварийных разливах нефти или нефтепродуктов [12], [13].

Методы и материалы (Methods and Materials)

Методология решения любой проблемы, в том числе исследуемой в настоящей работе, требует периодического ее переосмысления, анализа ее состояния на текущий момент времени, что позволяет разработать новые организационные и технические решения, которые обеспечат более эффективное решение рассматриваемой в настоящей работе проблемы. Собственный опыт подсказывает, что такая потребность в настоящее время существует.

Структурированность анализа проблемы защиты окружающей среды от аварийного загрязнения обеспечивается рядом теоретических положений, которые были сформулированы автором настоящей статьи в предыдущих его работах [2], [3], [7]. Одним из первых основополагающих теоретических положений служит утверждение о том, что защита окружающей среды от загрязнения при аварийном разливе нефти или нефтепродуктов является комплексом организационных мероприятий и технических средств, которые делятся на два направления:

- организационные мероприятия и ТС, направленные на предотвращение или снижение вероятности возникновения аварийного разлива;
- организационные мероприятия и ТС, направленные на ликвидацию аварийного разлива.

Настоящая статья посвящена второму направлению решения проблемы защиты окружающей среды на объектах водного транспорта при аварийных разливах нефти или нефтепродуктов. Наличие технических средств, с одной стороны, и организация эффективного их использования, с другой — являются двумя одинаково важными сторонами решения проблемы защиты окружающей среды при аварийных разливах нефти или нефтепродуктов. Поэтому в процессе последующего анализа состояния исследуемой проблемы будет отражен как организационный, так и технический ее аспекты.

Еще одним теоретическим положением решения исследуемой проблемы является утверждение о том, что в целом комплекс организационных мероприятий должен быть направлен на решение следующих основных задач:

- обеспечение наличия технических средств, используемых при ликвидации аварийных разливов;
- обеспечение эффективного их использования.

Последующий анализ уже существующих и применяемых технических средств целесообразно будет основываться на их классификации, которая приведена в работах [2], [7]. Такая классификация позволяет объективно и систематизированно проанализировать состояние изучаемой проблемы. В соответствии с этой классификацией все ТС, которые могут быть использованы для ликвидации аварийных разливов нефти (ЛАРН), должны быть разделены на следующие группы:

- ТС для локализации пятна разлива;
- ТС для ликвидации разлитой нефти с водной поверхности;
- ТС для ликвидации последствий аварийного разлива.

Такая классификация отражает логику организации действий по ликвидации аварийного разлива.

ТС для локализации разлива предназначены для предотвращения распространения нефти по водной поверхности моря или внутренних водных путей. Применение этой группы ТС имеет большое значение, так как позволяет при своевременной локализации пятна значительно уменьшить площадь загрязнения, а также исключить отрицательное влияние фактора времени. Надежно локализованное пятно разлива можно удалять с поверхности воды, уже не придавая решающего значения фактору времени.

Эффективность локализации разлива определяется следующими основными факторами:

- особенность конструкции технических средств для локализации разлива;
- организация их применения.

В настоящее время существует достаточно много конструкций ТС для локализации пятна аварийного разлива. Некоторые из них показаны на рис. 1 – 3.



Рис. 1. Применение боновых ограждений при локализации аварийного разлива
[<http://www.trancons.ru/services/larn/%D0%9B%D0%90%D0%A0%D0%9D.jpg>]



Рис. 2. Боновые ограждения надувные
[<http://cn.lamor.com/wp-content/gallery/2012-lamor-auto-booms-lab/offshore-autoboomb-480.jp>]

Основными типами конструкции боновых ограждений являются надувные боновые ограждения и ограждения постоянной плавучести. Первые обеспечивают оперативную доставку боновых ограждений к месту разлива и их быстрое приведение в рабочее состояние. Современные материалы и технологии позволили разработать конструкции боновых ограждений, которые занимают мало места при хранении на барабанах и быстро приводятся в рабочее состояние при подаче воздуха в отдельные секции ограждений, которые соединяются между собой, образуя цепь боновых ограждений требуемой длины.



Рис. 3. Боновые ограждения постоянной плавучести
[<http://eco-ivteks.ru/files/001.jpg>]

Современный выбор конструкций позволяет эффективно обеспечить локализацию аварийного разлива при различных условиях его протекания. Однако эффективное решение задачи локализации пятна разлива, как отмечалось ранее, во многом зависит еще от одного фактора — организации применения ТС локализации. Организация надежной и своевременной локализации разлива, в свою очередь, зависит от следующих факторов:

- особенности конструкции существующих ТС для локализации аварийных разливов;
- наличия достаточного количества боновых ограждений и средств его постановки;
- организации размещения (базирования) запаса боновых ограждений;
- организации оперативной доставки боновых ограждений к месту разлива.

Ограждения постоянной плавучести применяются в местах перегрузки нефти или нефтепродуктов как постоянно используемая конструкция.

Наличие достаточного количества боновых ограждений и средств для их постановки обеспечивается выполнением следующих действий:

- прогнозирование развития ситуации при аварийном разливе нефти или нефтепродуктов, например, на некотором участке водных путей или на акватории порта;
- правильное планирование оснащения рассматриваемого объекта боновыми ограждениями;
- обеспечение достаточного финансирования.

Обеспеченность боновыми ограждениями зависит от эффективности действия лиц и организаций, которые имеют то или иное отношение к ликвидации аварийного разлива.

Удаленность мест базирования боновых ограждений от места возможного аварийного разлива и возможность их оперативной доставки к месту разлива в большей степени является фактором объективным и не всегда зависит от содержания и качества действий участников ликвидации аварийного разлива, так как последний характеризуется пространственно-временной неопределенностью [2], [3]. Однако, в какой-то мере, эти трудности могут быть решены проведением соответствующих мероприятий организационного характера. Например, предусмотрев расположение так называемых *пунктов ЛАРН* [7] на участках водных путей, которые характеризуются наибольшей вероятностью аварийного разлива. К аналогичным мероприятиям можно отнести прогнозирование аварийных разливов и организацию использования так называемых *береговых защитных сооружений* [2]. Пример такого берегового защитного сооружения показан на рис. 4.



Рис. 4. Береговые защитные сооружения

Еще одной сложностью при обеспечении локализации пятна разлива является установка боновых ограждений и удержание их в нужной конфигурации. С этой проблемой почти всегда сталкиваются команды ликвидаторов аварийных разливов, особенно при разливах на водотоках (участках рек), когда течение не позволяет удерживать нужную конфигурацию цепи боновых ограждений. На рис. 5 показаны возможные изменения конфигурации цепи боновых ограждений при использовании одного бонопостановщика и фиксирования боновых ограждений с помощью якоря. Одним из решений данной проблемы является отработка схем постановки боновых ограждений — состава технических средств, способов фиксирования и др., а также тренировка и отработка согласованности действий участников установки боновых ограждений [14]. В целом, указанные обстоятельства являются «слабым звеном» в общей организации ликвидации аварийного разлива и его последствий и поэтому требуют разработки предложений, направленных на обеспечение эффективной локализации пятна разлива.

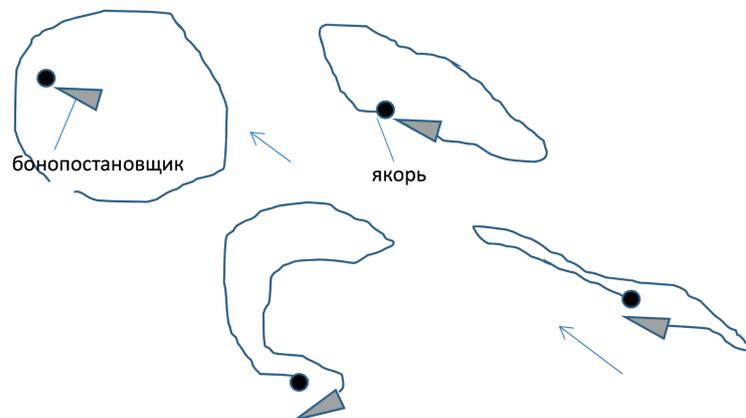


Рис. 5. Поведение боновых ограждений при их установке на течении

Мировая практика обладает некоторым опытом решения проблемы обеспечения локализации аварийных разливов, например, путем создания международных центров ликвидации аварийных разливов, высокий уровень оснащения которых, в том числе авиацией, в некоторых случаях обеспечивает оперативное реагирование на аварийные разливы нефти или нефтепродуктов. Однако в мире существует шесть-семь таких центров, которые в основном ориентированы на крупные аварийные разливы на море.

Таким образом, на основании ранее изложенного можно сделать вывод о том, что эффективность локализации аварийного разлива в настоящее время определяется в основном организационным фактором и прежде всего, организацией своевременной доставки технических средств локализации, использованием береговых защитных сооружений, а также организацией отработки способов и действий постановки боновых ограждений.

Следующей стадией технологии ликвидации аварийного разлива и его последствий является удаление пятна разлива с водной поверхности. Эффективность этой операции зависит от следующих факторов:

- особенности конструкции существующих технических средств для ликвидации пятна разлива (ТС ЛАРН);
- уровня обеспеченности заинтересованных организаций комплексом технических средств для ликвидации пятна разлива;
- масштабов разлива и свойств разлитых нефтепродуктов;
- правильного применения ТС ЛАРН;
- организации работ по ликвидации аварийного разлива;
- организации оперативной доставки ТС ЛАРН к месту разлива.

В настоящее время уже существует достаточный выбор типов конструкции и способов удаления пятна разлива с поверхности воды. Все существующие и применяемые технические средства и технологии ликвидации пятна разлива должны быть разделены на следующие группы [7]:

- нефтесборные устройства порогового типа;
- нефтесборные устройства щеточного типа;
- адсорбционные технологии.

С точки зрения способа использования нефтесборные устройства могут быть следующих типов: переносные, стационарные, навесные.

Переносные нефтесборные устройства (рис. 6) представляют собой отдельные самостоятельно функционирующие устройства, т. е. не требующие использования плавсредств для их временного или постоянного размещения; их можно перемещать вручную или с помощью средств малой механизации.



Рис. 6. Переносное нефтесборное устройство

[http://portnews.ru/upload/baseimage/13462_originalimage_thumbs_mm-12-aq_1.jpg]

Стационарные нефтесборные устройства (рис. 7) нефтесборные устройства устанавливаются постоянно на плавсредстве, специально предназначенном для ликвидации пятна разлива. Чаще всего, такие нефтесборные устройства размещаются в носовой части плавсредства.



Рис. 7. Судно-нефтесборщик [<http://ff1.mosfont.ru/photo/01/10/46/110469.jpg>]

Навесные нефтесборные устройства (рис. 8) временно устанавливаются на плавсредства и используются в течение времени ликвидации пятна разлива. Такие нефтесборные устройства могут быть установлены как в носовой части, так и на борту плавсредства.



Рис. 8. Навесное нефтесборное устройство щеточного типа
[<http://www.gazprom-neft.ru/img/sibneft/96/35.jpg>]

Применение адсорбционных технологий требует наличия сорбента, а также устройств для обработки этим сорбентом пятна разлива и последующего удаления его с водной поверхности.

Выбор типа технических средств и технологий ликвидации аварийного разлива определяется свойствами разлитых нефтепродуктов, поэтому эффективность ликвидации пятна разлива зависит от правильности выбора типа технических средств и технологий. В работах [2], [7] приведены рекомендации такого выбора.

Задача организации работ по ликвидации аварийного разлива решается при прогнозировании аварийных разливов и разработке технологии его ликвидации. Последняя должна предусматривать выбор состава необходимых технических средств и разработку последовательности действий в случае возникновения разлива с учетом свойств разлитых нефтепродуктов, а также возможных масштабов разлива. Такая организационная работа должна быть выполнена заранее для наиболее опасных участков или районов водных путей.

Как отмечалось ранее, предотвращение загрязнения природной среды при аварийных разливах нефти или нефтепродуктов предусматривает также действия, направленные на ликвидацию последствий аварийных разливов. К основным таким последствиям относятся:

- переработка смеси воды и нефтепродуктов, образующейся в результате ликвидации пятна разлива;
- утилизация сорбента;
- восстановление береговых территорий.

Необходимость решения указанных задач зависит от обстоятельств разлива нефти, а также способов и технических средств, используемых при ликвидации пятна разлива. Однако задача переработки образующейся смеси воды и нефти или нефтепродуктов будет иметь место всегда. Эффективность ее решения определяется следующими факторами:

- наличием технических средств для переработки такой смеси;
- возможностью их эффективного применения.

Анализ существующих в настоящее время технических средств, применяемых для предотвращения загрязнения природной среды от загрязнения при аварийных разливах нефти или нефтепродуктов, показывает отсутствие подобных технических средств, а также теоретической проработки вопросов переработки образующейся смеси воды и нефти или нефтепродуктов. Решение задачи переработки смеси воды и нефтепродуктов является важной составляющей всех действий, направленных на предотвращение загрязнения водных объектов при аварийных разливах нефти

или нефтепродуктов, так как при определенных обстоятельствах может оказаться лимитирующей стадией всего процесса ликвидации аварийного разлива. Другими словами, эта стадия может определять эффективность всех действий по ликвидации аварийного разлива.

Решение задачи переработки смеси воды и нефтепродуктов начинается с формирования комплекса технических средств, который определяется содержанием процессов, которые должны происходить в этих технических средствах. Содержание процессов определяется свойствами смеси и требованиями к качеству ее переработки. В зависимости от типа используемых средств для сбора нефти с поверхности воды извлекаемая смесь может быть двух основных видов: обводненные нефтепродукты или нефтесодержащая вода. Смесь первого вида образуется при использовании щеточных нефтесборных устройств, смесь второго типа — при использовании пороговых нефтесборных устройств. Соответственно переработка первого вида смеси представляет собой процессы отделения воды от обводненных нефтепродуктов, второго — процессы очистки нефтесодержащей воды.

Существует определенный опыт в области технологии и технических средств для очистки нефтесодержащей воды, в том числе и при эксплуатации судов. Однако эффективность решения проблемы переработки смеси воды и нефтепродуктов зависит не только от эффективности работы устройств для очистки нефтесодержащей воды от нефтепродуктов, но и от организации решения такой задачи. В настоящее время более существенное значение имеет фактор организации переработки смеси.

В целом очистка образующейся при ликвидации пятна разлива смеси воды и нефтепродуктов может выполняться основными способами, которые определяются местом расположения очистного оборудования и его типом. Первый способ предполагает расположение очистного комплекса вдали от места разлива и транспортировку образующейся смеси от места разлива к очистному оборудованию (рис. 9, а).

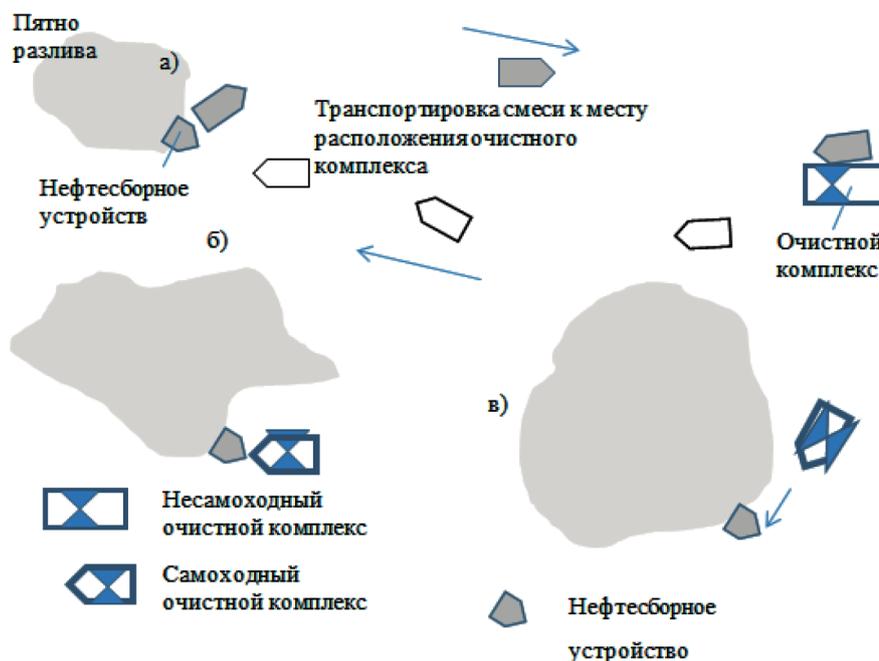


Рис. 9. Варианты организации очистки смеси воды и нефтепродуктов:
 а — с транспортировкой смеси воды и нефти; б — с применением НПОК; в — с применением СПОК

Данный комплекс может представлять собой несамостоятельное плавсредство или береговое сооружение. Доставка смеси воды и нефтепродуктов от места разлива до очистного комплекса обеспечивается с помощью судов. В качестве таких судов могут применяться суда-сборщики судовых загрязнений, танкеры и специализированные суда. Этот вариант организации переработки смеси

требует наибольшего количества технических средств и может характеризоваться значительными потерями времени на транспортировку смеси. В экономическом отношении данный вариант является наиболее затратным.

Второй способ предполагает применение очистного комплекса, который расположен в непосредственной близости от пятна разлива (см. рис. 9, б и в), и не требует организации транспортировки образующейся смеси, что является весьма выигрышным обстоятельством по сравнению с первым. В обоих случаях лимитирующим фактором будет являться обеспечение оперативной доставки очистного комплекса к месту разлива. Однако при своевременной постановке боновых ограждений или использовании так называемых *береговых защитных сооружений* актуальность этого фактора становится не такой острой. При организации очистки смеси могут быть использованы как несамоходные плавучие очистные комплексы (НПОК), так и самоходные плавучие очистные комплексы (СПОК). Последние, в свою очередь, могут представлять собой специализированные суда, стационарно оснащенные очистным оборудованием, а также суда с временно устанавливаемым при возникновении такой необходимости оборудованием для очистки нефтесодержащей воды. В качестве плавучих очистных комплексов могут быть использованы не только средства, специально предназначенные для данных целей, но и плавучие очистные станции для сбора и очистки нефтесодержащей подсланевой воды. На водном транспорте уже существует опыт создания и использования таких плавучих очистных комплексов, который, однако, должен быть расширен.

Обсуждение (Discussion)

Результаты анализа организационной и технической стороны защиты от аварийных разливов нефти или нефтепродуктов позволяют оценить состояние проблемы в настоящее время. Достаточное наличие технических средств, с одной стороны, и организация эффективного их использования, с другой — являются двумя одинаково важными сторонами решения проблемы защиты окружающей среды при аварийных разливах нефти или нефтепродуктов.

Обеспечение наличия комплекса технических средств ЛАРН для каждого потенциально опасного объекта (судна, бункера, нефтяного порта или терминала) включает в себя обоснование выбора состава такого комплекса и собственно обеспечение наличия. Обоснование выбора состава базируется на прогнозировании возможного разлива и последующего развития событий. При этом учитываются физические свойства нефти или нефтепродуктов, а также возможные масштабы разлива. Обеспечение наличия ТС ЛАРН в целом подразумевает обеспечение возможности применения этих средств при возникновении аварийного разлива. Ранее изложенное не определяет строгую необходимость владения теми или иными организациями указанных ранее технических средств, однако подразумевает возможность использования ТС ЛАРН. Последнее относится к организационной стороне обеспечения готовности к ликвидации аварийного разлива.

Составление планов ЛАРН также относится к организационной стороне защиты окружающей среды при аварийных разливах нефти или нефтепродуктов [15]. План ЛАРН позволяет значительно повысить эффективность решения исследуемой проблемы.

Обеспечение эффективного использования технических средств ЛАРН является одним из обязательных условий организации ликвидации ЛАРН. Возможность применения ТС ЛАРН еще не означает решение задачи предотвращения загрязнения окружающей среды при аварийном разливе нефти. Одним из основных аспектов обеспечения эффективного использования ТС ЛАРН является возможность оперативного реагирования на аварийный разлив. Прежде всего, это обеспечение оперативной локализации пятна разлива. Задачи обеспечения оперативного реагирования решаются, как правило, для каждой потенциально опасной ситуации, хотя некоторые общие рекомендации были приведены в настоящей статье и других работах автора [11], [14]. В значительной степени эффективность операции локализации определяется организационными решениями. Поэтому представляется целесообразным разработать расширенный ряд таких типовых

организационных предложений, из которых можно выбирать наиболее эффективные для условий ликвидации разлива.

Эффективность последующей ликвидации пятна разлива определяется правильным выбором способа и технических средств для сбора разлитой нефти, а также возможностью переработки образующейся при ликвидации разлива смеси воды и нефтепродуктов или сорбента. Особенно актуальной данная часть общей технологии ликвидации аварийного разлива является при использовании пороговых нефтесборных устройств, когда образуется большое количество нефтесодержащей воды. Применение технических средств для очистки такой нефтесодержащей воды может осуществляться разными способами, однако представляется, что наиболее целесообразным является применение упомянутых технических средств при их размещении на время ликвидации аварийного разлива непосредственно вблизи района действия нефтесборных устройств. Реализация такого предложения требует разработки технических средств для переработки (очистки) смеси воды и нефтепродуктов. Такими техническими средствами могут быть как несамоходные, так и самоходные плавсредства. При этом последние могут одновременно выполнять функции бонопостановщика.

Заключение (Conclusion)

Таким образом, проведенные исследования проблемы предотвращения загрязнения окружающей среды от аварийного загрязнения показывают следующее. Решение указанной проблемы характеризуется технической и организационной стороной. Другими словами, предотвращение загрязнения окружающей среды при аварийном разливе нефти как одного из наиболее распространенных случаев аварийного загрязнения на водном транспорте представляет собой комплекс технических средств и организационных мероприятий. Эффективность решения исследуемой проблемы определяется формированием теоретических основ предотвращения аварийного загрязнения, наличием необходимых технических средств, а также организацией их эффективного использования. Теоретические основы предполагают формирование двух основных направлений предотвращения аварийного загрязнения: превентивной и активной защиты, а также классификацию технических средств, используемых при ликвидации аварийного разлива, и разработку рекомендаций по их применению, которые представляют собой комплекс типовых организационных предложений. В настоящее время существует определенный опыт ликвидации аварийных разливов нефти. Однако существующий комплекс технических средств требует его расширения, которое относится, прежде всего, к разработке комплекса технических средств для переработки смеси воды и нефтепродуктов, образующейся в процессе ликвидации пятна разлива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решняк В. И. Предотвращение загрязнения водоемов нефтесодержащей подсланевой водой при эксплуатации судов и судовых энергетических установок / В. И. Решняк. — СПб.: СПбГУВК, 2011. — 207 с.
2. Решняк В. И. Система управления экологической безопасности при эксплуатации судов на внутренних водных путях: монография / В. И. Решняк. — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2017. — 147 с.
3. Решняк В. И. Управление экологической безопасностью при эксплуатации судов на внутренних водных путях / В. И. Решняк, К. В. Решняк // Эксплуатация морского транспорта. — 2017. — № 1 (82). — С. 106–109.
4. Правила Речного Регистра: в 4 т. — М.: Речной регистр, 2008. — Т. 4. — 1430 с.
5. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года и Протокол 1978 года. — СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2008. — 760 с.
6. Наставление по предотвращению загрязнения внутренних водных путей при эксплуатации судов. — М., 2009. — 47 с.

7. Решняк В. И. Экологическая безопасность при перегрузке нефти и нефтепродуктов в портах / В. И. Решняк. — СПб.: СПбГУВК, 2007. — 237 с.
8. Альхименко А. И. Аварийные разливы нефти в море и борьба с ними / А. И. Альхименко. — СПб.: ОМПресс, 2005. — 237 с.
9. Курников А. С. Концепция повышения экологической безопасности судна / А. С. Курников. — Н. Новгород: Изд-во ВГАВТ, 2002. — 80 с.
10. Наумов В. С. Предотвращение загрязнения окружающей среды на внутреннем водном транспорте управлением антропогенной нагрузкой: дис. ... д-ра техн. наук / В. С. Наумов. — Н. Новгород, 2003. — 321 с.
11. Пластинин А. Е. Научные основы прогнозирования и анализа экологических последствий разливов нефти на внутренних водных путях: дис. ... д-ра техн. наук / А. Е. Пластинин. — Н. Новгород, 2016. — 284 с.
12. Li Y. The risk probability analysis of oil spill on offshore facilities based on ETA / Y. Li, C. Tang, X. Wang, P. Xu // *Advanced Materials Research*. — Trans Tech Publications, 2014. — Vol. 864–867. — Pp. 809–814. DOI: 10.4028/www.scientific.net / AMR.864– 867.809.
13. Fingas M. Oil spills and response / M. Fingas // *Springer handbook of Ocean Engineering*; M. R. Dhanak, N. I. Xiros, [eds]. — 2016. — Pp. 1067–1093.
14. Руководство ликвидации разливов нефти на морях, озерах и реках. — СПб.: Морсар, 2002. — 44 с.
15. Положение о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах. Утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 26 августа 2013 г. № 730.

REFERENCES

1. Reshnyak, V. I. *Predotvrashchenie zagryazneniya vodoemov neftesoderzhashchei podslanevoi vodoi pri ekspluatatsii sudov i sudovykh energeticheskikh ustanovok*. SPb.: SPbGUVK, 2011.
2. Reshnyak, V. I. *Sistema upravleniya ekologicheskoi bezopasnosti pri ekspluatatsii sudov na vnutrennikh vodnykh putyakh: monografiya*. SPb.: Izd-vo GUMRF im. adm. S. O. Makarova, 2017.
3. Reshnyak, V.I., and K.V. Reshnyak. "Management of environmental safety the operation vessels on inland waterways." *Ekspluatatsiya morskogo transporta* 1(82) (2017): 106–109.
4. *Pravila Rechnogo Registra: v 4 t. Vol. 4*. M.: Rechnoi registr, 2008.
5. *Mezhdunarodnaya konvetsiya po predotvrashcheniyu zagryazneniya s sudov 1973 goda i Protokol 1978 goda*. SPb.: Izd- vo ZAO «TsNIIMF», 2008.
6. *Nastavlenie po predotvrashcheniyu zagryazneniya vnutrennikh vodnykh putei pri ekspluatatsii sudov*. M., 2009.
7. Reshnyak, V.I. *Ekologicheskaya bezopasnost' pri peregruzke nefiti i nefteproduktov v portakh*. SPb.: SPbGUVK, 2007.
8. Al'khimenko, A. I. *Avariinye razlivy nefiti v more i bor'ba s nimi*. SPb.: OMPress, 2005.
9. Kurnikov, A. S. *Kontseptsiya povysheniya ekologicheskoi bezopasnosti sudna*. N. Novgorod: Izd-vo VGAVT, 2002.
10. Naumov, V.S. *Predotvrashchenie zagryazneniya okruzhayushchei sredy na vnutrennem vodnom transporte upravleniem antropogennoi nagruzkoj*. Dr. Diss. Nizhnii Novgorod, 2003.
11. Plastinin, A.E. *Nauchnye osnovy prognozirovaniya i analiza ekologicheskikh posledstviy razlivov nefiti na vnutrennikh vodnykh putyakh*. Dr. Diss. Nizhnii Novgorod, 2016.
12. Li, Yun Bin, C. Tang, X. Wang, and P. Xu. "The Risk Probability Analysis of Oil Spill on Offshore Facilities Based on ETA." *Advanced Materials Research*. Vol. 864–867. Trans Tech Publications, 2014. 809–814. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.864– 867.809.
13. Fingas, M. "Oil spills and response." *Springer handbook of Ocean Engineering*. Edited by M. R. Dhanak, N. I. Xiros. 2016. 1067–1093.
14. *Rukovodstvo likvidatsii razlivov nefiti na moryakh, ozerakh i rekakh*. SPb.: Morsar, 2002.
15. *Polozhenie o razrabotke planov meropriyatii po lokalizatsii i likvidatsii posledstviy avarii na opasnykh proizvodstvennykh ob'ektakh*. Utverzhdeno postanovleniem Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 26 avgusta 2013 g. N 730.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Решняк Валерий Иванович —
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация,
г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7
e-mail: RV53@mail.ru, ReshnyakVI@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Reshnyak, Valerii I. —
Dr. of Technical Sciences, professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: RV53@mail.ru, ReshnyakVI@gumrf.ru

Статья поступила в редакцию 15 марта 2018 г.

Received: March 15, 2018.