

Научная статья
УДК 502.13
doi: 10.46684/2687-1033.2023.3.346-353

Загрязнения гидросферы нефтепродуктами на объектах железнодорожного транспорта

А.Н. Белевцева

Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал Ростовского государственного университета путей сообщения (ТТЖТ – филиал РГУПС); г. Тихорецк, Россия; anna.belyovceva@mail.ru

АННОТАЦИЯ

В результате техногенных катастроф на железнодорожном транспорте могут появиться загрязнения водных объектов, вследствие чего происходит нарушение целостности экологических систем и гибель живых организмов. На производственные нужды используется большое количество воды, соответственно образуются бытовые сточные воды, загрязненные нефтепродуктами.

Для очистки воды в современных условиях используют нефтеловушки или нефтеулавливатели. Они предназначены для очистки грунтовых, талых, дождевых вод, воды от обмывки подвижного состава, промывки узлов и деталей перед ремонтом в гальванических цехах или участках; применяются при промывке и заправке аккумуляторов, регенерации фильтров, при продувке и промывке паровых котлов, мытье смотровых канав и стирке спецодежды.

С целью ликвидации последствий загрязнения водных объектов ОАО «РЖД» использует механические, химические и биологические методы очистки воды. Дополнительно целесообразно применять современные виды сорбентов. Выбор способа очистки водоемов зависит от многих факторов, важнейшими из которых являются объемы и масштабы загрязнения.

В России создан ряд бактериальных препаратов, успешно применяемых для очистки водных объектов и береговой линии от нефтяных загрязнений.

В Воронежском государственном университете при сотрудничестве с ООО «ВЕГА-эко» разработан биопрепарат рода *Acinetobacter* (В-2838, В-5064 и В-3780), который способен перерабатывать нефть.

Препарат «Деворойл» используется для очистки загрязненных нефтью участков на железнодорожных предприятиях. В его состав входит ассоциация клеток углеводородокисляющих микроорганизмов и добавки, активизирующие процесс биодеструкции нефти. Время работы препарата «Деворойл» 2–3 месяца.

Сегодня известно 25 видов бактерий и грибов, разлагающих углеводороды. Эти организмы работают в комплексе и участвуют в биохимическом круговороте углерода в природе, являясь мощными инструментами в области экологической микробиологии.

В результате развития научно-технического прогресса появляется возможность создания новых технологий в борьбе с техногенными катастрофами.

Ключевые слова: загрязнение водоемов; нефть; экологические проблемы; технологии; ликвидация последствий; виды очистки; сорбенты; биопрепараты; бактерии

Для цитирования: Белевцева А.Н. Загрязнения гидросферы нефтепродуктами на объектах железнодорожного транспорта // Техник транспорта: образование и практика. 2023. Т. 4. Вып. 3. С. 346–353. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2023.3.346-353>.

Original article

Pollution of the hydrosphere with petroleum products at railway transport facilities

Anna N. Belevtseva

Tikhoretsk Technical School Railway Transport – branch of Rostov State Transport University; Tikhoretsk, Russian Federation; anna.belyovceva@mail.ru

ABSTRACT

On railway transport, a large amount of water is used for production needs, respectively, domestic wastewater contaminated with petroleum products is formed.

© А.Н. Белевцева, 2023

For water purification in modern conditions, oil traps or oil traps are used. They are designed for cleaning ground, thawed, rainwater, water from washing rolling stock, washing components and parts before repair in electroplating workshops or sites, when washing and refueling batteries, filter regeneration, when purging and washing steam boilers, washing inspection ditches and washing overalls.

As a result of man-made disasters on railway transport, there may be pollution of water bodies, as a result of which there is a violation of the integrity of ecological systems and the death of living organisms.

To eliminate the consequences of pollution of water bodies, JSC "Russian Railways" uses mechanical, chemical and biological methods of water purification. Additionally, it is advisable to use modern types of sorbents. The choice of a method for cleaning reservoirs depends on many factors, the most important of which are the volume and scale of pollution.

A number of bacterial preparations have been created in Russia that are successfully used to clean water bodies and shorelines from oil pollution.

Voronezh State University, with the cooperation of VEGA-eco LLC, is developing a biological product of the genus *Acinetobacter* (B-2838, B-5064 and B-3780), which is capable of refining oil.

The drug "Devoroil" is used to clean oil-contaminated sites at railway enterprises. It includes an association of cells of hydrocarbon-oxidizing microorganisms and additives that activate the process of biodegradation of oil. The working time of the drug "Devoroil" is 2-3 months.

Today, there are 25 known species of bacteria and fungi that decompose hydrocarbons.

These organisms work in a complex and participate in the biochemical carbon cycle in nature, being powerful tools in the field of environmental microbiology.

As a result of the development of scientific and technological progress, it becomes possible to create new technologies in the fight against man-made disasters.

Keywords: pollution of water bodies; oil; environmental problems; technologies; elimination of consequences; types of treatment; sorbents, biological products; bacteria

For citation: Belevtseva A.N. Pollution of the hydrosphere with petroleum products at railway transport facilities. *Transport technician: education and practice*. 2023;4(3):346-353. (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2023.3.346-353>.

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнения окружающей природной среды нефтепродуктами на объектах железнодорожного транспорта имеют катастрофические последствия, их ликвидация требует больших усилий и финансирования. Оценка ущерба окружающей среде при загрязнении водоемов нефтью производится на основе анализа последствий загрязнения с использованием космического мониторинга, который предоставляет четкие данные по масштабам загрязнения.

Доля риска при транспортировке нефти от места добычи до пункта переработки сегодня сводится к минимуму, но риск утечки всегда есть. Для каждого предприятия разработан план по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов при ЧС. Один из способов решения проблем при утечке нефти — использование сорбента и биопрепаратов.

Нефть — один из важных экономических природных ресурсов нашей страны. Развитие нефтедобывающей отрасли стало причиной роста промышленного комплекса и вывело страну на мировой уровень, одновременно привело к созданию большого количества загрязнений и отходов.

Главная экологическая проблема, связанная с использованием нефти, это опасность аварий,

утечка, разлив нефти, с ними предприятия успешно борются, применяя современные технологии в виде сорбентов, функция которых состоит в очистке окружающей среды от нефтепродуктов.

В исследовании рассмотрена степень воздействия на гидросферу ОАО «РЖД» и возможный ущерб от загрязнения нефтепродуктами.

Учитывались результаты работ И.К. Логвиновой [1], посвященных вопросам экологии на железнодорожном транспорте; Э.С. Цховребова, рассматривающего вопросы экологической безопасности обращения и повторного использования отходов.

При проведении сравнительного анализа изучались также труды О.О. Логиновой, Т.Т. Данга, Е.В. Белоусова, С.С. Шалимова, М.Ю. Шевченко, М.Ю. Грабович, в которых исследуется биodeградация нефтепродуктов в почве штаммами микроорганизмов рода *Acinetobacter* [1].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Загрязнение водоемов нефтью очень опасно в связи с ее быстрым распространением по поверхности водной глади (вследствие чего происходит испарение в атмосферу и осаждение на дно водоема) и пожароопасности.

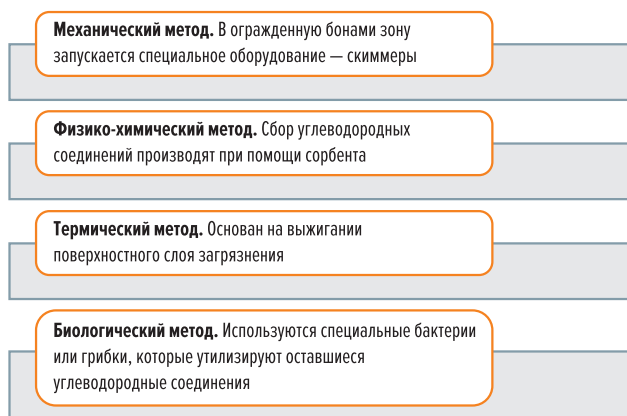


Рис. 1. Способы сбора нефтепродуктов ОАО «РЖД»

Для предотвращения распространения нефтяного пятна на водоеме применяют заградительные боны, после чего производят сбор нефти.

Существует четыре способа сбора нефти: механический, физико-химический, термический и биологический (рис. 1) [1].

Все методы, которые ОАО «РЖД» использует для ликвидации последствий разлива нефти, имеют свои особенности.

Чаще всего применяют механический метод, в основе которого лежит использование скиммеров.

Это наиболее простой и дешевый способ. Сбор осуществляется при помощи вакуумного насоса, лент или щеток (олеофильный скиммер), скиммера с пороговыми отверстиями, который опускается ниже пятна загрязнения и нефть проходит через пороговое отверстие в емкость агрегата, где отделяется от воды [1].

Термический метод — очень сложный и опасный, его применяют в крайних случаях.

В его основе лежит выжигание места загрязнения, вследствие чего в атмосферу выбрасываются вредные, опасные вещества канцерогены. При этом методе учитывают абиотические факторы, так как скорость ветра может быстро перемещать нефтяное пятно, что может привести к непоправимым последствиям [2, 3].

С целью контроля процесса горения используют боновые огнеупорные заграждения для ликвидации повторного возгорания. Термический метод требует минимум затрат.

Самым экологически чистым способом ликвидации последствий загрязнения водоемов от нефти является биологический метод с применением биопрепаратов.

Биопрепараты — это бактерии или грибки, для которых в данном случае нефть служит субстратом для существования, конечный результат разложения — вода и углекислый газ [2].

За несколько часов микроорганизмы способны переработать много килограммов нефти, но при

сильном загрязнении этот метод малоэффективен и используется как дополнительный на заключительном этапе очистки водоемов до полного очищения. При такой комплексной очистке нет необходимости утилизировать остатки нефти.

Физико-химический метод очистки водоемов от нефти заслуживает особого внимания. Он основан на применении сорбентов. Способ наиболее эффективен при распылении сорбента с самолетов на водную поверхность, но является дорогостоящим, учитывается аренда самолета, стоимость сорбентов, объемы работ [2, 3].

Сорбент — вещество, способное поглощать из окружающей природной среды газы, пары или растворенные вещества. Иными словами, это уникальная технология по очистке воды от примесей, за счет гигроскопичности и пористости сорбенты впитывают нефть [2].

Классификация сорбентов:

- органические (опилки, торф, шерсть), например, один килограмм шерсти способен впитывать около 10 кг нефти, после чего нефть можно отжать и использовать по назначению, но этот сорбент применяется для небольших объемов загрязнения. Стоимость велика, многократное использование шерсти невозможно, отходы необходимо утилизировать в виде сжигания, значит, этот вид сорбента нецелесообразен для больших объемов загрязнения. Торф, мох, опилки способны хорошо впитывать нефть, но одновременно и большое количество влаги, процесс сушки сорбента для последующего применения очень сложный;
- неорганические сорбенты (глина, песок) используются в случае небольшой утечки нефти, так как они малоэффективны с точки зрения экологии, плохо удерживают нефтяные фракции, есть сложности при утилизации;
- синтетические (полиуретан, волокна полипропилена, пластик) способны отфильтровывать большое количество нефти, затем подвергаются механическому отжиму и повторному использованию за счет раздвижения и сжатия волокон, имеют низкую стоимость, хорошую плавучесть и высокую скорость сорбции [2].

Сорбент самый лучший с экономической точки зрения материал для удаления нефтепродуктов с поверхности воды.

Сорбенты природного происхождения могут предварительно подвергаться обработке.

Эффективнее использование синтетических сорбентов, у которых высокая устойчивость к химико-физическим воздействиям.

Принцип основан на впитывании нефти и превращении ее в водорастворимую эмульсию, которая разлагается в ходе естественного биологического разложения, при этом не требуются

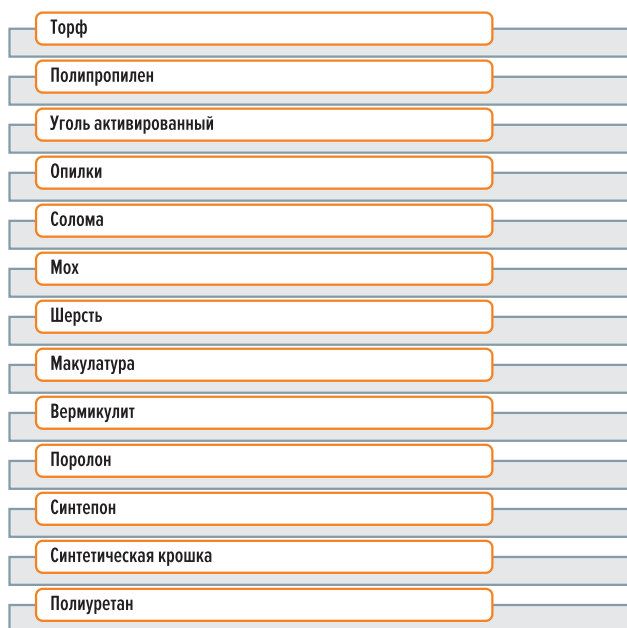


Рис. 2. Виды сорбентов

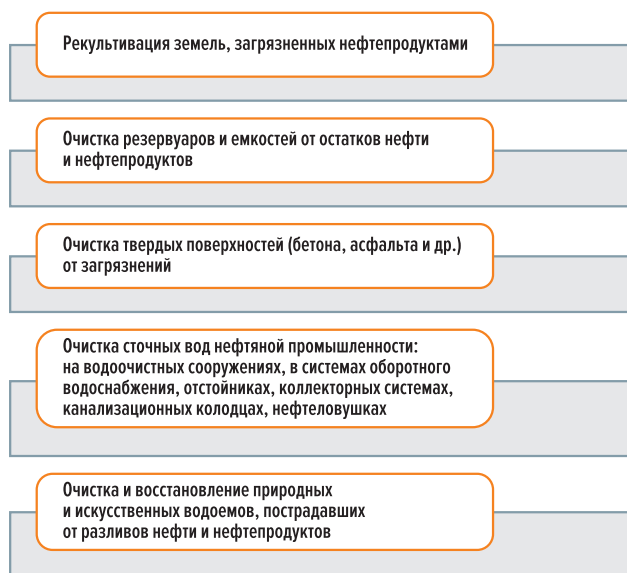


Рис. 3. Область применения биосорбентов

затраты на сбор и транспортировку собранной нефти.

Рынок сбыта предлагает около двухсот видов сорбента (рис. 2) [2, 3].

Природные сорбенты имеют низкую абразивность, легкую плавучесть и простоту в применении и утилизации.

При выборе вида сорбента для ликвидации последствий разлива нефти следует останавливаться на сорбентах, которые не только поглощают нефть, но и способны ее разлагать до углекислого газа и воды.

Минеральные сорбенты обладают гидрофобными свойствами, поэтому впитывая нефть, быстро

опускаются на дно, и через некоторое время всплывают [4].

Минусы сорбентов-диспергентов в том, что некоторые из них токсичны, в их состав входят растворители, поверхностно-активные вещества, стабилизаторы.

При нарушении правил работы с сорбентами могут быть необратимые последствия. Работа с ними производится квалифицированными специалистами и при разрешении контролирующих органов.

Синтетические сорбенты способны впитывать нефти в сорок раз больше массы своего веса [4].

Сорбенты на основе биопрепаратов (активированный промышленный уголь) имеют высокую окислительную активность в отношении нефти и нефтепродуктов и применяются в различных областях (рис. 3) [4, 5].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Источниками загрязнения гидросферы нефтепродуктами на железной дороге являются ремонтные мастерские, пассажиропотребление, промышленно-пропарочные станции, аккумуляторные цеха, нефтеналивные пункты, отстойники; загрязнение происходит также во время транспортировки нефти при нарушении герметичности цистерн.

Проблема сокращения вод, загрязненных нефтепродуктами, сегодня актуальна, она входит в проект «Экологическая стратегия ОАО «РЖД» до 2030 года».

Рассмотрим ряд первоначальных задач по снижению степени загрязнения водоемов на ОАО «РЖД» на примере применения сорбентов. Главные характеристики сорбента — плавучесть, нефтепоглощение и водопоглощение. Повышения плавучести можно достичь за счет пропитки материалов химическими веществами [4]. Научно-технический прогресс не стоит на месте. Для очистки водоемов от нефти в труднодоступных местах используются не только сорбенты, но и биологические, механические методы.

Внесение нефтеокисляющих микроорганизмов, которые поглощают углеводороды, входящие в состав нефти, малоизучены и используются редко. В России Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора при Президенте РФ и экспертной комиссией главного управления государственной экологической экспертизы Минприроды России разрешены к применению препараты «Деворойл», «Ленойл», «Путидойл», «Белвита-мил», «Нафтокс», «Биоприн» [5].

Биопрепараты разрушают нефть, в результате чего остается легко разлагающийся бактериальный белок, который нетоксичен и неопасен. Конечный

продукт разложения усваивается микрофлорой и составляет основу гумуса [5]. В Воронежском государственном университете при сотрудничестве с ООО «ВЕГА-эко» разработан биопрепарат рода *Acinetobacter* (В-2838, В-5064 и В-3780), который способен перерабатывать нефть и улучшать свойства почвы. В микрополевым опыте в течение 60 дней деструкция нефтепродуктов на участке без добавления биопрепарата составила 8,83 % за счет деятельности аборигенной микрофлоры, а на участке с внесением биопрепарата — 48,37 % [4, 5].

В настоящее время известно 25 видов бактерий и грибов, разлагающих углеводороды. Эти организмы работают в комплексе и участвуют в биохимическом круговороте углерода в природе, являясь мощными инструментами в области экологической микробиологии [5].

В случае загрязнения водной поверхности нефтью или нефтепродуктами на железнодорожном транспорте в зоне больших площадей применяют механический метод очистки, но рационально сочетать его с другими видами очистки для полного восстановления целостности экосистемы. Использование сорбентов целесообразно за счет возможного их применения вторично. Скрытие фактов утечки и загрязнения окружающей природной среды, закапывание нефти, выжигание места загрязнения регламентируется Уголовным кодексом РФ.

Сорбенты позволяют устранить загрязнения, которые невозможно убрать механическим путем в труднодоступных местах. В табл. 1, 2 приведены виды сорбентов и цены на 2022 г., которые можно использовать для ликвидации разлива нефти¹.

Таблица 1

Виды и цена сорбентов

Виды сорбентов	Область применения	Масса упаковки производителя	Цена
Уголь активный древесный дробленый ОУ-ВК (ТУ 2162-001-38903868-2012) изготовлен из экологически чистого сырья — древесины березы	Локализация и ликвидация последствий аварий, связанных с разливом нефти, нефтепродуктов и токсичных органических веществ на почву и водную поверхность. Практическая непотопляемость и прочность, позволяющие многократное применение сорбента после обработки на центрифугах, предлагаемых ООО «Пзот»: высокая адгезия к нефтепродуктам, растворенным в воде; экологическая чистота, безвреден для окружающей среды и людей; термостойкий, не горит, не взрывается; длительные сроки хранения (до 10 лет)	Упаковка: многослойные бумажные мешки по 15 кг, биг бэги по 200 кг, металлизированный пакет с ZIP-замком по 500 г	25 руб./кг
MICROBELIFT/HYDRO — высокоактивный сухой препарат, предназначенный для применения в нефтехимической, нефтеперерабатывающей, энергетической, угольной газификации, текстильной и землеобрабатывающей отраслях для повышения эффективности биологического окисления	Ускоряется процесс биологического разложения. Ослабляются ударные нагрузки на биомассу, что обеспечивает стабильную работу системы очистки. Обеспечивается быстрое восстановление при сбоях в работе. Улучшается осаждение на заключительном этапе очистки. Уменьшается биологическая потребность в кислороде (BOD), химическая потребность в кислороде (COD) и количество взвешенных частиц (SS). Уменьшается запах от системы очистки. Уменьшается образование отстоя. Препарат MICROBELIFT/HYDRO содержит комбинацию специально подобранных бактерий выбора с плотностью заселения 5 млрд микроорганизмов в одном грамме. Этот препарат предназначен для ускорения биологического окисления медленно и трудно разлагающихся, а также не разлагающихся естественными бактериями веществ	Грунт массой от 0,23 кг	1823 руб.
Сорбент МС АЛСИС	Ускоряется процесс биологического разложения. Ослабляются ударные нагрузки на биомассу, что способствует стабильной работе системы очистки. Обеспечивается быстрое восстановление при сбоях в работе. Улучшается осаждение на заключительном этапе очистки. Уменьшается биологическая потребность в кислороде (BOD), химическая потребность в кислороде (COD) и количество взвешенных частиц (SS). Уменьшается запах от системы очистки. Уменьшается образование отстоя	Грунт массой от 0,23 кг	2100 руб.

¹ Инновационный дайджест, инновационное развитие ОАО «РЖД». URL: <http://www/rzd-expo.ru>

Таблица 2

Виды и цена на уголь активированный (2022), фирма ООО «УралХимСорб»

Наименование		Фасовка, кг	Стоимость, руб.				Примечание
			Партия более 3 т	Партия до 3 т	Партия до 1 т	Партия до 100 кг	
Дробленый, гранулированный активный уголь	БАУ-А ГОСТ 6217-74	10	270	275	280	285	Активность > 60 %, размер 1,0–3,6 мм
	БАУ-А ГОСТ 6217-74 для ЛВЗ	10	290	295	301	307	Активность > 60 %, размер 1,0–3,6 мм, осадок на поддоне – 1 %
	БАУ-ЛВ ТУ 2162-003-38903868-2017	10	320	326	332	338	Активность > 62 %, размер 1,0–3,6 мм
	БАУ ТУ 2162-001-38903868-2012	10	235	239	243	248	Активность > 45 %, размер 1,0–3,6 мм
	БАУ-К ТУ 2162-001-38903868-2012	10	230	234	239	244	Активность > 45 %, размер 3,6–7,0 мм
	БАУ-А технический ТУ 2162-001-38903868-2012	10	120	126	132	–	Активность > 10 %, размер 1,0–3,6 мм
	ДАК ГОСТ 6217-74	10	228	232	237	241	Активность > 30 %, размер 1,0–3,6 мм
	ДАК-5 ТУ 2162-001-38903868-2012	10	228	232	237	241	Активность > 30 %, размер 3,6–7,0 мм
	БАУ-МФ ГОСТ 6217-74	10	242	247	252	257	Активность > 70 %, размер 0,5–1,5 мм
	CARBOCLEAN 6S12 ТУ 20.59.54-008-38903868-2022	10	342	348	354	361	Активность > 60 %, размер 1,68–3,36 мм
	CARBOCLEAN 8S30 ТУ 20.59.54-008-38903868-2022	10	355	362	369	376	Активность > 60 %, размер 2,38–0,595 мм
	CARBOCLEAN 12S40 ТУ 20.59.54-008-38903868-2022	10	351	358	365	372	Активность > 60 %, размер 1,41–0,4 мм
	CARBOCLEAN 2S4 ТУ 20.59.54-008-38903868-2022	10	328	335	341	348	Активность > 45 %, размер 4,75–10,9 мм
	CARBOCLEAN 30S40 ТУ 20.59.54-008-38903868-2022	12	306	312	318	324	Активность > 60 %, размер 0,212–0,595 мм
Порошкообразный активный уголь	ОУ-В* ГОСТ 4453-74 (*активность по йоду > 75 %)	200 250	120	122	124	127	Активность > 60 %, размер 60–100 мкм
	ОУ-В* ГОСТ 4453-74 (*активность по йоду > 75%)	15	150	153	156	159	Активность > 60 %, размер 60–100 мкм
	ОУ-ВК ТУ 2162-001-38903868	10	68	69	70	71	Активность > 60 %, размер < 1,0 мм
	ОУ-ВК ТУ 2162-001-38903868	200 250	55	56	57	58	Активность > 60 %, размер < 1,0 мм
	ОУ-ВК ТУ 2162-001-38903868	15–17	47	48	49	50	Активность > 60 %, размер < 1,0 мм
	CARBOCLEAN-SUN-V ТУ 20.59.54-006-38903868-2020	15	180	183	187	191	Активность > 70 %, размер 60–100 мкм
	CARBOCLEAN-SUN-V ТУ 20.59.54-006-38903868-2020	200 250	154	157	160	163	Активность > 70 %, размер 60–100 мкм
	CARBOCLEAN-SUN-K ТУ 20.59.54-006-38903868-2020	12	167	170	173	177	Активность > 70 %, размер 60–315 мкм
	CARBOCLEAN-SUN-K ТУ 20.59.54-006-38903868-2020	200 250	115	117	119	121	Активность > 70 %, размер 60–315 мкм
	Почвоулучшатель ТУ 2162-002-38903868	10 200	38	40	42	43	Активность > 45 %, размер 60–315 мкм

Наименование		Фасовка, кг	Стоимость, руб.				Примечание
			Партия более 3 т	Партия до 3 т	Партия до 1 т	Партия до 100 кг	
Отсев	ОДУ-1 ТУ 2162-001-38903868 – отсев	15–20	13	–	–	–	–
	ОДУ-100 ТУ 2162-001-38903868 – отсев порошок	15–20	18	–	–	–	–

При ликвидации последствий загрязнения нефтью на железной дороге необходимо учитывать ее взрывоопасность и образующиеся пары, требуется выполнять строгие инструкции техники безопасности сотрудниками.

После ликвидации загрязнения нефтью образуется большое количество отходов, обращение с которыми регламентируется определенными нормативами ОАО «РЖД».

Следует соблюдать все требования по обращению с опасными отходами, их хранению, транспортировке, складированию и утилизации.

Транспортировка нефтепродуктов, фильтрующих элементов, сорбента должна осуществляться организацией, у которой есть лицензия на право вывоза отходов в места, определенные для их переработки или утилизации на основании договора. Сорбенты и нефтепродукты, собранные в специальные емкости, вывозятся на полигоны промышленных отходов [6].

ОАО «РЖД» разработало план ликвидации последствий загрязнения водоемов от нефти на случай аварий и утечек (рис. 4) [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

ОАО «РЖД» — главный природопользователь в крупной сфере транспортировки грузов.

Проведенный анализ позволил установить, что воздействие на гидросферу ОАО «РЖД» может

быть локальным или комплексным, характеризующимся коэффициентом экологической весомости. Ущерб от загрязнения нефтепродуктами складывается из прямого воздействия загрязнения на природу и отсроченного негативного влияния¹.

В водной среде нефть самостоятельно разлагается долго, покрывая пленкой всю поверхность, и препятствует попаданию кислорода и света. В случае загрязнения водоемов нефтью и нефтепродуктами вблизи населенных пунктов могут произойти необратимые процессы, вызывающие заболевания у населения. В местах миграции птиц нефтяная пленка склеивает оперенье, что приводит к переохлаждению и гибели. При чистке перьев, нефть попадает в организм и поражает внутренние органы, вызывая кровотечения. Любое загрязнение нефтью естественной среды вызывает гибель любых организмов. Степень воздействия нефти на организм разных пород рыб индивидуальна. Форель гибнет при содержании нефтепродуктов в воде порядка 0,5 миллионной доли, а остронос из семейства кефалевых, морской карась остаются жизнеспособными при концентрациях нефти, равных 0,1–0,25 мл/л, в течение нескольких суток (остронос — в течение нескольких месяцев) [6–9].

По данным ученых, запасы нефти крайне малы, рационально перерабатывать все отходы и использовать вторичное сырье, что решит проблему с изъятием территорий под складирование и захоронение отходов и экономией природных ресурсов.

Утилизация сорбентов с нефтепродуктами — сложный и трудоемкий процесс с точки зрения экологии, так как это многокомпонентные смеси, в составе которых присутствуют глина, песок, вода, оксиды металлов.

Последствия аварий в полном объеме устранить практически невозможно. Остатки нефти в воде приводят к нарушению микробного самоочищения и нарушают обмен веществ, поэтому целесообразно использование биологических сорбентов, разлагающих нефть.

Таким образом, можно полагать, что применение различных видов очистки водоемов и использование сорбентов снизит нагрузку на водную экосистему при антропогенном влиянии.

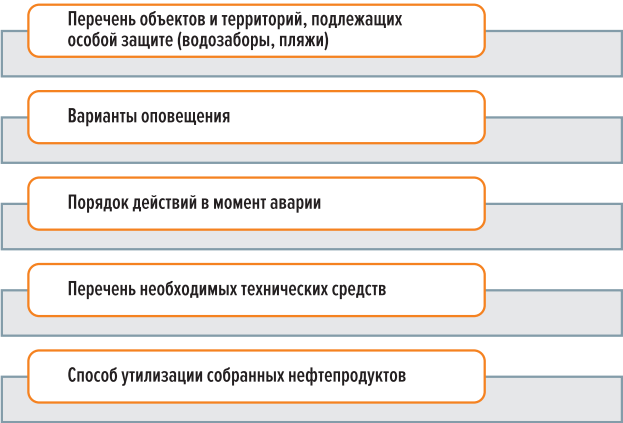


Рис. 4. План ликвидации последствий загрязнения водоемов нефтью ОАО «РЖД»

ЛИТЕРАТУРА

1. Логвинова И.К. Экология на железнодорожном транспорте: учебное пособие. Ростов-на-Дону: ФГБОУ ВО РГУПС, 2017. 131 с.
2. Логинова О.О., Данг Т.Т., Белоусова Е.В., Шевченко М.Ю., Грабович М.Ю. Перспективы использования штаммов B-3780, B-2838, B-5064 бактерий рода *Acinetobacter* для деградации почвенных нефтяных загрязнений // Проблемы региональной экологии. 2011.
3. Логинова О.О., Данг Т.Т., Белоусова Е.В., Шалимова С.С., Шевченко М.Ю., Грабович М.Ю. Биodeградация нефтепродуктов в почве штаммами микроорганизмов рода *Acinetobacter* // Организация и регуляция физиолого-биохимических процессов: межрегиональный сборник научных работ. 2010. С. 129–136.
4. Логинова О.О., Данг Т.Т., Белоусова Е.В., Грабович М.Ю. Использование штаммов рода *Acinetobacter* для биоремедиации нефтезагрязненных почв на территории Воронежской области // Вестник ВГУ. 2011. № 2. С. 127–133.
5. Павлова Е.И. Экология транспорта. М.: Высшая школа, 2016. 344 с.
6. Рахимова Э.Р., Осипова А.Л., Зарипова С.К. Очистка почвы от нефтяного загрязнения с использованием денитрифицирующих углеводородокисляющих микроорганизмов // Прикладная биохимия и микробиология. 2004. Т. 40. № 6. С. 649–653.
7. Цховребов Э.С. Техничко-экономические и организационно-правовые основы формирования концепции комплексного использования вторичных ресурсов на железнодорожном транспорте и в транспортном строительстве // Техник транспорта: образование и практика. 2021. Т. 2. № 1. С. 97–104. DOI: 10.46684/2687-1033.2021.1.97-104
8. Цховребов Э.С. Формирование методов оценки экологической безопасности обращения и повторного использования отходов (на примере транспортного и строительного комплексов) // Техник транспорта: образование и практика. 2020. Т. 1. № 3. С. 221–236. DOI: 10.46684/2687-1033.2020.3.221-236
9. Басыров И.М. Стратегические инструменты повышения экологичности логистических цепей // Техник транспорта: образование и практика. 2021. Т. 2. № 2. С. 191–202. DOI: 10.46684/2687-1033.2021.2.191-202

REFERENCES

1. Logvinova I.K. *Ecology in railway transport: textbook*. Rostov-on-Don, FGBOU VO RGUPS, 2017;131. (In Russ.).
2. Loginova O.O., Dang T.T., Belousova E.V., Shevchenko M.Yu., Grabovich M.Yu. Prospects for the use of strains B-3780, B-2838, B-5064 of bacteria of the genus *Acinetobacter* for the degradation of soil oil pollution. *Problems of Regional Ecology*. 2011. (In Russ.).
3. Loginova O.O., Dang T.T., Belousova E.V., Shalimova S.S., Shevchenko M.Yu., Grabovich M.Yu. Biodegradation of petroleum products in the soil by strains of microorganisms of the genus *Acinetobacter*. *Organization and regulation of physiological and biochemical processes: an interregional collection of scientific papers*. 2010;129-136. (In Russ.).
4. Loginova O.O., Dang T.T., Belousova E.V., Grabovich M.Yu. Use of strains of the genus *Acinetobacter* for bioremediation of oil-contaminated soils in the territory of the Voronezh region. *Bulletin of VSU*. 2011;2:127-133. (In Russ.).
5. Pavlova E.I. *Ecology of transport*. Moscow, Higher School, 2016;344. (In Russ.).
6. Rakhimova E.R., Osipova A.L., Zaripova S.K. Purification of soil from oil pollutants with the use of denitrifying hydrocarbon-oxidizing microorganisms. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2004;40(6):649-653. (In Russ.).
7. Tskhovrebov E.S. Technical and economic and organizational-legal bases of formation of the concept of complex use of secondary resources on a railway transportation and in transport building. *Transport Technician: Education and Practice*. 2021;2(1):97-104. DOI: 10.46684/2687-1033.2021.1.97-104 (In Russ.).
8. Tskhovrebov E.S. Formation of methods for assessing environmentally sound waste management as secondary resources. *Transport Technician: Education and Practice*. 2020;1(3):221-236. DOI: 10.46684/2687-1033.2020.3.221-236 (In Russ.).
9. Basyrov I.M. Strategic tools for improving the environmental friendliness of logistics chains. *Transport Technician: Education and Practice*. 2021;2(2):191-202. DOI: 10.46684/2687-1033.2021.2.191-202 (In Russ.).

Об авторе

Анна Николаевна Белевцева — преподаватель высшей категории общеобразовательных дисциплин; Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта — филиал Ростовского государственного университета путей сообщения (ТТЖТ — филиал РГУПС); 352120, Краснодарский край, г. Тихорецк, ул. Красноармейская, д. 57; anna.belyovceva@mail.ru.

Bionotes

Anna N. Belevtseva — lecturer of the highest category of general education disciplines; **Tikhoretsk Technical School Railway Transport — branch of Rostov State Transport University**; 57 Krasnoarmeyskaya st., Krasnodar region, Tikhoretsk, 352120, Russian Federation; anna.belyovceva@mail.ru.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 16.12.2022; одобрена после рецензирования 18.01.2023; принята к публикации 28.02.2023.
The article was submitted 16.12.2022; approved after reviewing 18.01.2023; accepted for publication 28.02.2023.