

В. Д. Катин¹, А. Н. Луценко¹, А. И. Коваленко²

¹Дальневосточный государственный университет путей сообщения;

²Дальневосточный транспортный отдел Управления Роспотребнадзора
на железнодорожном транспорте; e-mail: andyhab@mail.ru)

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Железнодорожный транспорт является и останется на ближайшую перспективу ведущим по объёму грузоперевозок в Российской Федерации как в целом по сети дорог, так и в Дальневосточном регионе. Состояние и загруженность железной дороги требуют особых усилий и повышенного внимания в обеспечении экологической безопасности перевозок, особенно опасных грузов таких, как нефть и нефтепродукты. Предложен один из подходов к решению проблемы предупреждения разливов нефти и нефтепродуктов, которым является авторская техническая разработка для предупреждения утечек из цистерн, а именно самоустанавливающийся гибкий вкладыш, позволяющий снизить риски инцидентов и чрезвычайных ситуаций при перевозке наливных грузов в железнодорожных вагонах-цистернах.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, нефть и нефтепродукты, экологическая безопасность, вагон-цистерна, гибкий вкладыш.

Современное опережающее развитие стран Азиатско-Тихоокеанского региона в сравнении с общемировыми показателями заставило по-новому взглянуть на место Дальнего Востока и Байкальского региона в политическом, экономическом и социальном развитии России на их роль для России с глобальной точки зрения в стратегической перспективе [1].

Развитие транспортных сетей и перевозок является катализатором и необходимым условием поступательного развития как страны в целом, так и в развитии международного сотрудничества [2, 3]. Занимая значительную часть территории Российской Федерации, Дальний Восток и Байкальский регион имеют перегруженную транспортную сеть. **Железнодорожный транспорт (ЖДТ)** является и останется в ближайшей перспективе ведущим по объёму грузоперевозок в Российской Федерации как в целом по сети дорог, так и в Дальневосточном регионе. Эксплуатационная длина железнодорожных путей общего пользования на Дальнем Востоке составляет 13,8 % эксплуатационной длины всех железных дорог Российской Федерации. Плотность железнодорожных путей общего пользования в расчёте на 10 тыс. км² в 3,6 раза меньше, чем в среднем по стране. Основными транспортными артериями являются Транссибирская и Байкало-Амурская магистрали. В настоящее время основная нагрузка в экспортных и транзитных перевозках приходится на Транссибирскую магистраль, пропускная способность которой составляет до 100 млн тонн в год. Пропускная способность Байкало-Амурской магистрали не имеет резервов пропускной способности на протяжении 280 км пути и составляет 12,5 млн тонн в год [1]. Износ основных фондов железнодорожного транспорта на Дальнем Востоке составляет 60 %.

Состояние и загруженность железной дороги требуют особых усилий и внимания в повышении безопасности перевозок, особенно опасных грузов, к которым относятся *нефть и нефтепродукты (ННП)* [5]. Такие грузы занимают второе место из общего объёма. По итогам 2018 года погрузка на сети ОАО "Российские железные дороги" составила 1 млрд 289,6 млн тонн. В структуре внутренних перевозок ННП, а это 236,4 млн тонн, уступают только перевозкам каменного угля (рис. 1) [8].



Рис. 1. Структура перевозок грузов железнодорожным транспортом во внутреннем сообщении в 2018 г.

Дальний Восток имеет особенное значение для развития страны, а его уникальные природные биоценозы требуют особого внимания с экологической точки зрения, в том числе, при перевозке опасных грузов ЖДТ.

Несмотря на меры, принимаемые по обеспечению безопасности перевозимых грузов, не редки случаи инцидентов, связанных с транспортированием ННП. *Дальневосточная железная дорога (ДВЖД)* по вышеуказанным причинам находится в числе лидирующих по количеству таких инцидентов по сети отечественных железных дорог. Следует отметить, что одним из основных факторов, приводящих к развитию инцидентов (до 40 %), является эксплуатация цистерн с нефтеналивными грузами. При этом около 30 % аварийных происшествий на железных дорогах страны так же связано с разливами ННП [7].

Проведённый авторами анализ статистической отчётности показывает, что, например, на ДВЖД до 95 % случаев инцидентов связаны с перевозкой ННП, а в 85 % случаев причинами являются течи через сливной прибор. Таким образом, определена необходимость решения проблемы предупреждения и ликвидации последствий подобных разливов ННП путём разработки и внедрения принципиально новых технических решений по повышению безопасности железнодорожных перевозок наливных опасных грузов.

Известен вариант решения проблемы повышения безопасности перевозок опасных грузов установкой внутри транспортного средства вкладышей, предотвращающих контакт перевозимых грузов с ограждающими конструкциями. Процесс установки таких устройств в железнодорожные цистерны является сложным и трудоёмким ввиду особенностей конструкции ёмкости [4].

В работе [6] авторами предлагается один из подходов к решению данной проблемы, которым является техническая разработка для профилактики утечек из цистерн, а именно самоустанавливающийся гибкий вкладыш для обеспечения безопасности перевозки наливных грузов в железнодорожных вагонах-цистернах. Вкладыш дополнительно обеспечивает герметичность. Кроме преимуществ, заключающихся в простоте использования, за счёт исключения контакта перевозимых жидкостей со стенками цистерны отсутствует необходимость энергоёмких работ по пропарке цистерн после выгрузки.

Использование вкладыша позволяет предотвратить утечки перевозимых жидкостей из-за дефектов котла и запорной арматуры, продлить срок эксплуатации цистерн, легко переходить с одного вида перевозимого груза на другой, исключить или минимизировать дорогостоящие процессы подготовки цистерн.

Вкладыш помещается через люк в цистерну и легко устанавливается за счёт наполнения компрессором последовательно продольных и поперечных воздухопроводов, придающих вкладышу форму заполняемого объёма. Устройство изготавливается из инертных плёночных материалов, что исключает процесс химического взаимодействия с перевозимым грузом. На данное техническое решение, как отвечающее требованиям новизны, получен патент¹. Ввиду принятого конструктивного решения стенок дополнительного рукава и неодинаковой плотности транспортируемых жидкостей данное устройство имеет недостаток: при разгрузке не всегда надёжно обеспечивается доступ к сливной отверстию.

Авторами проведено дальнейшее усовершенствование конструкции гибкого вкладыша с целью повышения универсальности и надёжности его работы, а также производительности при разгрузке наливных грузов различной плотности. При этом, согласно авторскому техническому решению, дополнительный рукав в форме цилиндра имеет ребристую по окружности сечения поверхность стенок, выполненную в виде гофр или гармошки.

Такая конструкция позволяет упростить установку вкладыша и повысить производительность и надёжность работы сливного прибора при разгрузке наливных грузов различной плотности за счёт того, что ребристая поверхность от давления сливаемого груза разрывается в месте наименьшей толщины сечения и обеспечивает доступ жидкости к сливному отверстию. Функциональные возможности устройства обеспечиваются в широком диапазоне плотностей транспортируемых жидкостей. Предлагаемое авторами техническое решение иллюстрируется рис. 2 и рис. 3.

На рис. 2 показана схема гибкого вкладыша для установки в вагонах-цистернах, на рис 3 показано поперечное сечение схемы гибкого вкладыша.

¹ Пат. № 118273 Российская Федерация: МПК E01P 1/08 (2006.01) Гибкий вкладыш для перевозки грузов в железнодорожных вагонах-цистернах / А. Н. Луценко, В. Д. Катин. Опубл. 20.07.2012. Бюл. № 20.

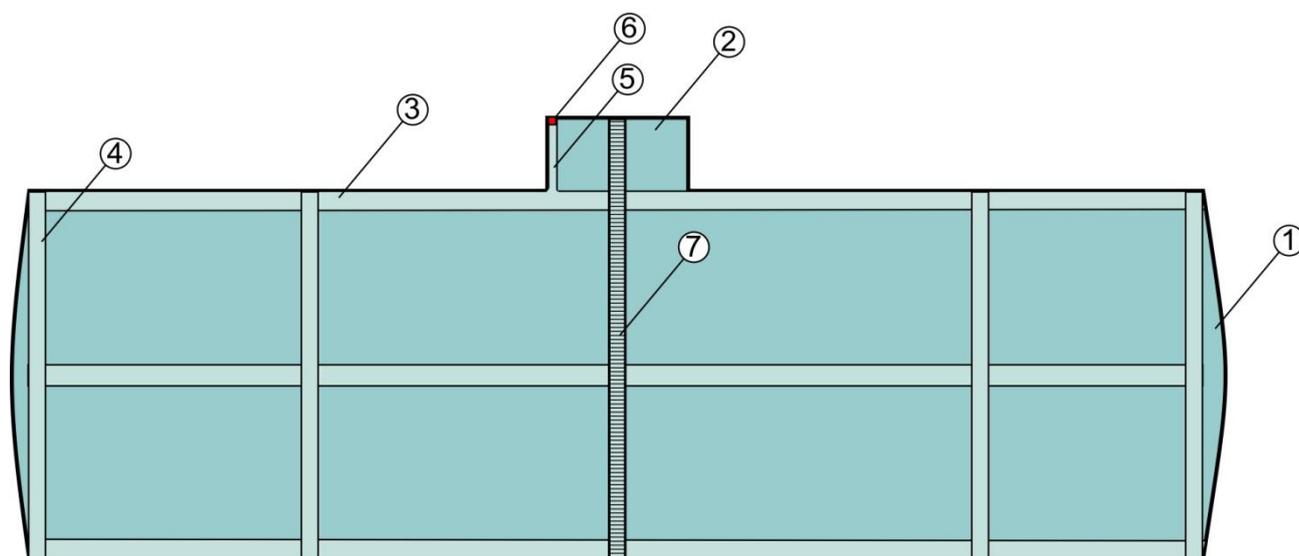


Рис. 2. Схема гибкого вкладыша:

- 1 – оболочка; 2 – загрузочный рукав; 3 – горизонтальный воздушный канал;
 4 – вертикальный воздушный канал; 5 – воздуховод для подачи воздуха;
 6 – запорный клапан; 7 – сливной рукав

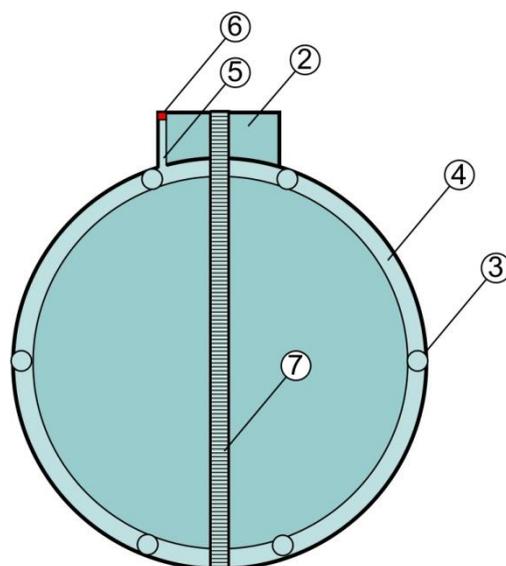


Рис. 3. Поперечное сечение схемы гибкого вкладыша

Устройство состоит из оболочки 1, выполненной из полиэтиленовой (полипропиленовой) плёнки, которая повторяет внутренние контуры вагона-цистерны при размещении. Дополнительно имеет загрузочный 2 и сливной гофрированный 7 рукава и сообщающиеся между собой горизонтальные и вертикальные воздушные каналы 3 и 4, соединённые с воздуховодом 5. Воздуховод имеет запорный клапан 6 для регулирования подачи и выпуска воздуха в систему воздушных каналов. После заполнения ННП в цистерну с установленным вкладышем, клапан открывается и воздух из воздуховодов удаляется за счёт давления жидкости на стенки устройства.

Отметим, что усовершенствованная авторская конструкция позволит обеспечить повышение надёжности работы устройства при разгрузке наливных грузов с широким диапазоном плотностей. Ввиду того, что по окончании цикла перевозки вкладыш вынимают и утилизируют, исключается необходимость в трудоёмкой очистке вагона-цистерны. В свою очередь практическая необходимость в очистке вызывается тем, что цистерны после выгрузки содержат остатки наливных грузов, главным образом различные примеси. Часть цистерн переориентируется под перевозку продукта другого рода, а, значит, требует тщательной очистки. Применение вкладыша, исключая процесс очистки-пропарки, сводит к минимуму вредное воздействие агрессивных жидкостей на окружающую среду, при этом затраты на подготовку цистерны к повторному использованию снижаются более чем на 30 % [7]. Использование устройства позволяет безопасно использовать вагоны-цистерны с продленным сроком службы. На данную техническую разработку получен авторский патент на изобретение².

Для повышения надёжности устройства авторским коллективом проводятся дальнейшие работы по усовершенствованию его конструкции. Ведутся также исследования по разработке способов утилизации отработанных вкладышей, основанные на отделении от оболочки загрязняющих веществ, её измельчении и повторном использовании в качестве сырья для производства новых вкладышей.

Вывод. Решение вопроса повышения безопасности транспортирования опасных грузов ЖДТ требует инновационных подходов. Предлагаемые в статье принципиально новые авторские технические решения позволяют реально повысить эффективность мероприятий по предупреждению аварийных разливов при перевозках ННП и других опасных наливных грузов, повысить экологическую безопасность их транспортирования, минимизировать риски загрязнения окружающей среды, снизить затраты по подготовке цистерн к повторной транспортировке грузов.

² Пат. № 2670372 Российская Федерация: МПК В61D 39/00 (2006.01) Гибкий вкладыш для перевозки грузов в железнодорожных вагонах-цистернах / В. Д. Катин, А. П. Богачев, А. Н. Луценко, Ал. Н. Луценко. Оpubл. 22.10.2018. Бюл. №30.

Литература

1. Государственная программа "Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Байкальского региона". Правительство России [Официальный сайт]. 29.03.2013. <http://government.ru/programs/232/about/>
2. *Попова Т. Н.* Торгово-экономическое сотрудничество Дальнего Востока России со странами АТР и участие в региональной экономической интеграции // Российский внешне-экономический вестник. 2012. № 5. С. 3-11.
3. *Панов А. Н.* Интеграция России в Азиатско-Тихоокеанский регион: перспективы 2012-2020. М.: РСМД, 2012. С. 23-27
4. *Островский А. М., Лисютин А. М.* Основные направления повышения безопасности перевозок опасных наливных грузов // Сиббезопасность-Спассиб. 2010. № 1. С. 149-151.
5. *Кириллова А. Г.* Предложения к актуализации правил перевозки опасных грузов железнодорожным транспортом // Транспорт: наука, техника, управление. 2010. № 5. С. 20-22.
6. *Луценко А. Н., Катин В. Д.* Высокоэффективные технологические и технические решения для предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов при перевозке железнодорожным транспортом в условиях Дальнего Востока: монография. Уфа: Аэтерна, 2016. 173 с.
7. *Луценко А. Н.* Минимизация риска чрезвычайных ситуаций при перевозке нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом в Дальневосточном регионе: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: МГУПС, 2015. 24 с.
8. Пресс-центр РЖД. РЖД увеличили погрузку в 2018 году на 2,2. <https://glavportal.com/materials/rzhd-uvelichili-pogruzku-v-2018-godu-na-22/>

Материал поступил в редакцию 13 февраля 2019 г.

Для цитирования: Катин В. Д., Луценко А. Н., Коваленко А. И. Повышение экологической безопасности железнодорожных перевозок нефти и нефтепродуктов // Технологии техносферной безопасности. – Вып. 3 (85). – 2019. – С. 108-114. DOI: 10.25257/TTS.2019.3.85.108-114.

V. D. Katin, A. N. Lutcenko, A. I. Kovalenko
IMPROVING THE ECOLOGICAL SAFETY
OF RAIL TRANSPORTATION OF OIL AND OIL PRODUCTS

Oil and oil products (OOP) take priority in the structure of dangerous goods transported by the railway. The analysis of incidents related to the transportation of NPP by rail indicates the need for a technical solution to the problem of improving environmental safety and preventing spills by developing new devices. Innovative technical solutions to prevent leaks in tanks during transportation of oil and oil products by rail can significantly reduce the risks of emergencies and the negative impact of oil products on the environment.

Aims and Objectives. Analysis of the structure of goods transported by rail, improving the safety of transportation of OOP through the development of innovative devices.

Methods. On the basis of mathematical and statistical analysis of the volume of goods transported by rail and the nature of incidents with NNP, authors developed new, patented devices, using empirical and experimental methods.

Results. New technical devices have been developed to ensure the safety of transportation of NP by rail, allowing significantly reduce the risks of leaks and negative impact on the environment.

Key words: railway transport, oil and oil products, environmental safety, tank car, flexible liner.

References

1. State program "Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie Dal'nego Vostoka i Baikal'skogo regiona" [State program "Socio-economic development of the Far East and the Baikal region"]. Russian Government (Official Website), Marth 3rd, 2013. Available at: <http://government.ru/programs/232/about/>
2. Popova T. N. Trade and economic cooperation of the Russian Far East with the countries of APR and participation in regional economic integration. *Rossijskij vneshne-ehkonomicheskij vestnik / Russian Foreign Economic Newsletter*. 2012, no. 5, pp. 3-11 (in Russian).
3. Panov A. N. *Integraciya Rossii v Aziatsko-Tihookeanskij region: perspektivy 2012-2020* [Russia's integration into the Asia-Pacific region: prospects for 2012-2020]. Moscow, Russian International Affairs Council Publ., 2012, pp. 23-27.
4. Ostrovsky A. M., Lisyutin A. M. Principal directions of safety improving by transportation of dangerous fluid cargos. *Sibbezopasnost'-Spasib / Sibsecurity-Spassib*. 2010, no. 1, pp. 149-151 (in Russian).
5. Kirillova A. G. Offers to actualisation of rules of transportation of dangerous cargoes by railway. *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie / Transport: science, technology, management*. 2010, no. 5, pp. 20-22 (in Russian).
6. Lutsenko A. N., Katin V. D. *Vysokoeffektivnye tekhnologicheskie i tekhnicheskie resheniya dlya preduprezhdeniya i likvidatsii razlivov nefiti i nefteproduktov pri perezovzke zheleznodorozhnym transportom v usloviyakh Dalnego Vostoka* [Highly effective technological and technical solutions for prevention and elimination of oil and oil products spills during railway transportation in the Far East]. Ufa, Aeterna Publ., 2016, 173 p.
7. Lutsenko A. N. *Minimizatsiya riska chrezvychaynykh situatsiy pri perezovzke nefiti i nefteproduktov zheleznodorozhnym transportom v Dalnevostochnom regione* [Minimizing the risk of emergency situations during transportation of oil and oil products by rail in the Far East region]. Abstract of PhD in Tech. Sci. diss., Moscow, Moscow State University of Railway Engineering Publ., 2015, 24 p.
8. *Press-centr RZhD. RZhD uvelichili pogrutzku v 2018 godu na 2,2 %* [Press-center of Russian Railways. Russian Railways increased loading in 2018 by 2.2%]. Available at: <https://glavportal.com/materials/rzhd-uvelichili-pogrutzku-v-2018-godu-na-22/>

For citation: Katin V. D., Lutcenko A. N., Kovalenko A. I. Improving the ecological safety of rail transportation of oil and oil products. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti / Technology of technosphere safety*, vol. 3 (85), 2019, pp. 108-114 (in Russian). DOI: 10.25257/TTS.2019.3.85.108-114.