

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК НЕФТЕНАЛИВНЫХ ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Организация транспорта нефтепродуктов по железной дороге включает в себя этапы погрузки, следования и отгрузки. Реализация каждого из этапов тесно связана с вероятностью возникновения чрезвычайных ситуаций. Решение вопроса минимизации пагубного воздействия перевозок опасных грузов, возможно достичь путем разработки превентивных средств ликвидации аварийных ситуаций, связанных с разливом нефтепродуктов.



О.С. Кузьмин



А.Н. Луценко

Ключевые слова: нефтепродукты, железнодорожный транспорт, организация перевозок нефтепродуктов, чрезвычайная ситуация

EDN: ZIZIBO

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 года № 176 «О стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года», одной из основных задач государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности является предотвращение загрязнения поверхности, атмосферных вод, а также атмосферного воздуха в городах и населенных пунктах [1].

Вместе с этим, основами государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года определены задачи, решение которых направлено на сохранение благоприятной окружающей среды, в том числе путем сокращения выбросов вредных и опасных веществ [2].

В свою очередь, ОАО «Российские железные дороги» разработана и реализуется экологическая

стратегия с перспективой до 2030 года, которая предусматривает расходы на природоохранную деятельность, в том числе поставки на железную дорогу специализированной техники, предназначенной для ликвидации последствий аварийных разливов нефтепродуктов. Кроме того, данная стратегия также предусматривает использование подвижного состава, не имеющего испарений или утечек нефтепродуктов на железнодорожное полотно при их перевозке [3].

Организация транспорта нефтепродуктов по железной дороге состоит из таких этапов как погрузка, следование и отгрузка, Реализация каждого из них тесно связана с вероятностью возникновения чрезвычайных ситуаций, способных оказывать как загрязняющее воздействие на окружающую среду, выраженное в локальных разливах нефтепродуктов, так и ее уни-

Кузьмин Олег Сергеевич, аспирант кафедры «Техносферная безопасность» Дальневосточного государственного университета путей сообщения (ДВГУПС). Область научных интересов: транспорт нефти и нефтепродуктов. Автор 20 научных работ. Имеет пять патентов на изобретения.

Луценко Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Техносферная безопасность» Дальневосточного государственного университета путей сообщения (ДВГУПС). Область научных интересов: техносферная безопасность. Автор 64 научных работ, в том числе двух монографий и двух учебников. Имеет шесть патентов на изобретения.

Куликова Елена Сергеевна, старший преподаватель Высшей школы Транспортного строительства, геодезии и землеустройства Тихоокеанского государственного университета (ТОГУ). Область научных интересов: нефтегазовое дело, строительное материаловедение. Автор 65 научных работ, в том числе трех учебных пособий. Имеет пять патентов на изобретения.

чтожение при сценарии их воспламенения. Решение вопроса минимизации пагубного воздействия перевозки опасных грузов возможно достичь путем разработки превентивных средств ликвидации аварийных ситуаций, связанных с разливом нефтепродуктов.

Однако, учитывая тот факт, что организация транспортировки нефтепродуктов железнодорожным сообщением подразумевает не только процесс их непосредственного перемещения от отправителя к получателю, но и погрузочно-разгрузочные мероприятия выполняемые на специально отведенных пунктах, эксплуатация которых сопряжена с повышенным риском возникновения аварийных ситуаций и высокой вероятностью увеличения масштаба поражения инфраструктуры, вопрос обеспечения экологической безопасности на всех этапах перевозки на сегодняшний день все еще остается актуальным.

Основной целью исследования является разработка превентивных мероприятий по повышению уровня защищенности окружающей среды при организации грузоперевозок нефтепродуктов железнодорожным сообщением с учетом наиболее уязвимого этапа, выявленного в результате сравнительного анализа.

Актуальность и научная новизна данной работы заключается в разработке технического решения, обеспечивающего мгновенную ликвидацию аварийной ситуации, связанной с разливом нефтепродуктов на ранних стадиях ее возникновения.

Практическая значимость работы заключается в том, что предлагаемое техническое средство способно наиболее эффективно и в кратчайшие сроки предотвратить эскалацию чрезвычайной ситуации без необходимости непосредственного участия персонала и реализации время- и трудозатратных мероприятий согласно плану локализации и ликвидации разливов нефтепродуктов.

В подтверждение вышеизложенного справедливо привести сведения о том, что особенностью чрезвычайных ситуаций и инцидентов с опасными грузами является то, что чаще всего они происходят не в местах зарождения грузопотока, а в пути следования, перевалки и хранения [4]. Как точно отмечено в [5] отправитель опасного груза «заложил» вероятность аварии, а перевозчик ее перенес к последнему элементу цепи — грузополучателю.

Также необходимо отметить, что наиболее надежным этапом, с точки зрения обеспечения высокого уровня безопасности, является погрузочный этап (налив), осуществляемый на специализированных наливных железнодорожных эстакадах, эксплуатируемых на нефтеперерабатывающих предприятиях.

Помимо потенциальной опасности от образования топливо - воздушного облака, разлива нефтепродуктов и их воспламенения, аварийная ситуация на нефтеперерабатывающих предприятиях с учетом масштабы, содержит высокий риск мгновенной эскалации, в связи с чем выполнение погрузочных процессов на таких предприятиях требует высокого уровня защищенности и неукоснительного соблюдения правил охраны труда и окружающей среды.

Одним из действующих на сегодняшний день способов, позволяющих вывести вопрос безопасной эксплуатации процесса погрузки на новый уровень в части предупреждения и предотвращения аварийных ситуаций, является интеграция средств автоматизации [6;7], где погрузочный процесс нефтепродуктов осуществляется с применением автоматизированных систем управления технологическими процессами (далее — АСУТП). АСУТП представлены взаимодействием автоматики, контрольно-измерительных приборов, исполнительных устройств: датчиков предельного уровня, положения наливных стояков, контроля нижнего концентрационного предела распространения пламени и предельно-допустимых концентраций паров нефтепродуктов в воздухе рабочей зоны [8;9].

Большое количество компонентов АСУТП, а также уровней их контроля и регулирования, значительно минимизируют негативное влияние на окружающую среду. Этап следования нефтепродуктов по железнодорожным путям, в свою очередь, лишен подобных технических решений. Большая часть пути, как правило, расположена в условиях отсутствия какой-либо инфраструктуры, способной обеспечить применение автоматизированных сред.

Одновременно с этим, аварийность подвижного состава зачастую носит как тяжелый характер, т. е. представлена разливом значительных объемов перевозимых нефтепродуктов в результате схода части состава с путей, так и легкий, когда разлив происходит через неплотности, образующиеся в сливной системе вагонов-цистерн во время движения или операций по сцепке/расцепке.

Помимо существующих планово-предупредительных мероприятий, выраженных в периодической диагностике и ремонте железнодорожного полотна, технического обслуживания вагонов-цистерн, либо обновления вагонного парка, в настоящее время активно применяются методы прогнозирования вероятных аварийных ситуаций.

Определение масштабов загрязнений, проводимое в целях достоверности, моделируется при помощи геоинформационных систем, содержащих картографические данные с отображением условий местности: рельефа, наличия естественных и искусственных

сооружений, а также процессов, происходящих с нефтью и нефтепродуктами (испарение, инфильтрация в почву) [10] и позволяют более точно определить направление растекания жидкостей при разработке мероприятий по локализации и ликвидации аварий и их последствий. План мероприятий по локализации и ликвидации аварий (далее — ПМЛА) на сегодняшний день является неотъемлемой частью и ключевым методом обеспечения безопасности, реализуемым во избежание либо в целях минимизации последствий инцидентов, возникающих, в том числе, на этапе следования опасного груза.

В состав ПМЛА включается описание сценариев развития чрезвычайных ситуаций, связанных с разливом и возгоранием нефтепродуктов, а также порядок действий, выполняемых специализированными службами оперативного реагирования в зависимости от конкретной ситуации и направленных на мгновенную локализацию и ликвидацию последствий аварии.

Разработка мероприятий в рамках ПМЛА осуществляется, в том числе и в отношении заключительного, разгрузочного этапа, реализуемого на эстакадах слива, эксплуатируемых в составе объектов приема, хранения и отпуска нефтепродуктов (нефтебазах). Утверждаемый ПМЛА также направлен на достижение целей, указанных выше и содержит в себе схожий алгоритм действий.

Однако, отягчающим обстоятельством, в данном случае, является то, что на сравнительно небольших площадях нефтебаз сосредоточены значительные количества пожаро- взрывоопасных веществ и, следовательно, любые возникающие чрезвычайные ситуации максимально предрасположены к увеличению своих масштабов и пагубного воздействия на окружающую среду как загрязняющего, так и уничтожающего характера.

Проведенный анализ состояния защищенности данного этапа показывает неутешительные результаты. Во многом это обусловлено тем, что большое количество эстакад не имеют расширенного оснащения автоматизированной противоаварийной защитой (ПАЗ) как в случае с нефтеперерабатывающими предприятиями. ПАЗ сливных эстакад содержит ограниченное количество приборов контроля, а именно датчики предельно-допустимых концентраций, штатные датчики контроля состояния насосного оборудования.

Все вышеперечисленные средства служат лишь для оповещения персонала и блокировки технологических процессов и не учитывают тот факт, что характерные для этапа разгрузки опасные ситуации, а именно аварийные разливы нефтепродуктов происходят непосредственно на фронте его слива и не устраняются

действующими системами, а по сути применяются отдельно от уже возникших и протекающих аварий, которые в свою очередь ежеминутно наносят непоправимый вред окружающей среде.

Также в процессе исследования выявлено, что отгрузка нефтепродуктов грузополучателем происходит при постоянно открытых люках железнодорожных цистерн. Это обусловлено как конструктивными особенностями, когда полностью открытая сливная система находится в положении, не позволяющем люку закрыться, так и необходимостью поступления воздуха при опорожнении, что создает условия испарения сливаемых нефтепродуктов в атмосферу, а также приводит к загрязнению окружающей среды и присутствию постоянного риска концентрации паровоздушного облака в зоне горловины цистерн, способного вспыхивать от источника зажигания.

Учитывая выявленную высокую уязвимость отгрузочного этапа необходимо внедрение инновационных средств обеспечения безопасности, основанных на принципах локализации, ликвидации и безучастности человека или в отсутствии необходимости его нахождения в опасной зоне при ликвидации чрезвычайной ситуации.

Техническим решением, повышающим защищенность окружающей среды при осуществлении отгрузки легковоспламеняющихся жидкостей грузополучателем, предлагается стационарное устройство прекращения аварийного разлива нефтепродуктов (далее — устройство) (рисунок).

Предлагаемое устройство состоит из малогабаритного мотор-редуктора, выполненного во взрывозащищенном исполнении и герметизирующего диска с воздушным патрубком, которые соединены между собой телескопической трубкой с установленной на ней ответной полкой и датчиком предельного положения.

Приведение устройства в рабочее положение производится персоналом перед началом отгрузочного процесса, путем манипуляции поворотным кронштейном, стационарно закрепленным на металлоконструкции эстакады в верхней эксплуатационной зоне и установкой малогабаритного мотор-редуктора на штангу сливной системы отгружаемого вагона-цистерны.

Работа устройства заключается в оперативном перекрытии донного клапана сливного прибора цистерны 1 в случаях возникновения аварийного пролива отгружаемого нефтепродукта на фронте слива эстакад, обнаруживаемого штатными датчиками предельно-допустимых концентраций паров нефтепродуктов в рабочей зоне 2, работающих в составе ПАЗ.

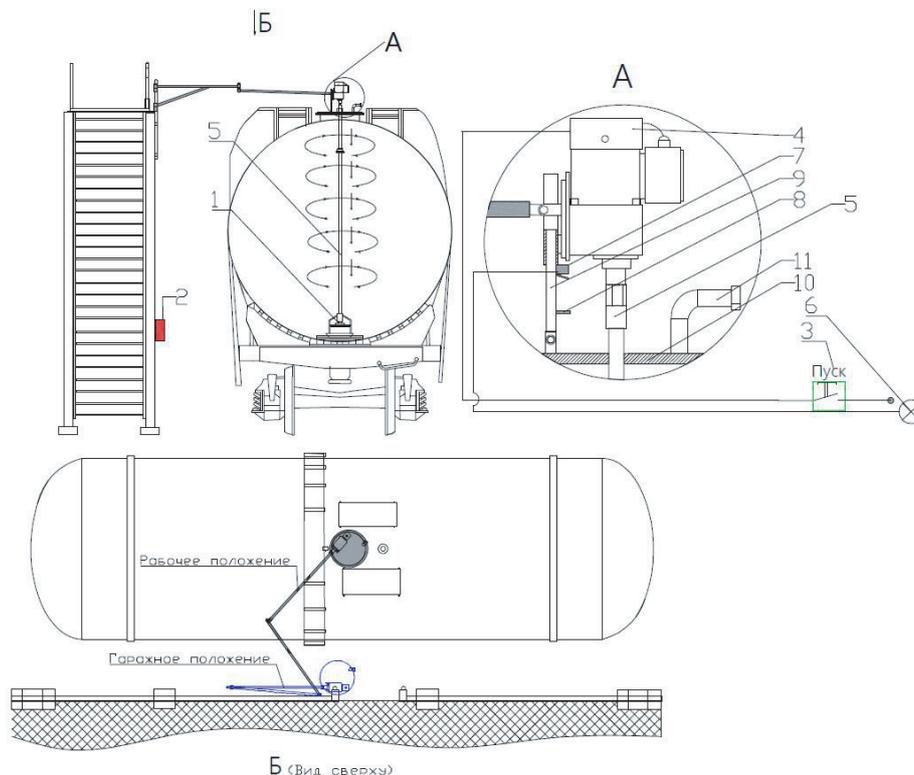


Рисунок. Стационарное устройство прекращения аварийного разлива нефтепродуктов

При срабатывании вышеуказанных датчиков, соответствующий сигнал, свидетельствующий о разливе легковоспламеняющейся жидкости, поступает на операторский пульт, тем самым оповещая персонал о возникшей аварии. После чего сотрудник посредством кнопки «Пуск» 3 активирует малогабаритный мотор-редуктор 4, который, приводя штангу сливной системы 5 во вращение запирает донный клапан цистерны, ликвидируя в кратчайшие сроки возникшую аварийную ситуацию. Остановка исполнительного устройства осуществляется также сотрудником путем отпускания кнопки «Пуск». При достижении предельного положения штанги, сигнал о котором выдается на световой индикатор 6 при контакте датчика 7 с ответной полкой 8, размещенными на телескопической трубке устройства 9 и связывающей мотор-редуктор с герметизирующим диском 10, оборудованным дыхательным патрубком 11 для поступления воздуха при опорожнении цистерны.

Герметизирующий диск, включенный в состав устройства и устанавливаемый на горловину вагона-цистерны решает вопрос испарения нефтепродуктов в атмосферу и образования облака топливно-воздушной смеси, повышая уровень защищенности как для окружающей среды, так и для промышленной безопасности, тем самым минимизируется риск возникновения сце-

нариев взрыва и т.п. По окончании технологического процесса опорожнения цистерн, устройство приводится персоналом обратно в гаражное положение.

Заключение

В результате анализа этапов транспортировки нефтепродуктов железнодорожным транспортом выявлено, что наиболее уязвимым является отгрузочный этап, в связи с чем авторами в рамках данного исследования разработано дополнительное стационарное устройство прекращения аварийного разлива нефтепродуктов. Разработанное устройство позволит повысить уровень безопасности при их перевозке, что будет способствовать снижению негативного воздействия на человека и окружающую среду. Кроме того, предлагаемое техническое решение рекомендуется авторами к использованию в качестве штатного средства для обеспечения безопасности, которое может функционировать совместно с действующими системами ПАЗ либо входить в его архитектуру.

На разработанное «Стационарное устройство для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов из железнодорожных цистерн при выполнении сливных операций» выдан патент № 221429 [11].

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 года № 176 «О стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» : [сайт]. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215668/ (дата обращения: 05.11.23). - Текст : электронный.
2. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утверждены Президентом РФ 30.04.2012) : [сайт]. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129117/ (дата обращения: 05.11.23). - Текст : электронный.
3. Экологическая стратегия ОАО «РЖД» на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года, утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 22.06.2016 г. № 1227р. : [сайт]. - URL: <https://company.rzd.ru/ru/9-353/page/105104?id=958/> (дата обращения: 05.11.23).
4. Медведев, В. И. Методы управления безопасностью перевозочного процесса опасных грузов и пути повышения экологической безопасности на железнодорожном транспорте: специальность 05.22.08 «Управление процессами перевозок» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Медведев Владимир Ильич. - Новосибирск, 2001. - 349 с. - Текст : непосредственный.
5. Концепция новой государственной программы повышения безопасности перевозок опасных грузов / В. И. Медведев, М. Д. Сурков, Ю. А. Танайно, И. О. Тесленко. - Текст : непосредственный // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. - 2021. - № 3(58). - С. 23-32. - DOI: 10.52-170/1815-9265_2021_58_23.
6. Мясагутов, Р. А. Автоматизация и модернизация железнодорожных сливо-наливных эстакад в целях обеспечения безопасности при их эксплуатации / Р. А. Мясагутов, Л. К. Абдрахманова. - Текст : непосредственный // Norwegian Journal of Development of the International Science. - 2018. - № 7-1(20). - С. 59-63.
7. Махонин, Д. А. Железнодорожные сливо-наливные эстакады, современные технологические решения, позволяющие увеличить уровень безопасности на них / Д. А. Махонин. - Текст : непосредственный // Промышленные и строительные технологии. - 2016. - № 7(9). - С. 9. - EDN: VTPRKR.
8. Бадыхшанов, А. Р. Обеспечение безопасной эксплуатации сливоналивных железнодорожных эстакад / А. Р. Бадыхшанов. - Текст : непосредственный // Символ науки: международный научный журнал. - 2021. - № 11-2. - С. 25-27. - EDN: RMZUFT.
9. Обеспечение безопасности при эксплуатации сливо-наливной железнодорожной эстакады на нефтебазе / А. В. Федосов, Н. Х. Абдрахманов, А. С. Тихонова [и др.]. - Текст : непосредственный // Безопасность техногенных и природных систем. - 2021. - № 1. - С. 51-57.
10. Куракина, Н. И. ГИС моделирования нефтяных разливов на магистральных трубопроводах / Н. И. Куракина, Р. А. Мышко. - Текст : непосредственный // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. - 2020. - № 2. - С. 52-60. - EDN: YRLRDZ.
11. Патент РФ № 221429, МПК В65D 90/22 (2006.01). Стационарное устройство для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов из железнодорожных цистерн при выполнении сливных операций : № 202-3110431 : заявлено 21.04.2023 : опубликовано 07.11.2023. Бюл. № 31. / Кузьмин, О.С., Луценко А.Н., Куликова Е.С ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» (ДВГУПС). - 7 с : ил. - Текст : непосредственный.