

Новая арматура для нефтебензиновых вагонов-цистерн



С. А. Федоров,
канд. техн. наук, заместитель исполнительного директора, директор дирекции проектирования грузовых вагонов ООО «Всесоюзный научно-исследовательский центр транспортных технологий» (ВНИЦТТ)



М. В. Агинских,
начальник отдела «Цистерны» ВНИЦТТ



А. В. Калугин,
руководитель конструкторской группы ВНИЦТТ

Вопросы совершенствования сливной арматуры имеют важное значение для безопасности перевозок опасных грузов. В статье описаны новые технические решения сливного прибора вагона-цистерны, позволяющего в зимнее время сливать нефтепродукты с использованием гидромонитора и нового предохранительного клапана, обеспечивающего лучший контроль за давлением в котле.

Вагоны-цистерны в зависимости от физико-химических свойств грузов, для перевозки которых они предназначены, оборудуются различной арматурой для выполнения сливо-наливных операций и защиты котла от разрушения в случае возникновения нештатных или аварийных ситуаций. Основные требования к вагонам-цистернам и их оснащённости определены соответствующими нормативными документами [1, 6, 7, 9, 10]. Так, согласно действующим нормам вагоны-цистерны для нефтепродуктов должны оборудоваться нижним сливным устройством и предохранительно-впускным клапаном.

До недавнего времени цистерны для нефтепродуктов комплектовались универсальным сливным прибором (рис. 1), включающим два независимых запорных устройства: внутренний клапан и откидную крышку [8]. Единые присоединительные размеры патрубка сливного устройства обеспечивают возможность подключения к существующим сливо-наливным эстакадам [3].

Вороток 1, шарнирно соединённый с винтовой штангой 2 управления сливным прибором, расположен в горловине люка-лаза. На нижнем конце штанги закреплён клапан 3 с уплотнительным кольцом 9, который при вращении воротка поднимается или опускается на седло 10, обеспечивая таким образом открытие и закрытие сливного прибора. Труба сливного прибора 5 снаружи закрывается откидной крышкой 6, прижимаемой к торцу трубы нажимным винтом 7. Кольцевой наконечник 8 сливной трубы обеспечивает возможность герметичного присоединения сливного рукава. Корпус сливного прибора обо-

рудован кожухом 4, который может при сливе продукта заполняться паром для обогрева в зимнее время.

Уплотнительные прокладки и кольца сливного прибора изготавливаются из маслостойкой резины, имеющей нижний предел температуры эксплуатации минус 50 °С.

За последнее десятилетие нормативные документы, определяющие требования к устройствам нижнего слива вагонов-цистерн для нефтепродуктов, изменились в более жесткую сторону. Соответствующие этим изменениям решения были приняты Советом по железнодорожному транспорту государств — участников содружества. Так, теперь устройство нижнего слива должно включать уже не два, а три последовательно установленных и взаимно независимых запорных устройства [9, 10, 11].

Также изменилось требование по минимальной эксплуатационной температуре: вагоны и их комплектующие должны изготавливаться в климатическом исполнении УХЛ с нижним пределом температуры эксплуатации минус 60 °С.

В рамках создания собственной арматуры для установки на вагоны-цистерны для нефтепродуктов объектами разработки стали устройство нижнего слива и клапан предохранительно-впускной.

Первой разработкой по данной тематике являлся проект сливного устройства, в котором универсальный сливной прибор был интегрирован с дополнительным запорным органом — затвором дисковым Ду-200 (рис. 2). Габаритные и присоединительные размеры сливного устройства остались неизменными по отношению к исходному варианту. Для выполнения требования по минимальной

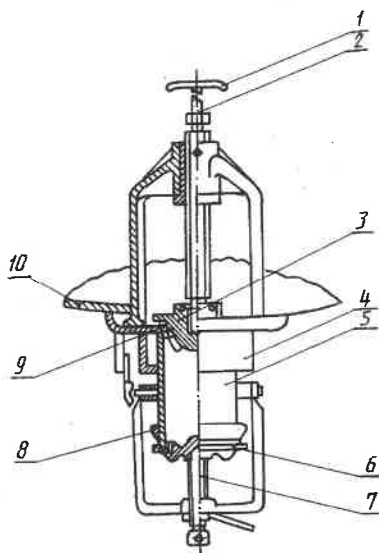


Рис. 1. Универсальный сливной прибор



Рис. 2. Устройство нижнего слива с дисковым затвором Ду-200



Рис. 3. Устройство нижнего слива с затвором СТХ3.492426.004

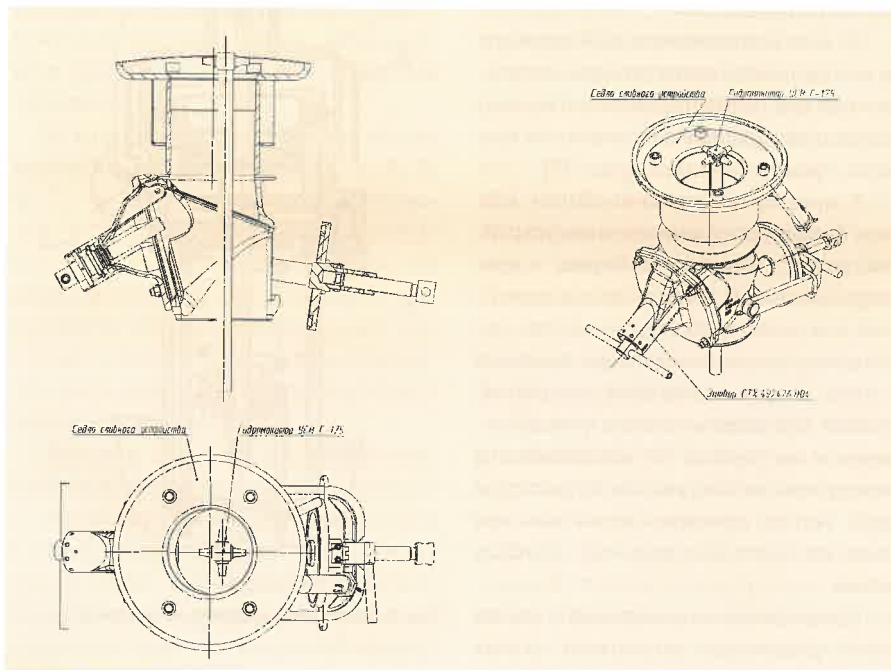


Рис. 4. Схема расположения в устройстве нижнего слива с затвором СТХ3.492426.004 гидромонитора УСН Г-175

эксплуатационной температуре минус 60 °С для изготовления уплотнительных колец была применена резина специальной марки.

В таком исполнении требования о наличии в цистерне устройства нижнего слива с тремя запорными устройствами были выполнены.

Достоинствами данной конструкции, имеющей множество аналогов в эксплуатации, являются небольшие габаритные размеры, сравнительно низкая стоимость затвора, простота технических решений.

Однако указанное устройство ограничивает возможность применения

установок нижнего слива с гидромонитором, например, УСН Г-175. Поворотный диск в открытом положении промежуточного затвора закрывает центральную часть проходного сечения сливного устройства и не позволяет ввести внутрь цистерны гидромонитор [14,15]. Этот недостаток становится препятствием для части перевозок нефтепродуктов, требующих разогрева в зимнее время.

Для снятия ограничения по соединению к цистернам установок нижнего слива УСНГ-175 была выполнена новая разработка — проект устройства нижнего слива с затвором СТХ3.492426.004, единственным на сегодняшний день принятым и сертифицированным промежуточным запорным органом со свободной проточной частью. Общий вид устройства приведен на рис. 3.

По устройству нижнего слива с затвором СТХ3.492426.004 ООО «ВНИЦТТ» совместно с АО «ТихвинХимМаш» был проделан комплекс опытно-конструкторских работ и получено право серийного выпуска вагонов-цистерн с этим сливным устройством.

На рис. 4 представлена схема расположения гидромонитора УСН Г-175 (габаритный размер по форсункам 108 мм) в устройстве нижнего слива с затвором СТХ3.492426.004. При такой компоновке минимальное свободное пространство от гидромонитора до проточной части затвора СТХ3.492426.004 составляет 16 мм.

Некоторая часть существующих эстакад, оборудованных установками нижнего слива зарубежного производства, например EMCO Wheaton, имеет гидромонитор большей величины — с габаритным размером по форсункам 158 мм. На схеме расположения гидромонитора EMCO Wheaton в устройстве нижнего слива с затвором СТХ3.492426.004 (рис. 5) видно, что для подключения цистерн с таким затвором на эстакадах потребуются проведение дополнительной операции по позиционированию форсунок гидромонитора.

Сливное устройство с затвором СТХ3.492426.004 позволяет осуществлять монтаж (демонтаж) установок нижнего слива двумя способами, обусловленными габаритными размерами гидромониторов по форсункам:

- с произвольным углом поворота форсунок гидромонитора вокруг вертикальной оси при размере по форсункам до 130 мм (соответствует

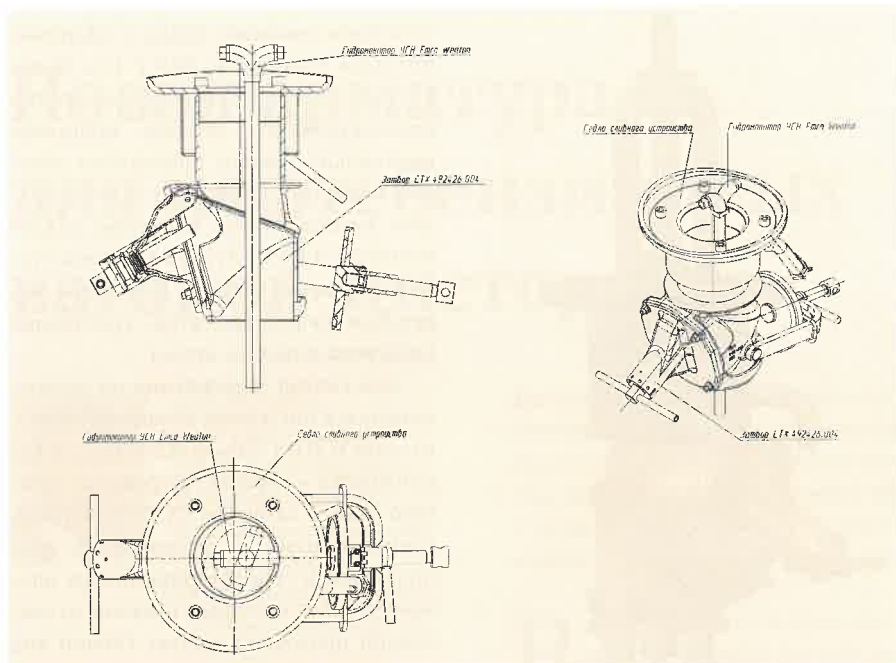


Рис. 5. Схема расположения в устройстве нижнего слива с затвором СТХ3.492426.004 гидромонитора EMCO Wheaton



Рис. 6. Устройство нижнего слива с задвижкой шиберной НЗК Н1-200-10-Р-УХЛ1

минимальному зазору между гидромонитором и сливным устройством 5 мм);

- с фиксированным углом поворота форсунок гидромонитора вокруг вертикальной оси гидромонитора при размере по форсункам более 130 мм и их количестве не более двух.

В развитие второго исполнения конструкции устройства нижнего слива в качестве промежуточного затвора была использована задвижка шиберная НЗК Н1-200-10-Р-УХЛ1 (Ду-200), не ограничивающая размеры проходного сечения. Общий вид устройства приведен на рис. 6.

При открытии шиберной задвижки проходное сечение сливного устройства освобождается на 100 %, что позволяет разгружать цистерны на любых существующих эстакадах с установками нижнего слива типа УЧН вне зависимости от наличия или отсутствия гидромонитора.

Наличие в приводе шиберной задвижки конического редуктора позволило разместить штурвал внизу по оси цистерны и обеспечить к нему доступ с обеих сторон вагона.

Сегодня ведутся подготовительные работы к изготовлению первого образца вагона-цистерны с таким сливным устройством для проведения испытаний и последующего внедрения при изготовлении серийно выпускаемых АО «ТихвинХимМаш» вагонов-цистерн и проведения опытной эксплуатации новой конструкции.

Второй решенной ВНИЦТТ задачей стало создание собственного предохранительно-впускного клапана для установки на котлы вагонов-цистерн для нефтепродуктов.

До недавнего времени на большинстве находящихся в эксплуатации вагонов-цистерн для нефтепродуктов устанавливались предохранительно-впускные клапаны, представленные на рис. 7 [8].

В предохранительно-впускном клапане фактически совмещены два устройства разного назначения. Первое — предохранительный клапан, предназначенный для защиты оборудования при неконтролируемом повышении давления в котле. Второе — впускной, предназначенный для защиты котла в пути следования и на стоянке от возникновения недопустимого вакуума после разогрева груза паром, пропарки котла или при сливе продукта при закрытых крышках люков.

Предохранительно-впускной клапан имеет отдельную регулировку усилия затяжки пружины 1 клапана максимального давления 2 и пружины 3 вакуумного клапана 4. Регулировка клапанов производится на избыточное давление 0,15 МПа и на разрежение 0,01–0,02 МПа. Для предотвращения нарушения регулировки на предохранительно-впускной клапан устанавливаются две пломбы.

Основные элементы таких клапанов выполнялись из углеродистой и низколегированной стали. Использование доступных широко распространенных материа-

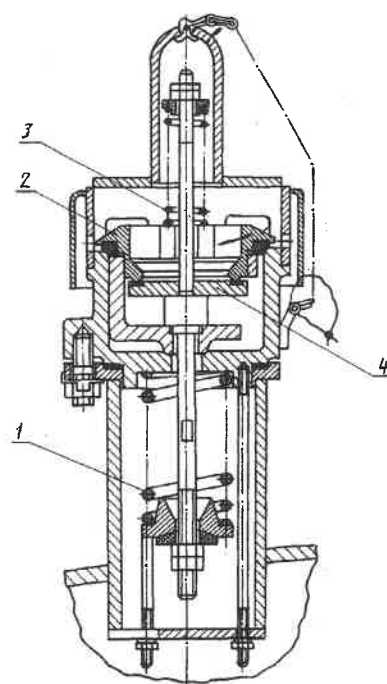


Рис. 7. Клапан предохранительно-впускной

лов позволяло делать изделия недорогими и получать их в нужном количестве, но из-за возникновения коррозии от воздействия окружающей среды долговечность таких клапанов была небольшой. При капитальном ремонте вагонов-цистерн зачастую требовалась замена клапанов на новые, так как восстановление было практически невозможно. Также известны случаи, когда из-за заклинивания впускного клапана котел цистерны терял устойчивость и восстановлению не подлежал.

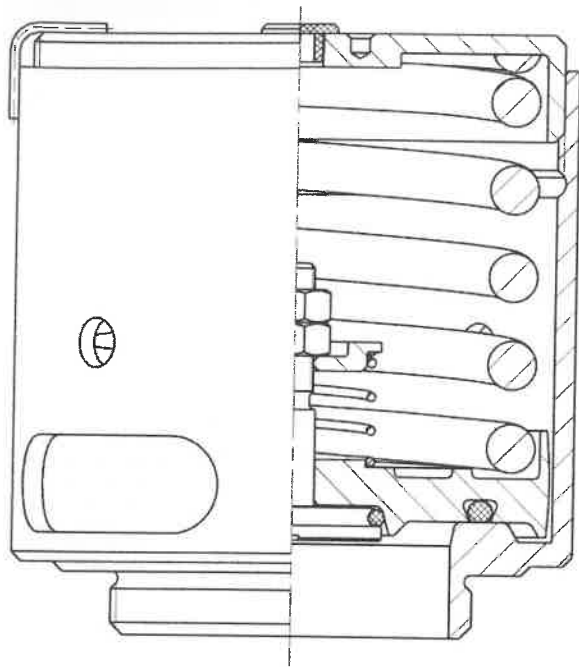


Рис. 8. Предохранительно-впускной клапан

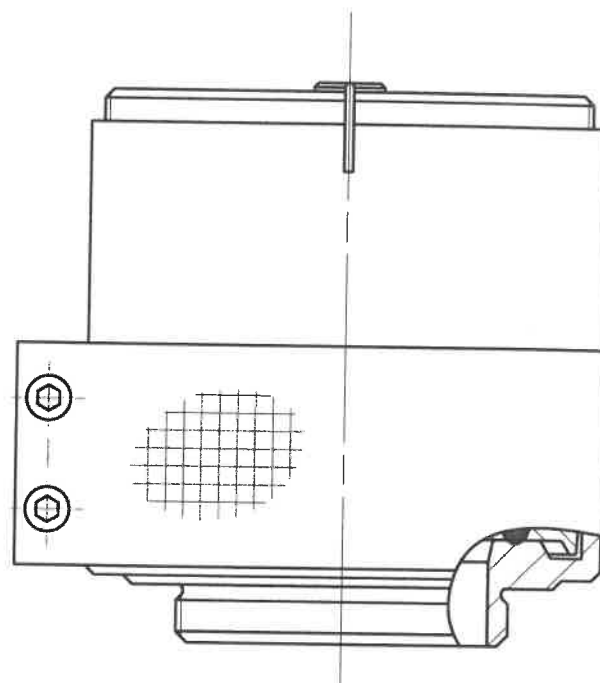


Рис. 9. Предохранительно-впускной клапан с пламяпрерывающей сеткой

Таким образом, применяемые предохранительно-впускные клапаны морально устарели и уже не соответствуют требованиям сегодняшнего времени. Постоянно растет номенклатура перевозимых в вагонах-цистернах грузов, увеличиваются межремонтные сроки и сервисные интервалы.

В ходе работ был проведен анализ нормативных документов [1, 2, 4, 5, 6, 7, 9], устанавливающих требования к предохранительным устройствам котлов вагонов-цистерн, изучен опыт применения предохранительных устройств на железнодорожных цистернах в США и Европе, на контейнерах-цистернах для интермодальных перевозок жидких грузов.

Клапаны относятся к классу ремонтируемых восстанавливаемых изделий с регламентированной дисциплиной восстановления, для них в обязательном порядке устанавливаются назначенные срок и ресурс. Для основных элементов и (или) их покрытий используются материалы, стойкие по отношению к рабочей среде и внешним климатическим факторам [5]. Также для применения клапанов на железнодорожном транспорте подтверждается их стойкость к воздействию вибрации для группы механического исполнения М25 [4].

Основными зарубежными производителями предохранительной арматуры для железнодорожных цистерн и контейнеров-цистерн являются компании Midland, Gestra, Perolo, Fort Vale. В кла-

панах производства Perolo и Fort Vale все металлические элементы изготовлены из коррозионностойкой стали. У клапанов компаний Midland и Gestra из коррозионностойкой стали изготавливаются только подвижные элементы.

Предохранительно-впускной клапан разработки ВНИЦТТ показан на рис. 8. Материал основных элементов — коррозионно-стойкая сталь 12Х18Н10Т. Уплотнительные кольца предохранительного и впускного клапанов круглого сечения отличаются только размерами и имеют одинаковую принципиальную конструкцию — силиконовый сердечник в оболочке из фторопластовой пленки.

Такие уплотнения являются стойкими к большинству химических веществ и обладают широким температурным диапазоном применения (от $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$). При более высокой первоначальной стоимости конструкция клапана из коррозионно-стойкой стали позволяет снизить последующие эксплуатационные затраты.

На предварительном этапе рассматривались конструкции с внешним и с внутренним расположением пружины предохранительного клапана. Выбор был сделан в пользу компоновки с внешним расположением, поскольку при такой конструкции исключается воздействие на пружину перевозимого груза.

Решение по внешнему расположению пружины и химически стойким

прокладкам делает потенциально возможным применение клапана при перевозке большинства химических грузов за исключением агрессивных по отношению к материалу основных элементов — стали 12Х18Н10Т. Из одного набора деталей возможно создавать модификации клапана с различным давлением срабатывания путем замены одной пружины и (или) установки второй, дополнительной, меньшего диаметра.

Также для клапана имеется возможность установки с наружной стороны пламяпрерывающей сетки, необходимой в случае перевозки легковоспламеняющихся веществ при наличии в составе предохранительного устройства впускного клапана. Общий вид клапана с установленной пламяпрерывающей сеткой приведен на рис. 9.

Сегодня созданы две модификации предохранительно-впускного клапана:

- с давлением настройки предохранительного клапана 0,15 МПа — для применения в цистернах при перевозке нефтепродуктов средней и низкой степени опасности;
- с давлением 0,30 МПа — для максимально широкого спектра нефтепродуктов, в том числе относящихся к веществам с высокой степенью опасности.

В обеих модификациях давление срабатывания впускного клапана составляет 0,015 МПа.

Оба клапана прошли полный комплекс приемочных и сертификационных испытаний. Завершаются работы по подтверждению возможности применения этих устройств в котлах вагонов-цистерн для нефтепродуктов производства АО «ТихвинХимМаш».

В ближайших планах создание модификации клапана без впускной части, а также проведение работ по включению клапанов в состав котлов вагонов-цистерн для химических грузов, в том числе коррозионных веществ класса 8.

На технические решения, использованные в конструкциях сливных устройств, получены патенты на полезную модель [12, 13].

Литература

1. ГОСТ Р 51659–2000. Вагоны-цистерны магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические условия.
2. ГОСТ 12.2.085–2017. Арматура трубопроводная. Клапаны предохранительные. Выбор и расчет пропускной способности.
3. ГОСТ 18194–79. Установки для нижнего слива (налива) нефти и нефтепродуктов железнодорожных вагонов-цистерн. Технические условия.

4. ГОСТ 30631–99. Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации.
5. ГОСТ 31294–2005. Клапаны предохранительные прямого действия.
6. ТР ТС 001/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава».
7. ТР ТС 032/2013. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением».
8. Специализированные цистерны для перевозки опасных грузов : справочное пособие. – Москва : Издательство стандартов, 1993.
9. СМГС «Правила перевозок опасных грузов». Приложение 2.
10. Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам (в редакции с изменениями и дополнениями и дополнениями от 23.11.07 г., 30.05.08 г., 22.05.09 г.) : утверждены Советом по железнодорожному транспорту протоколом от 5 апреля 96 г. № 15.
11. Правила перевозок жидких грузов наливом в вагонах-цистернах и ваго-

- нах бункерного типа для перевозки нефтебитума : утверждены Советом по железнодорожному транспорту государств – участников содружества протоколом от 21–22 мая 2009 г. № 50.
12. Патент RU 158654. Сливное устройство железнодорожной цистерны. Авторы: Кякк К. В., Денежкин Д. Б. и др.
13. Патент RU 170721. Запорно-сливное устройство железнодорожного вагона-цистерны. Авторы: Савушкин Р. А., Кякк К. В. и др.
14. Песляк, А. В. Повышение универсальности вагонов-цистерн для перевозки нефтехимических грузов / А. В. Песляк, Н. А. Битюцкий, М. Н. Сувернев [и др.] // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2020. – Вып. 4. – С. 477–489.
15. Федоров, С. А. Совершенствование сливных устройств вагонов-цистерн для перевозки нефтепродуктов / С. А. Федоров, А. Ф. Дроздов // Развитие методов проектирования и внедрение новых видов ремонта грузовых специализированных вагонов : сборник научных трудов / под ред. А. А. Битюцкого. – Санкт-Петербург : Инженерный центр вагоностроения, 2008. – Вып. 4. – С. 55–63.

ТРАНСПОРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПОРТАЛ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Портал **ROSTRANSPORT.COM** – это информационная площадка для встречи специалистов транспортной отрасли.

Пишите, и Ваше мнение узнает вся транспортная Россия.

