

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

УДК 629.463.32

А. В. ПУТЯТО, доктор технических наук, Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого

**КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ
УНИВЕРСАЛЬНОГО СЛИВНОГО ПРИБОРА ВАГОНА-ЦИСТЕРНЫ В УСЛОВИЯХ ДЕПО**

Обозначена проблема эксплуатационной надежности устройств для нижнего слива жидких грузов из вагонов-цистерн. Приведено описание ряда технических решений для модернизации установленного универсального сливного прибора с двумя степенями защиты. Предлагаемые разработки отличаются простотой реализации в рамках выполнения плановых видов ремонта в условиях вагонных депо.

Введение. В настоящее время большинство нефтебензиновых вагонов-цистерн оборудованы универсальным сливным прибором, имеющим две степени защиты [1]. Основной затвор этого прибора в виде круглого запорного клапана с седлом располагается внутри верхней части подлого цилиндрического корпуса, при этом упомянутый клапан с закрепленным на нём резиновым уплотнительным кольцом имеет возможность относительного перемещения вверх и вниз без поворота относительно седла при вращении штанги управления. Нижний дополнительный затвор такого сливного прибора включает в себя ступенчатую круглую наружную крышку с закрепленной на её внутренней поверхности уплотнительной прокладкой. Крышка прижимается на прокладке снаружи к нижней торцовой поверхности вертикальной цилиндрической части корпуса сливного прибора с помощью нажимного винта, соединённого подвижно с указанной крышкой. Опорой для нажимного винта служит откидная скоба с резьбовой втулкой в средней своей части, соединённая подвижно с цилиндрической частью корпуса сливного прибора при помощи валиков. Для предотвращения самопроизвольного открывания наружной крышки предусмотрена стопорная гайка с рукояткой, размещённая на нажимном винте.

Для указанной конструкции прибора не исключается возможность течи груза, крайне опасной в пожарном отношении при перевозке бензина, лигроина и других светлых нефтепродуктов, а также в отношении экологической безопасности. Такая проблема встречается не только на Белорусской железной дороге. Она характерна и для других стран. В частности, более 78 % инцидентов при транспортировке опасных грузов на ОАО «РЖД» связано с использованием цистерн, а на Дальневосточной железной дороге этот показатель составляет около 98 % [3]. Характерно, что анализом Парето, применённым для выявления наиболее существенных факторов, которые влияют на возникновение аварийных ситуаций при перевозке нефтепродуктов применительно к указанному региону, выявлена доля в 35 %, приходящаяся на течи через сливной прибор [2].

Кроме того, в соответствии со специальным условием 78, приведённым в Правилах перевозок опасных грузов по железным дорогам [5], вагоны-цистерны для перевозки опасных грузов должны иметь нижний сливной прибор с тремя степенями защиты (три затворами)

или верхний слив и налив. С учетом вышеприведенного требования разработан ряд новых конструкций сливных приборов, имеющих три степени защиты. Такие приборы в настоящее время выпускаются несколькими предприятиями на территории РФ и государств СНГ: АО Корпорация «Сплав», АО «ЭПФ Судотехнология», АО «Русхиммаш» и др. [4, 10].

Опыт эксплуатации и анализ конструктивных особенностей сливных приборов с тремя степенями защиты выявили ряд их недостатков: уменьшение проходного отверстия и, как следствие, увеличение времени разгрузки груза; течи в местах уплотнений вала, на котором крепится промежуточный (третий) затвор.

Усовершенствование конструкции универсального сливного прибора с двумя степенями защиты. При разработке усовершенствования сливного устройства вагонов-цистерн за прототип принималась конструкция универсального сливного прибора [1]. Задачей совершенствования конструкции является повышение надежности устройства для слива перевозимого груза путем устройства второго дополнительного уплотнения сливного отверстия в цилиндрической нижней части корпуса сливного прибора. Технический результат достигается за счёт того, что сливной прибор, который содержит корпус с основным затвором в виде запорного внутреннего клапана в верхней своей части и с независимым дополнительным нижним затвором в виде ступенчатой наружной крышки с уплотнительной прокладкой и прижимаемой к корпусу при помощи закрепленной на нём откидной скобы, снабжённой винтом со стопорной гайкой, имеет еще ступенчатый дополнительный поршень, который снабжен кольцевым уплотнением и скреплен неподвижно и соосно по торцу меньшей своей ступени на прокладке со ступенчатой круглой наружной крышкой. Указанный поршень установлен внутри нижней цилиндрической части корпуса, а упомянутое кольцевое уплотнение размещено на цилиндрической поверхности большей ступени ступенчатого поршня. Это условие необходимо для обеспечения возможности отвода крышки с прикрепленным к ней поршнем в сторону от цилиндрической части прибора на откидной скобе.

На рисунке 1 показаны совмещённые половины вида и разреза нижней части модернизированного сливного прибора. Сливной прибор содержит ступенчатую круглую наружную крышку 1 с уплотнительной резиновой прокладкой 2, болтами 3 и крепительным кольцом 4;

корпус 5; прижимной винт 6; болт 7; скобу откидную 8; валики 9; стопорную гайку 10; рукоятку 11; ступенчатый дополнительный поршень 12 с кольцевым уплотнением 13, уплотнительной прокладкой на торце меньшей ступени (на рисунке условно не показана) и крепежными болтами 14. Устройство работает следующим образом. В открытом состоянии прибора (после слива груза) закрепляют по месту в седле основной верхний запорный клапан, а затем вращением винта 6 заводят верхний край поршня 12 внутрь цилиндрической части корпуса 5. Дальнейшее аксиальное перемещение поршня 12 с крышкой 1 до упора ее в торец корпуса 5 через прокладку 2 (при вращении винта 6) обеспечивается сдвоенное уплотнение (по прокладке 2 и дополнительному кольцевому уплотнению 13) проходного отверстия в нижней части корпуса 5. Полученный сдвоенный нижний затвор в закрытом состоянии фиксируется с помощью контргайки 10. В эксплуатации в случае разрыва одной из ветвей откидной скобы 8 поршень 12 с уплотнением 13 остается внутри цилиндрической части корпуса 5, что сохраняет работоспособность нижнего затвора сливного прибора.

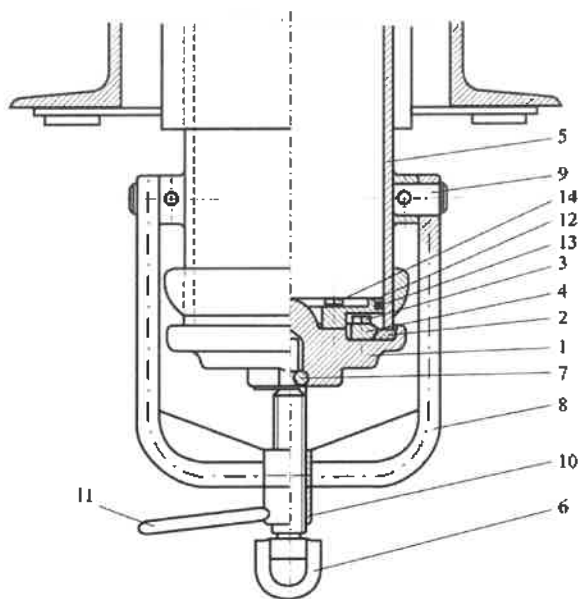


Рисунок 1 – Усовершенствованная конструкция универсального сливного прибора [6]

Конструкции устройств для нижней разгрузки котла с тройным запирающим проходного отверстия.

Дальнейшие разработки направлены на реализацию тройного запирающего сливного отверстия применяемых устройств для нижнего слива груза из цистерн.

Так, в разработке, приведенной на рисунке 2, технический результат достигается за счёт того, что сливной прибор, содержащий корпус с основным затвором в виде запорного внутреннего клапана в верхней части и с независимым дополнительным нижним затвором в виде ступенчатой наружной крышки, снабжённой уплотнительной прокладкой и прижимаемой к корпусу при помощи закреплённой на нём откидной скобы с винтом и стопорной гайкой, включает ещё один внутренний затвор. Второй внутренний промежуточный затвор в виде ступенчатой удлинённой втулки с уплотнением на большей своей ступени по окружности цилиндрической части сливно-

го отверстия корпуса прибора размещается внутри последнего между верхним и нижним затворами. Ступенчатая удлинённая втулка прижимается торцом своей меньшей ступени к крепежной стойке с внутренней резьбой на одном конце, которая закреплена вторым своим концом концентрично на нижнем торце верхнего основного клапана при помощи ступенчатого стяжного болта. На большей ступени удлинённой втулки, снабжённой внутренней резьбой, размещено кольцевое уплотнение, закреплённое на последней при помощи прижимного кольца и крепежной втулки с наружной резьбой. Указанные прижимное кольцо и крепежная втулка размещены концентрично относительно упомянутого выше ступенчатого стяжного болта. На торце большей ступени последнего, контактирующем с торцом меньшей ступени удлинённой втулки, имеется уплотнительная прокладка. Указанным образом создаётся третий затвор в цилиндрической части сливного прибора дополнительно к имеющимся основному верхнему затвору (в виде конусного внутреннего клапана с уплотнением в седле корпуса) и ступенчатой наружной крышке с уплотнительной прокладкой.

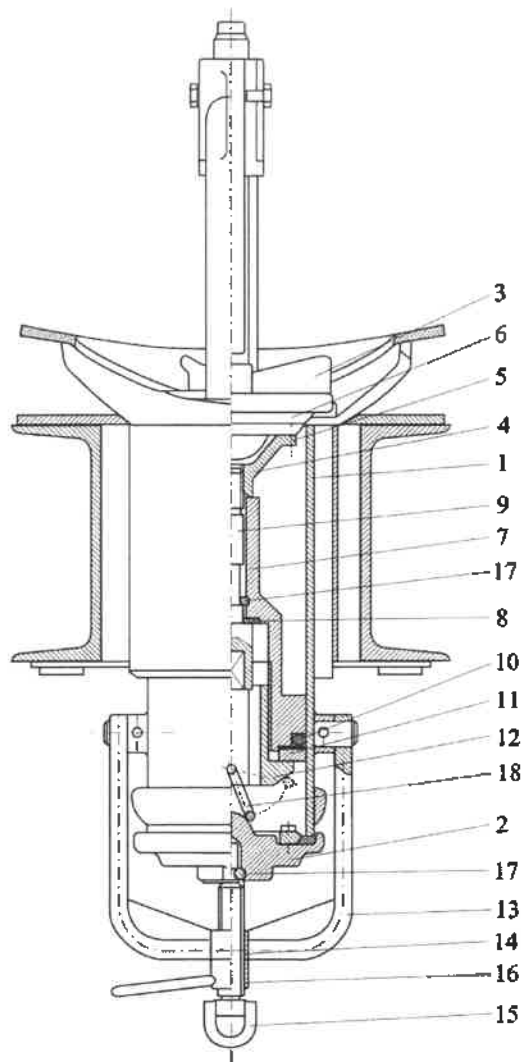


Рисунок 2 – Конструкция сливного прибора с тройной защитой [7]

Разработанная конструкция сливного прибора с тройным запирающим проходного отверстия содержит корпус 1; ступенчатую нижнюю наружную крышку 2,

снабжённую уплотнительной прокладкой (нижний наружный затвор); запорный клапан 3 (основной внутренний верхний затвор); стойку крепёжную 4 с внутренней резьбой, закреплённую тремя шпильками 5 прижимного кольца 6 уплотнения запорного клапана; втулку ступенчатую удлинённую 7 промежуточного внутреннего затвора, прижимаемую своей меньшей ступенью с прокладкой 8 к стойке 4 при помощи стяжного болта 9; уплотнение 10 с прижимным кольцом 11 и резьбовой втулкой 12 (т. е. в существующую конструкцию дополнительно устанавливается блок промежуточного внутреннего затвора из элементов 7–12 при помощи крепёжных деталей 4, 5, 9). Крышка 2 прижимается на прокладке к торцу цилиндрического корпуса 1 сливного прибора при помощи откидной скобы 13 с резьбовой втулкой 14 и болта прижимного 15 с контргайкой 16.

Сливной прибор работает следующим образом. Закрывают клапан 3 и при открытом положении крышки 2, сдвинутой в сторону от проходного отверстия сливного прибора на откидной скобе 13, заводят снизу внутрь цилиндрической части корпуса 1 в сборе элементы 7–12 (блок промежуточного затвора в свободном состоянии). Заворачивают болт 9 в резьбовую часть стойки 4 и зажимают уплотнительную прокладку 8. Затягивают по резьбе втулку 12, прижимая кольцом 11 уплотнение 10 по месту установки на большей ступени втулки 7. При такой установке промежуточного затвора при непредвиденном подъёме основного клапана 3 или разрыве скобы 13 в эксплуатации сохраняется двойной затвор сливного прибора. После закрепления уплотнения 10 по месту ставят на торец корпуса прибора наружную крышку 2, прижимают её винтом 15 на откидной скобе 13 с резьбовой втулкой 14 и фиксируют в прижатом положении с помощью контргайки 16. Для фиксации положения стяжного болта 9 во внутренней полости удлинённой ступенчатой втулки 7 используется шпилька 17. Скоба 18 предназначена для подвешивания на ней извлечённого из сливного прибора наружу блока промежуточного затвора в сборе (элементы 7–12, 17, 18) на хребтовой балке рамы вагона-цистерны (по аналогии с применяемой навеской болта 15, откидываемой в сторону на скобе 13 нижней крышки 2). Для слива груза перечисленные операции выполняют в обратном порядке. После отворачивания винта 15 отводят крышку 2 в сторону на скобе 13 и навешивают последнюю на крючок на раме вагона-цистерны, отворачивают частично втулку 12 и ослабляют при этом уплотнение 10, а затем выворачивают из стойки 4 болт 9. Освобождённый блок промежуточного затвора в собранном состоянии (7–12, 17, 18) вынимают полностью из корпуса сливного прибора и временно закрепляют на раме вагона. После этого открывают основной запорный клапан 3 и сливают груз.

Заслуживает внимания также разработка, приведённая на рисунке 3. Технический результат достигается за счёт того, что сливное устройство с основным затвором (запорным внутренним клапаном) в верхней части корпуса и с независимым нижним затвором в виде ступенчатой наружной крышки, снабжённой уплотнительной прокладкой и прижимаемой к корпусу при помощи закреплённой на нём откидной скобы с винтом, включает дополнительный промежуточный затвор. Промежуточный затвор размещается внутри корпуса прибора между верхним и нижним затворами и выполнен в виде корот-

кого поршня, снабжённого центральным стяжным болтом, прижимным диском и направляющими соосного перемещения последнего относительно поршня при вращении стяжного болта. В стенках юбки поршня диаметрально расположены направляющие (в виде прорезей) для его установки на штифтах, закреплённых радиально на внутренних стенках цилиндрического корпуса сливного прибора с помощью электросварки, при этом на наружной цилиндрической поверхности головки поршня имеются канавки щелевого уплотнения. Аналогичное уплотнение выполнено и на наружной цилиндрической поверхности прижимного диска, центральное отверстие которого снабжено кольцевым уплотнением по цилиндрической поверхности стяжного болта, а на внешнем (относительно поршня) торце диска закреплена предохранительная скоба, предназначенная для удержания упомянутого стяжного болта в центральном резьбовом отверстии головки поршня. Между головкой поршня и внутренней поверхностью нажимного диска установлено эластичное кольцо уплотнения по внутренней окружности корпуса сливного прибора. Таким образом, создаётся третий затвор в цилиндрической части сливного прибора дополнительно к имеющимся основному верхнему затвору (в виде конусного внутреннего клапана с уплотнением в седле корпуса) и ступенчатой наружной крышке с уплотнительной прокладкой.

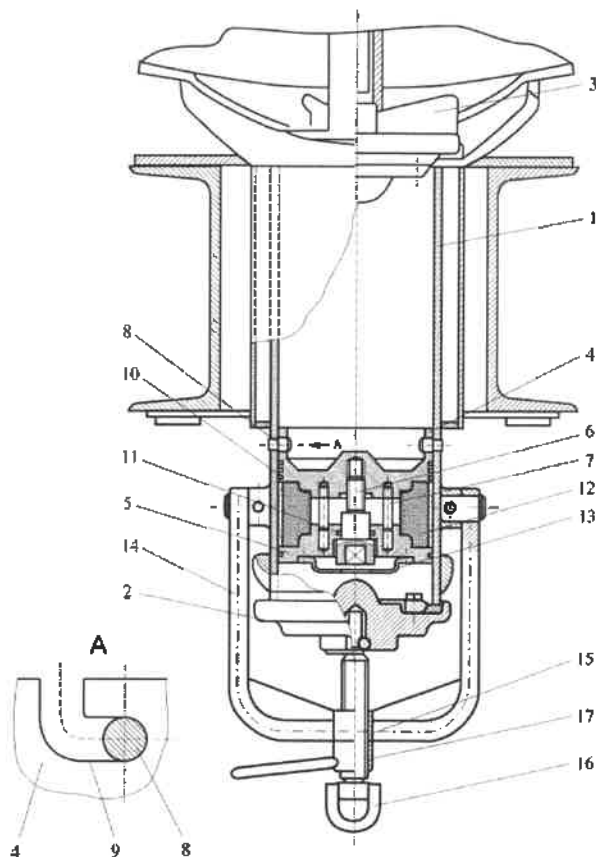


Рисунок 3 — Конструкция сливного прибора с тройной защитой [9]

Устройство содержит корпус 1; ступенчатую нижнюю наружную крышку 2, снабжённую уплотнительной прокладкой (нижний наружный затвор); запорный клапан 3 (основной внутренний верхний затвор); поршень 4; прижимной диск 5; стяжной специальный болт 6; направляющие 7 относительного перемещения диска;

штифты 8, расположенные между направляющими 9 стенок (в прорезях) юбки поршня; снабженного щелевым уплотнением 10; кольцевое уплотнение 11; эластичное кольцо 12; предохранительную скобу 13 (блок из элементов 4–13 в сборе – промежуточный затвор); откидную скобу 14; резьбовую втулку 15; прижимной болт 16 и контргайку 17.

Сливной прибор работает следующим образом. Закрывают клапан 3 и при открытом положении крышки 2, сдвинутой в сторону от проходного отверстия сливного прибора на откидной скобе 14, заводят снизу внутрь корпуса 1 в сборе элементы 4–13 (блок промежуточного затвора в свободном состоянии) таким образом, чтобы штифты 8 вошли в прорези юбки поршня между направляющими 9, и поворачивают за скобу 13 блок промежуточного затвора по часовой стрелке (согласно чертежу) до упора. Затем заворачивают болт 6 для обеспечения запирания проходного сечения корпуса 1 за счёт упругой деформации эластичного кольца 12. При такой установке промежуточного затвора при непредвиденном подъёме основного клапана 3 или разрыве скобы 14 в эксплуатации сохраняется двойной затвор сливного прибора. После закрепления уплотнения 12 по месту ставят на торец корпуса 1 крышку 2, прижимают её винтом 16 на откидной скобе 14 с резьбовой втулкой 15 и фиксируют в прижатом положении с помощью контргайки 17. Скоба 13 предназначена для подвешивания на ней извлечённого из сливного прибора наружу блока промежуточного затвора в сборе (элементы 4–13) на хребтовой балке рамы вагона-цистерны (по аналогии с применяемой навеской, откидываемой в сторону на скобе 14 нижней крышки 2). Блок промежуточного затвора связан при помощи гибкого элемента (на чертеже условно не показан) с крышкой 2. Для слива груза перечисленные операции выполняют в обратном порядке. После отворачивания винта 16 отводят крышку 2 в сторону на скобе 14, отворачивают частично болт 6 и ослабляют уплотнение 12, а затем при повороте против часовой стрелки и сдвиге вниз вынимают полностью из корпуса 1 блок промежуточного затвора и закрепляют совместно с крышкой 2 на раме вагона-цистерны. После этого открывают основной запорный клапан 3 и сливают груз.

Технический результат разработки, приведенной на рисунке 4, достигается за счёт того, что устройство для слива нефтепродуктов, содержащее корпус с основным затвором в виде запорного внутреннего клапана в верхней своей части и с независимым нижним затвором в виде ступенчатой круглой наружной крышки, снабжённой уплотнительной прокладкой и прижимаемой к корпусу при помощи закрепленной на нём откидной скобы, имеющей винт со стопорной гайкой, включает ещё один внутренний промежуточный затвор.

Внутренний промежуточный затвор размещается внутри цилиндрической части корпуса прибора между запорным внутренним клапаном и ступенчатой круглой наружной крышкой и выполнен в виде короткого поршня, состоящего из верхней ступенчатой втулки с тремя равноудаленными относительно друг друга и относительно оси вращения верхней ступенчатой втулки глухими, имеющими внутреннюю резьбу, отверстиями со стороны меньшей ступени и с одним глухим, имеющим внутреннюю резьбу, отверстием со стороны боль-

шей ступени, расположенным в геометрическом центре верхней ступенчатой втулки, и нижней ступенчатой втулки, изготовленной с тремя сквозными отверстиями, расположенными соосно с отверстиями верхней ступенчатой втулки, диаметром, обеспечивающим свободное перемещение последней относительно верхней ступенчатой втулки по направляющим болтам, закрепленным посредством резьбового соединения в глухих отверстиях верхней ступенчатой втулки, а также эластичного кольцевого уплотнения, расположенного на меньших ступенях ступенчатых втулок, причем верхняя ступенчатая втулка связана резьбовым соединением с цилиндрическим стержнем, который с помощью электросварки связан с внутренней поверхностью запорного внутреннего клапана. На внутренней стенке корпуса устройства для слива нефтепродуктов установлен ограничитель продольного перемещения нижней ступенчатой втулки внутреннего промежуточного затвора.

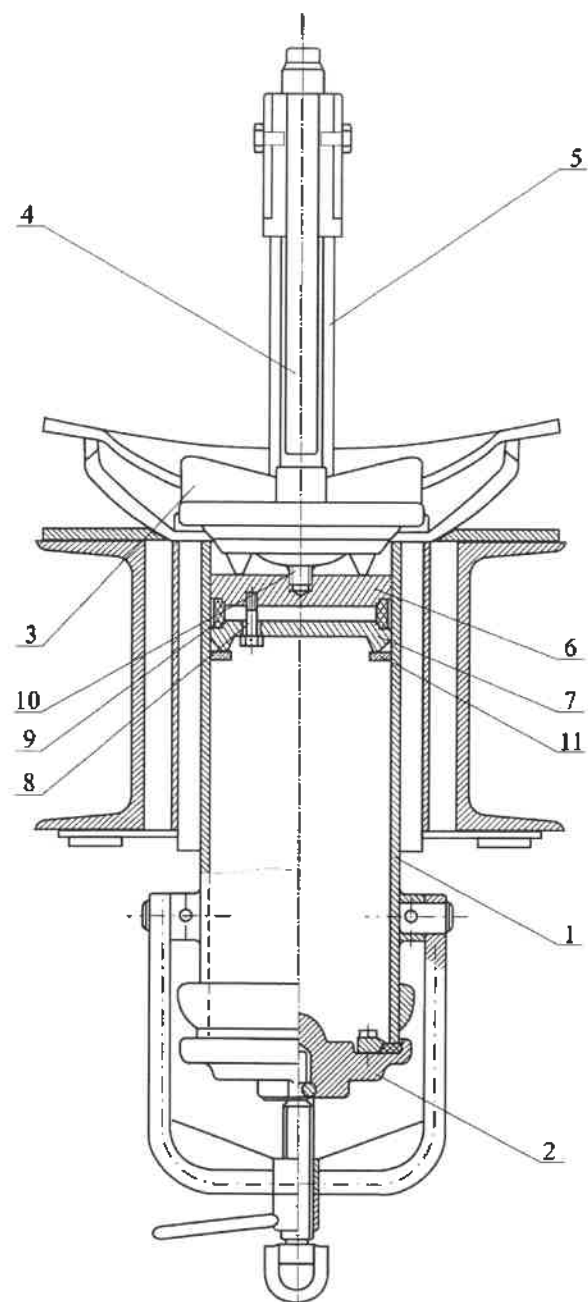


Рисунок 4 – Конструкция сливного прибора с тройной защитой [8]

Устройство содержит корпус 1; ступенчатую круглую наружную крышку 2, снабжённую уплотнительной прокладкой; запорный внутренний клапан 3; штангу 4; стойку клапана 5; внутренний промежуточный затвор, состоящий из верхней ступенчатой втулки 6 и нижней ступенчатой втулки 7, направляющих болтов 8, обеспечивающих соосное перемещение нижней ступенчатой втулки 7 относительно верхней ступенчатой втулки 6, а также эластичного кольцевого уплотнения 9, расположенного на меньших ступенях ступенчатых втулок. К внутренней поверхности запорного внутреннего клапана 3 по продольной оси симметрии с помощью электросварки закреплён цилиндрический стержень 10 с резьбой на консольной части. На внутренней стенке корпуса 1 устройства установлен ограничитель 11 продольного перемещения нижней ступенчатой втулки внутреннего промежуточного затвора.

Сливной прибор работает следующим образом. При вращении штанги 4 за счет резьбового соединения последней со стойкой клапана 5 закрывается основной затвор, в виде запорного внутреннего клапана 3. При закрытии запорного внутреннего клапана 3 за счет резьбового соединения верхней ступенчатой втулки 6 внутреннего промежуточного затвора с цилиндрическим стержнем 10 последняя опускается внутри корпуса 1 вместе с нижней ступенчатой втулкой 7, висящей на направляющих болтах 8, закрепленных посредством резьбового соединения в глухих отверстиях верхней ступенчатой втулки 6, а также эластичным кольцевым уплотнением 9. По мере закрытия запорного внутреннего клапана 3 нижняя ступенчатая втулка 7 внутреннего промежуточного затвора упирается в ограничитель 11, а верхняя ступенчатая втулка 6 продолжает движение вниз с направляющими болтами 8 внутри корпуса 1, тем самым обеспечивая упругую деформацию эластичного кольцевого уплотнения 9. Таким образом, после закрытия запорного внутреннего клапана 3 за счет упругой деформации эластичного кольцевого уплотнения 9 создается дополнительный внутренний промежуточный затвор. Окончанием закрытия устройства для слива нефтепродуктов является закрытие независимого нижнего затвора в виде ступенчатой круглой наружной крышки 2. Для слива груза перечисленные операции выполняют в обратном порядке.

Заключение.

1 Приведены технические решения, направленные на модернизацию универсального сливного прибора, обеспечивающие повышение сохранности перевозимых грузов нефтебензиновыми вагонами-цистернами.

2 Особенностью предлагаемых разработок является возможность их реализации в рамках плановых видов работ в условиях вагонного депо.

Получено 18.04.2022

A. Putsiata. Complex of technical solutions for modernization of the universal of devices for discharge of tank car in the conditions of depot.

The problem of operational reliability of devices for discharge of liquid cargo from the tank car is described. The description of different technical solutions for modernization of the drain device with two degrees of protection are provided. Developments are simple for realization within performance of planned types of repair in the conditions of depot.

Список литературы

1 Конструирование и расчет вагонов : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В. В. Лукин [и др.] ; под ред. В. В. Лукина. – М. : УМК МПС России, 2000. – 731 с.

2 Луценко, А. Н. Минимизация риска чрезвычайных ситуаций при перевозке нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом в Дальневосточном : дис. ... канд. техн. наук / А. Н. Луценко ; ДВГУПС. – Хабаровск, 2015. – 155 с.

3 Луценко, А. Н. Обеспечение оперативного реагирования на ЧС на железнодорожном транспорте с применением ГИС ГЛОНАСС / А. Н. Луценко, В. Д. Катин // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 3. – С. 118–124.

4 Повышение универсальности вагонов-цистерн для перевозки нефтехимических грузов / А. В. Песляк [и др.] // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2020. – Т. 17, Вып. 4. – С. 477–489.

5 Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам ; утв. Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества, Протокол от 05 апреля 1996 г. № 15. – Режим доступа : <https://www.mintrans.gov.ru/documents/7/827>. – Дата доступа : 16.04.2022.

6 Сливной прибор вагона-цистерны : пат. 2615 Республика Беларусь, МПК (2006) В 61D 5/00, 17/00, В 65D 47/00 / В. И. Сенько, И. Л. Чернин, А. В. Пигунов, А. В. Путятю, В. В. Белогоуб ; заявитель и патентообладатель Белорус. гос. ун-т трансп. – № u 20050567 ; заявл. 27.09.2005 ; опубл. 30.04.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 2 (49). – С. 172.

7 Сливной прибор железнодорожной цистерны : пат. 2970 Республика Беларусь, МПК (2006) В 61D 5/00, В 65D 47/00 / В. И. Сенько, И. Л. Чернин, А. В. Пигунов, А. В. Путятю, В. В. Белогоуб ; заявитель и патентообладатель Белорус. гос. ун-т трансп. – № u 20060074 ; заявл. 13.02.2006 ; опубл. 30.08.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – № 4 (51). – С. 166–167.

8 Устройство для слива нефтепродуктов из вагона-цистерны : пат. 12216 Респ. Беларусь, В 61D 5/00, В 65D 47/00 / А. В. Путятю, И. И. Архутик ; заявитель Белорус. гос. ун-т тр-га – u 20190086 ; заявл. 03.04.2019 опубл. 28.02.2020 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2020. – № 1 (132). – С. 130.

9 Устройство для слива нефтепродуктов из железнодорожной цистерны : пат. 3286 Республика Беларусь, МПК (2007) В 61D 5/00, В 65D 47/00 / В. И. Сенько, И. Л. Чернин, А. В. Путятю, А. В. Пигунов, В. В. Свириденко ; заявитель и патентообладатель Белорус. гос. ун-т трансп. – № u 20060297 ; заявл. 12.05.2006 ; опубл. 28.02.2007 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 1 (54). – С. 166.

10 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 : сб. науч. тр. – СПб. : Инженерный центр вагоностроения, 2008. – Вып. 4. – С. 55–63.