

А.А. Беломестных<sup>1</sup>, И.В. Матвеев<sup>1</sup>, Н.А. Чипизубов<sup>1</sup>, Т.Т. Чумбадзе<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Россия

## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СЛИВНОГО ПРИБОРА ВАГОНОВ-ЦИСТЕРН И НАЛИЧИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ЕГО РАБОТОСПОСОБНОСТИ

**Аннотация.** В данной статье представлен обзор существующих конструкций сливных приборов вагонов-цистерн для перевозки нефтепродуктов. На современных вагонах-цистернах на данный момент в основном используются сливные приборы с двумя степенями защиты (основной клапан, нижняя откидная крышка) и с тремя степенями защиты (основной клапан, промежуточный дисковый затвор, нижняя откидная крышка).

Приведен статистический анализ браковки вагонов-цистерн, с целью определения основных неисправностей сливных приборов. Анализ браковки показывает, что основной неисправностью является остаток в корпусе сливного прибора перевозимого груза, что свидетельствует о потере герметичности основного клапана сливного прибора из-за попадания в область слива (между седлом клапана и клапаном сливного прибора) мусора или конденсата, то есть плотность прилегания не обеспечивается. Исходя из анализа неисправностей, целью дальнейших исследований были выбраны работы, направленные на устранение недостатков конструкции клапана сливного прибора, путем его модернизации.

Для решения поставленной цели будут проведены исследования, с целью анализа влияния перевозимых грузов на степень набухания резинового уплотнительного кольца клапана сливного прибора и разработать методику ускоренного экспериментального исследования резинотехнических изделий. По результатам проведенных исследований будет выбран материал для изготовления уплотнительного кольца клапана сливного прибора обладающего необходимой наработкой на отказ в агрессивных средах.

**Ключевые слова:** сливной прибор, вагон-цистерна, промывочно-пропарочная станция, клапан сливного прибора.

A.A. Belomestnykh<sup>1</sup>, I.V. Matveev<sup>1</sup>, N.A. Chipizubov<sup>1</sup>, T.T. Chumbadze<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia

## ANALYSIS OF THE DESIGN OF THE DRAINING DEVICE OF THE WAGON-TANKS AND THE POSITIONING OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF ITS PERFORMANCE

**Abstract.** This article provides an overview of the existing designs of drain devices for tank cars for the transportation of petroleum products. On modern tank cars, at the moment, drain devices are mainly used with two degrees of protection (main valve, lower hinged cover) and with three degrees of protection (main valve, intermediate disc valve, lower hinged cover).

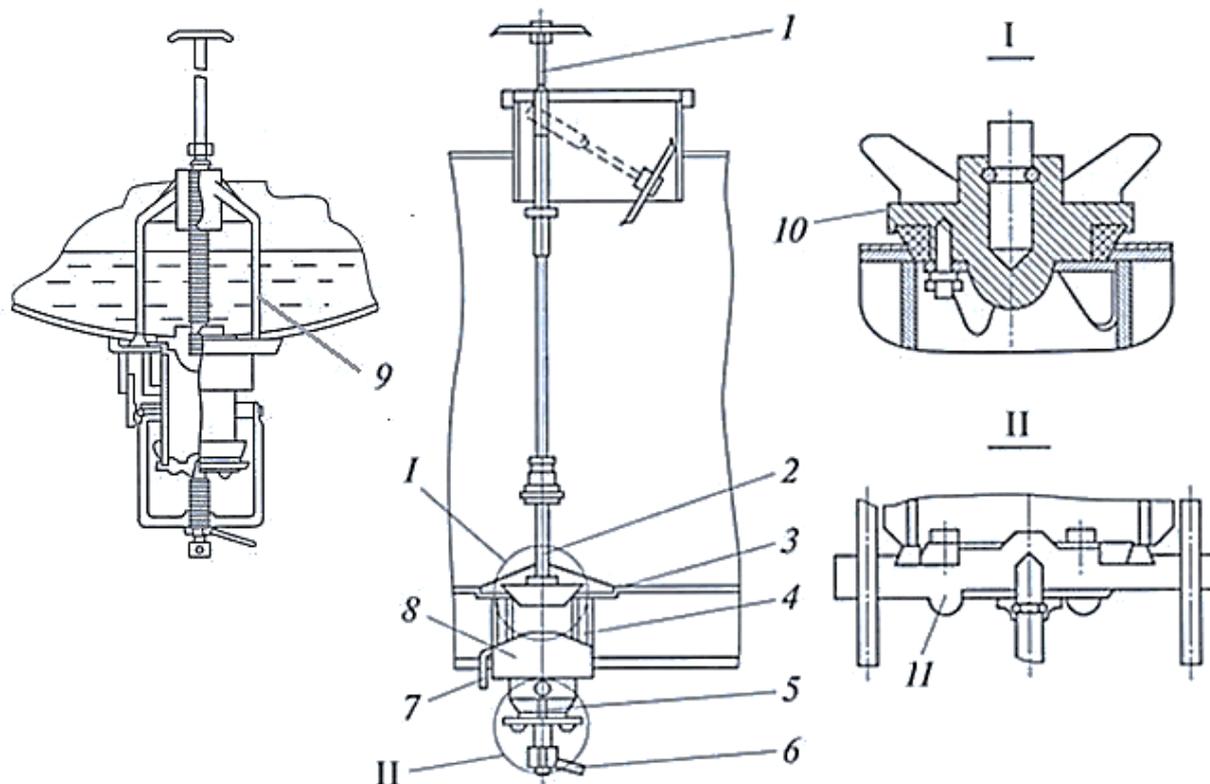
A statistical analysis of the rejection of tank cars is presented in order to determine the main malfunctions of the drain devices. Rejection analysis shows that the main malfunction is the remainder of the transported cargo in the drain device body, which indicates a loss of tightness of the main drain valve due to debris or condensate getting into the drain area (between the valve seat and the drain valve), that is, density no fit is provided. Based on the analysis of malfunctions, the purpose of further research was chosen to work aimed at eliminating the design flaws of the drain valve by modernizing it.

To solve this goal, studies will be carried out in order to analyze the effect of the transported goods on the degree of swelling of the rubber sealing ring of the drain valve valve and to develop a methodology for an accelerated experimental study of rubber products. Based on the results of the studies carried out, a material will be selected for the manufacture of an O-ring for a drain device valve with the necessary MTBF in aggressive environments.

**Keywords:** drain device, tank car, washing and steaming station, drain device valve.

### Обзор конструкции сливного прибора вагона-цистерны

Сливной прибор вагонов-цистерн предназначен для слива груза и обеспечения полной герметичности котла цистерны. На сегодняшний день вагоны-цистерны в основном оснащены сливным прибором с верхним управлением (рис. 1). Штанга в ее верхней части 2 имеет специальный вороток 1, который может после откидывания располагаться в колпаке (б. н.). Нижний конец штанги имеет резьбу которой он ввинчивается в элемент крепления (стойку) 9. Нижняя часть штанги закреплена на клапане 10 болтовым соединением [1].



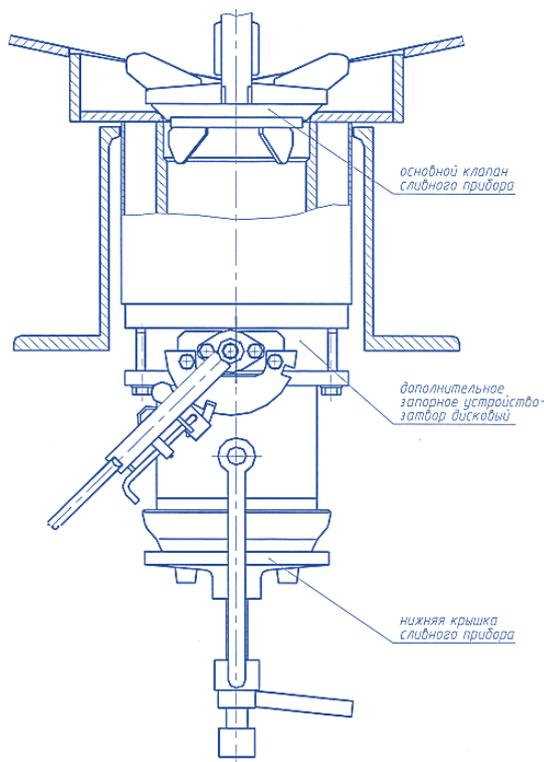
**Рис. 1. Схема сливного прибора с верхним управлением**

1 – вороток, 2 – штанга, 3 – седло, 4 – кожух для обогрева, 5 – специальный крючок, 6 – мок, 7 – патрубок, 8 – корпус сливного прибора, 9 – стойка сливного прибора, 10 – клапан сливного прибора, 11 – крышка сливного прибора

Корпус 8 осуществляет слив транспортируемого груза, верхняя часть корпуса является седлом клапана 3. Перед сливом крышка 11 с запорным устройством 6 должна быть отведена в сторону и подвешена на крючке 5. Открытие (закрытие) клапана 10 осуществляется вращением воротка 1 и соответственно штанги 9. Корпус сливного прибора окружен обогревательным кожухом 4, который используется для разогрева зоны клапана при замерзании воды, иногда скапливающейся внизу [1, 2].

Клапан сливного прибора 10 является основным запорным органом сливного прибора. Он состоит из корпуса, резинового уплотнительного кольца и прижимного металлического кольца.

В последнее время цистерны в основном оборудуются сливными приборами с тремя запорными органами (УСП-3). Эскиз УСП-3 представлен на рис. 2.



**Рис. 2. Сливной прибор с тремя запорными органами**

В УСП-3 основной клапан остался без изменений, откидная крышка также осталась без изменений. В конструкцию добавлен промежуточный дисковый затвор типа «бабочка» (рис. 3) [4].



**Рис. 3. Затвор дисковый «бабочка»**

Показанный на рисунке затвор может принимать два положения: горизонтальное и вертикальное, закрыт и открыт, соответственно.

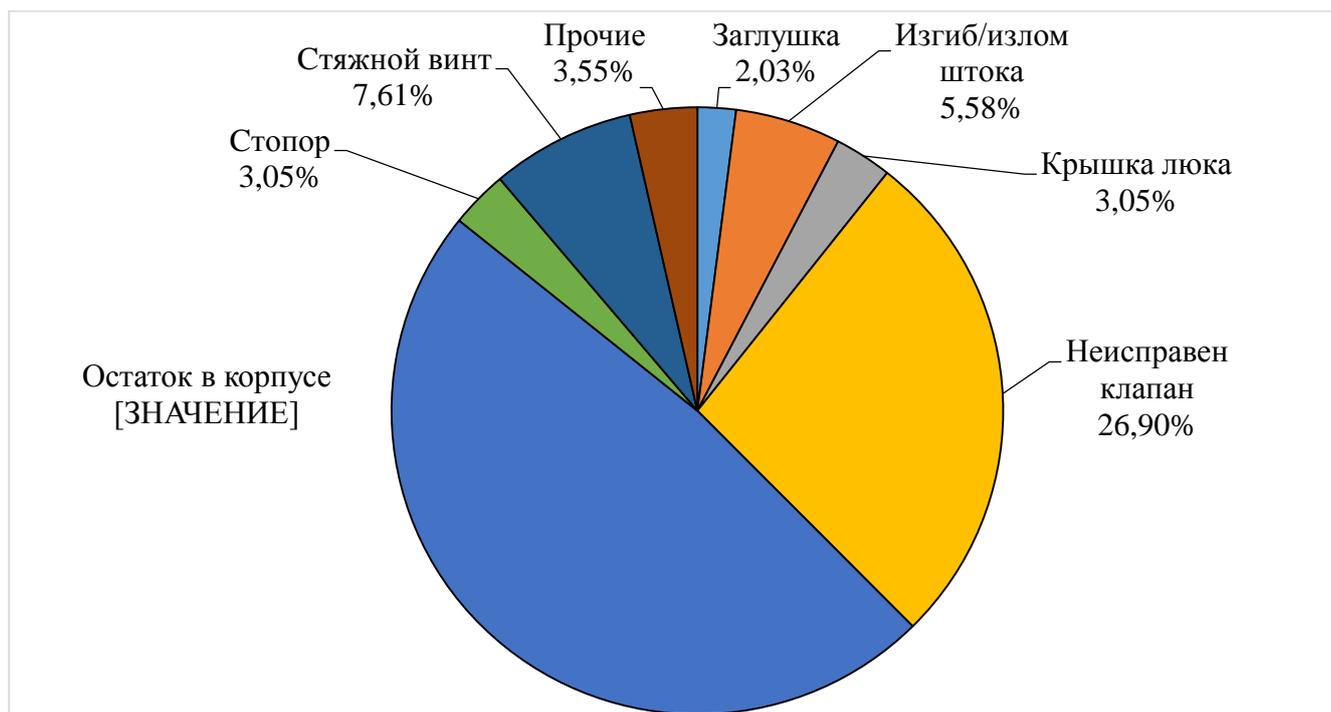
**Анализ недостатков, обнаруженных в сливных приборах**

Для определения основных недостатков сливных приборов был проведен статистический анализ браковки котлов вагонов-цистерн на промывочно-пропарочной станции (ППС-17) ст. Суховская.

За январь 2021 года было осмотрено 2081 цистерна, из них 197 цистерн подлежали браковки по причине «неисправности узлов вагона-цистерны». Основные неисправности, выявленные на ППС-17 ст. Суховская, представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Причины браковки котлов вагонов-цистерн на ППС-17 ст. Суховская**

Неисправность котла цистерны	Количество
Заглушка	4
Изгиб/излом штока	11
Крышка люка	6
Неисправен клапан	53
Остаток в стакане	95
Стопор	6
Стяжной винт	15
Прочие (внутренняя лестница, ЗПУ, площадка, поручень)	7
<b>ВСЕГО</b>	<b>197</b>



**Рис. 4. Анализ неисправностей узлов вагонов-цистерн на ППС-17 ст. Суховская**

Особенно хотелось бы отметить отсутствие объективных методов контроля, основанных на автоматизированных системах диагностирования и принятия решений.

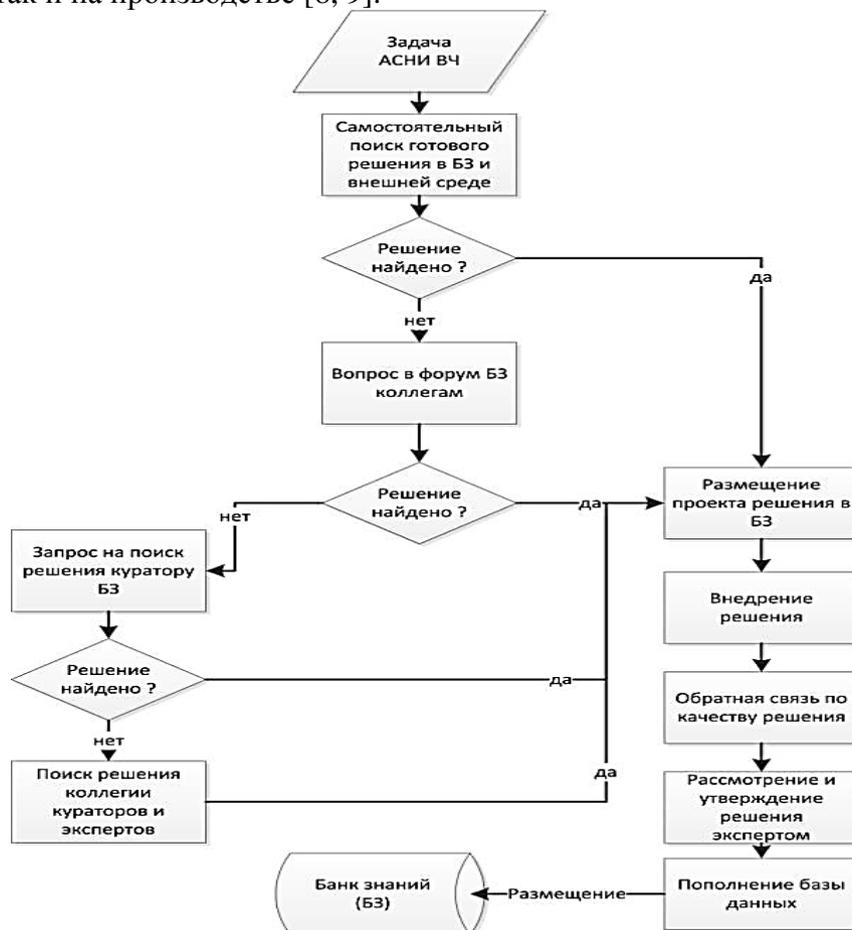
Анализ систем автоматизированного управления процессом диагностирования на ремонтных предприятиях РЖД показал, что сама операция достаточно хорошо организована и позволяет в автоматизированном режиме выявлять дефектные изделия различной степени.

Нерешенной проблемой предприятий является то, что после дефектования деталь может считаться годной или быть признана непригодной для дальнейшей эксплуатации. Дан-

ное решение принимается оператором, бригадиром или мастером участка, исходя из своего накопленного опыта, что не всегда может быть правильным решением.

Решение данной проблемы возможно с использованием автоматизированных систем управления, исключая субъективность принятия решения. Неизбежной подзадачей в этом случае становится хранение банка знаний, доступ к нему и алгоритм принятия решения.

На кафедре АПП ИрГУПС данные проблемы достаточно успешно были решены и подробно описаны в [6], а принятые алгоритмы [7] (рис. 5) были удачно внедрены, как в учебном процессе, так и на производстве [8, 9].



**Рис. 5. Блок-схема алгоритма решений и внесения изменений и дополнений в банк знаний**

Проведя анализ указанных исследований, было определено, что данные разработки можно взять за основу автоматизированной системы управления процессом контроля изделий, на примере резинового уплотнения, узла сливного клапана, что позволит снизить самый большой процент неисправности - «остаток в корпусе».

### Заключение

На основе статистического анализа неисправностей и существующих систем автоматизированного управления контроля вагон-цистерн были определены следующие причины неисправностей сливного прибора:

- потеря герметизирующих свойств резиновых уплотнений в зависимости от перевозимой жидкости и временем транспортировки;
- попадание в область слива (между седлом клапана и самим клапаном) твердых фракций (мусора), что приводит к потере герметичности прибора;
- попадание в область слива конденсата и его замерзание отжимает основной клапан от своего седлу (осенне-весенний период)

– отсутствие систем автоматизированного управления процессом принятия решений по результатам дефектования.

Поэтому целью дальнейших исследований были выбраны работы, направленные на устранение недостатков конструкции клапана сливного прибора, путем его модернизации.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

– провести автоматизированные экспериментальные исследования, с целью анализа влияния перевозимых грузов на степень набухания резинового уплотнительного кольца клапана сливного прибора. Разработать методику ускоренного экспериментального исследования резинотехнических изделий;

– по результатам поведенных экспериментальных исследований выбрать необходимый материал для изготовления уплотнительного кольца клапана сливного прибора обладающего удовлетворительной наработкой на отказ в агрессивных средах перевозимых грузов и дать рекомендации по методике замены;

– модернизировать конструкцию клапана сливного прибора вагона-цистерны.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Вагоны: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / Л.А. Шадур, И.И. Челноков, Л.Н. Никольский, Е.Н. Никольский, В.Н. Котуранов, П.Г. Проскурнев, Г.А. Казанский, А.Л. Спиваковский, В.Ф. Девятков; Под ред. Л.А. Шадура. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Транспорт, 1980. – 439 с.

2. И.Г. Морчиладзе, А.П. Никодимов, М.М. Соколов, А.В. Третьяков. Железнодорожные цистерны: Учебное пособие для работников железнодорожного транспорта. – М.: ИБС-Холдинг, 2006. – 516 с.

3. Железнодорожные цистерны: Устройство, эксплуатация и ремонт / А.Н. Григорьев, Г.М. Асламазов, С.П. Кузьмин. – Москва: Трансжелдориздат, 1959. – 215 с.

4. Филиппов В.Н., Козлов И.В., Курькина Т.Г., Подлесников Я.Д. Сливно-наливная и предохранительная арматура цистерн для опасных грузов 2-го и 3-го классов опасности: Методические указания. – М.: МГУПС (МИИТ), 2015. – 41 с.

5. Лукин В.В., Анисимов П.С., Федосеев Ю.П. Вагоны. Общий курс: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / Под ред. В.В. Лукина. – М.: Маршрут, 2004. – 424 с.

6. Филиппенко Н.Г. Определение фазовых и релаксационных переходов в полимерных материалах / Н.Г. Филиппенко, Д.В. Буторин, А.В. Лившиц // Автоматизация. Современные технологии. – 2017. Т. 71. № 4. С. 171-175.

7. Патент на полезную модель RU 132209 U1 Устройство диагностики деталей из полиамидных материалов А.Г. Ларченко, А.В. Лившиц, Н.Г. Филиппенко, С.И. Попов, 10.09.2013. Заявка № 2013115531/28 от 05.04.2013.

8. Лившиц А.В. Высокочастотная электротермическая обработка неметаллического вторичного сырья / А.В. Лившиц, Н.Г. Филиппенко, А.Г. Ларченко, Филатова С.Н. // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2014. № 6. С. 55-65.

9. Филиппенко Н.Г. Автоматизация измерения температуры полимерного материала при высокочастотном электротермическом нагреве / Филиппенко Н.Г., Буторин Д.В., Лившиц А.В., Попов М.С., Гозбенко В.Е. // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2017. № 1 (53). С. 96-103.

### **REFERENCES**

1. Wagons: Textbook for higher educational institutions of railway. transport / L.A. Shadur, I.I. Chelnokov, L.N. Nikolsky, E.N. Nikolsky, V.N. Koturanov, P.G. Proskurnev, G.A. Kazansky, A.L. Spiva-kovsky, V.F. Nines; Ed. L.A. Shadura. - 3rd ed., Rev. and add. - M.: Transport, 1980. -- 439 p.

2. I.G. Morchiladze, A.P. Nikodimov, M.M. Sokolov, A.V. Tretyakov. Railway tanks: A textbook for railway workers. - M.: IBS-Holding, 2006. -- 516 p.
3. Railway tanks: device, operation and repair / A.N. Grigorev, G.M. Aslamazov, S.P. Kuzmin. - Moscow: Transzheldorizdat, 1959.-215 p.
4. Filippov VN, Kozlov IV, Kurykina TG, Podlesnikov Ya.D. Unloading and filling and safety valves of tanks for dangerous goods of the 2nd and 3rd hazard classes: Methodical instructions. - M.: MGUPS (MIIT), 2015. -- 41 p.
5. Lukin V.V., Anisimov PS, Fedoseev Y.P. Wagons. General course: Textbook for higher education institutions of the railway. transport / Ed. V.V. Lukin. - M.: Route, 2004.- 424 p.
6. Filippenko N.G. Determination of phase and relaxation transitions in polymeric materials / N.G. Filippenko, D.V. Butorin A. V. Livshits // Automation. Modern technologies. - 2017.Vol. 71.No. 4.P. 171-175.
7. Utility model patent RU 132209 U1 Device for diagnostics of parts made of polyamide materials A.G. Larchenko, A.V. Livshits, N.G. Filippenko, S.I. Popov, 10.09.2013. Application No. 2013115531/28 dated 05/04/2013.
8. Livshits A.V. High-frequency electrothermal treatment of non-metallic secondary raw materials / A.V. Livshits, N.G. Filippenko, A.G. Larchenko, Filatova S.N. // Science and Education: scientific publication of the Moscow State Technical University. N.E. Bauman. - 2014. No. 6. S. 55-65.
9. Filippenko NG Automation of measuring the temperature of a polymer material during high-frequency electrothermal heating / Filippenko NG, Butorin DV, Livshits AV, Popov MS, Gozbenko VE. // Modern technologies. System analysis. Modeling. - 2017. No. 1 (53). S. 96-103.

#### **Информация об авторах**

*Беломестных Артем Александрович* – студент, кафедры «Автоматизация производственных процессов» Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [artiom.belomestnyh@yandex.ru](mailto:artiom.belomestnyh@yandex.ru)

*Матвеев Иван Витальевич* – студент, кафедры «Автоматизация производственных процессов» Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [matveevivan@mail.ru](mailto:matveevivan@mail.ru)

*Чипизубов Назар Александрович* – студент, кафедры «Автоматизация производственных процессов» Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [nazar.chipizubov@mail.ru](mailto:nazar.chipizubov@mail.ru)

*Чумбадзе Тамара Темуриевна* – студент, кафедры «Автоматизация производственных процессов» Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [tamriko98@yandex.ru](mailto:tamriko98@yandex.ru)

#### **Authors**

*Belomestnykh Artem Aleksandrovich* - student, department "Automation of production processes" Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: [artiom.belomestnyh@yandex.ru](mailto:artiom.belomestnyh@yandex.ru)

*Matveev Ivan Vitalievich* - student, department "Automation of production processes" Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: [matveevivan@mail.ru](mailto:matveevivan@mail.ru)

*Chipizubov Nazar Alexandrovich* - student, department "Automation of production processes" Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: [nazar.chipizubov@mail.ru](mailto:nazar.chipizubov@mail.ru)

*Chumbadze Tamara Temurievna* - student, department "Automation of production processes" Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: [tamriko98@yandex.ru](mailto:tamriko98@yandex.ru)

#### **Для цитирования**

Беломестных А.А. Анализ конструкции сливного прибора вагонов-цистерн и наличие автоматизированных систем контроля его работоспособности [Электронный ресурс] / А.А.

Беломестных, И.В. Матвеев, Н.А. Чипизубов, Т.Т. Чумбадзе // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2021.

**For citation**

Belomestnykh A.A. Analysis of the design of the drain device for tank cars and the availability of automated control systems for its performance [Electronic resource] / A.A. Belomestnykh, I.V. Matveev, N.A. Chipizubov, T.T. Chumbadze // Young Science of Siberia: Electron. scientific. zhurn. - 2021.