

## **РЕМОНТ РАМ И КУЗОВОВ ЦИСТЕРН**

**ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ  
ВАГОНОСБОРОЧНОГО УЧАСТКА  
РЕМОНТНОГО ВАГОННОГО ДЕПО**

**(Всего пояснительная записка включает 64 страницу, 25 рисунков, 3 таблицы, список использованных источников)**

## ВВЕДЕНИЕ

Цистерны предназначаются для транспортировки большого количества и широкой номенклатуры жидких, газообразных и пылевидных грузов. Парк цистерн отличается большим разнообразием и перевозит различные по своим свойствам грузы. В зависимости от особенностей перевозимых грузов, степени их опасности для людей и окружающей среды цистерны различают по маркам материала котлов, их размерам и конструктивным особенностям, а также по устройству приборов для налива и слива груза.

Цистерны для перевозки нефти и нефтепродуктов называются цистернами *общего назначения*. Они делятся на цистерны для перевозки светлых и вязких нефтепродуктов. Среди *специализированных цистерн* наиболее распространены цистерны для перевозки газов, кислот и пищевых продуктов. Цистерны для неопасных грузов имеют верхний (открытый) способ заливки и нижний слив. Для предотвращения утечки грузов, наносящей значительный ущерб окружающей среде, применяют верхний (закрытый) способ загрузки и выгрузки. Специализированные цистерны могут иметь дополнительные устройства: подогревательный кожух, термоизоляцию, тепловую защиту и трубчатые электронагреватели.

Как правило, кузов цистерн выполнен в виде одного или нескольких резервуаров, оборудованных погрузочно-выгрузочными устройствами и приспособленными для бестарной перевозки газообразных, жидких, застывающих и пылевидных грузов.

Большинство цистерн как общего назначения для перевозки широкой номенклатуры нефтепродуктов, так и специального назначения — для перевозки кислот, спирта, пищевых масел и т.д. имеют котел, установленный на раму (рамные цистерны) или на полурамы (безрамные цистерны, у которых котел выполняет роль рамы). Котел снабжен верхним загрузочным люком

					(иногда двумя-тремя), нижним разгрузочным устройством и предохранитель-			
					<b>НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Ф.И.О.				Название работы		Лит.	
Провер.	Ф.И.О.					Лист	Листов	
Реценз.	Ф.И.О.						2	18
Н. Контр.	Ф.И.О.				НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА		Организация	
Утверд.	Лист	Ф.И.О. № докум.	Подпись	Дата			Лист	2

ными устройствами для поддержания определенного давления в резервуаре.

В последние годы освоено производство цистерн с котлом сложной формы безрамной конструкции. Объем таких котлов значительно, на 20 %, больше типовых котлов из-за рационального использования межтележечного пространства. Однако в этой схеме возникают сложные проблемы по обеспечению равной прочности элементов котла, трудности с размещением тормозного оборудования и усложняется технология изготовления и технического обслуживания.

Котел цистерн для перевозки молока и некоторых пищевых грузов разделяется непроницаемыми перегородками на два-три отсека, которые снабжены индивидуальными устройствами погрузки-выгрузки, промывки резервуаров и контроля состояния груза. Для перевозки сыпучих и пылевидных грузов получили распространение цистерны, выполненные с двумя наклонными резервуарами. Наклонное расположение резервуаров облегчает процесс выгрузки сыпучих грузов, однако при этом нерационально используется возможный объем кузова.

Вагон для перевозки различных несовместимых грузов представляет собой платформу, на которой закреплены 3 - 4 малых цилиндрических котла. Для перевозки сжатых и сжиженных газов находят применение вагоны с несколькими цилиндрическими резервуарами, закрепленными на платформе. В торцевых частях резервуаров имеются предохранительные устройства и арматура, обеспечивающая автоматизацию процессов погрузки и выгрузки грузов.

Конструктивные схемы цистерн допускают практически полную механизацию погрузочно-разгрузочных процессов. Механизация выгрузки сыпучих и пылевидных грузов достигается путем использования аэролотков или мягких подвижных диафрагм.

Для обеспечения перевозки различных химических и пищевых грузов стенки котлов часто изготавливаются многослойными. В качестве внутренних

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

защитных покрытий резервуаров используют различные материалы: алюминий, нержавеющую сталь, стекловолокно, резину и т.п.

При дальнейшем создании цистерн предстоит решить ряд сложных инженерных задач, связанных с разработкой устройств для полного слива груза, а также с механизацией и автоматизацией ряда вспомогательных операций, выполняемых в настоящее время вручную. Необходима разработка устройств дистанционного открывания и закрывания люков, установка наливных рукавов, механизмов дозирования загрузки, открытия и закрытия выгрузочной аппаратуры, удаления остатков груза.

Важнейшим отличием цистерн нового поколения является высокая экологическая и пожарная безопасность. Для этого предусматривается разработка систем герметичной погрузки - выгрузки, защиты котла от пробоя и повышение огнестойкости в случае пожара.

Наличие в эксплуатации десятков типов цистерн создают трудности при их обслуживании и ремонте. Данная проблема привела к необходимости разработки типо-разрядного ряда вновь выпускаемых цистерн. В зависимости от физико-химических свойств перевозимых грузов разрабатывают цистерны типа А для жидких грузов, типа Б для вязких и затвердевающих грузов и типа В - для сжиженных газов под давлением. Современные цистерны имеют следующее конструктивное исполнение:

- котел из низколегированной стали с внутренним покрытием и без него;
- котел из нержавеющей стали, из алюминиевых сплавов и стеклопластика;
- нижний и верхний слив груза или разгрузка методом передавливания;
- герметизация разгрузочных устройств от попадания паров в атмосферу;
- наружный и внутренний обогрев или с электрообогревом;
- теплоизоляция из стекломатериалов и пенополиуретана, тентовая

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

защита.

Основным условием обеспечения исправного состояния вагонного парка в эксплуатации является высококачественное выполнение их ремонта в депо. В настоящем проекте приведены основные сведения о конструкции вагонов-цистерн, описаны основные неисправности рам и котлов цистерн и причины их появления, рассмотрен технологический процесс деповского ремонта цистерн в вагонсборочном участке ремонтного вагонного депо, проанализированы условия труда в данном участке и разработаны меры по технике безопасности.

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЦИСТЕРНАХ

## 1.1 Конструкция рам цистерн

Рамы цистерн независимо от вида перевозимого груза унифицированы. Рама цистерн ранней постройки выполнялись без боковых продольных балок между шкворневыми. Такие рамы применялись для всех четырехосных цистерн с базой 7800 мм независимо от перевозимых грузов. Рама состоит из хребтовой, двух шкворневых и двух концевых балок, соединенных со шкворневыми балками боковыми обвязками.

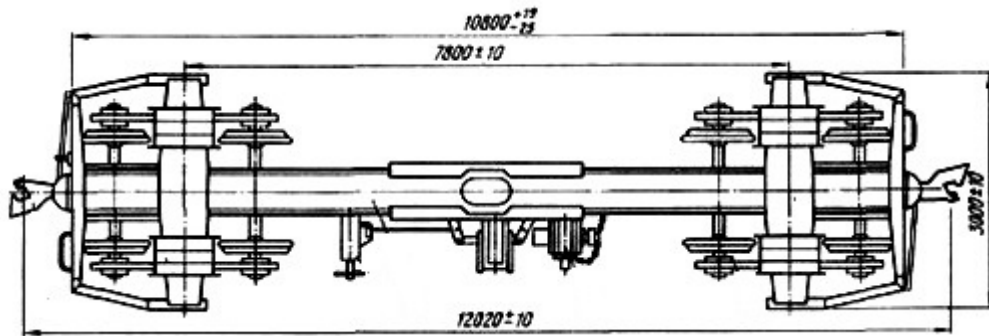


Рисунок 1 – Рама цистерны без боковых балок (старая)

Хребтовая балка выполнена из двух швеллеров № 30В, перекрытых сверху и снизу накладками толщиной 7 мм. На хребтовой балке крепятся передние и задние упоры автосцепки, предохранительные накладки, кронштейны для тормозного оборудования и лапы для крепления котла. Предохранительные накладки установлены между упорными угольниками и защищают вертикальные стенки хребтовой балки от истирания поглощающим аппаратом автосцепки. Шкворневые балки имеют коробчатое сечение, сварены из верхнего, нижнего и двух вертикальных листов. Сверху на шкворневых балках укреплены металлические опоры котла. Зона соединения шкворневой и хребтовой балок усилена надпятниковой коробкой. Концевые балки и боковые обвязки изготовлены из штамповок Г-образной формы толщиной 6 мм. *Прочность конструкции рассмотренных рам недостаточна. В эксплуата-*

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

ции имеют место случаи образования трещин и даже изломов хребтовых балок в их консольных частях.

Более надежными являются рамы современных цистерн, усиленные за счет двух боковых продольных балок 3 из швеллеров № 16» (рис. 2).

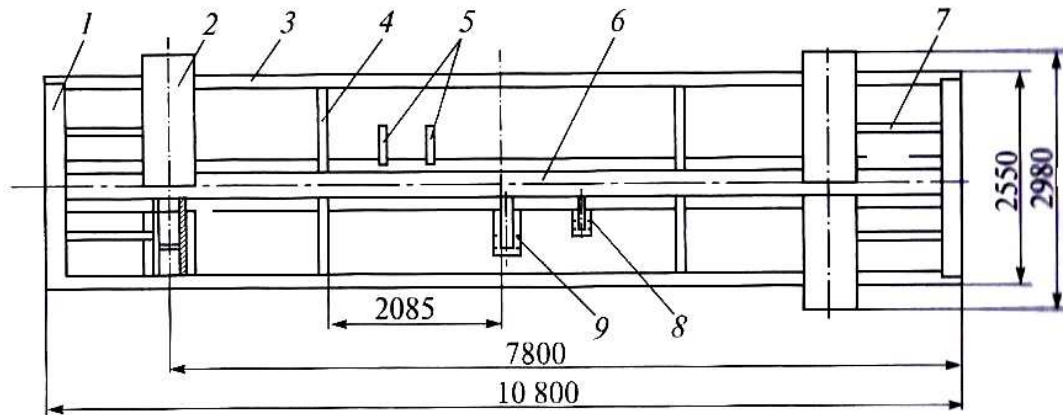


Рисунок 2 – Рама новых цистерн



Рисунок 3 – Общий вид цистерн с рамами новой конструкции

Швеллеры боковых продольных балок на длине 500 мм от концевых балок закрыты с внешней стороны листами, образующими замкнутую коробку. Концевые балки 1 усилены, выполнены из листов толщиной 8 мм и име-

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

ют посадочные места под буферные стаканы, которые подкреплены ребрами и накладками. Хребтовая балка 6 выполнена из усиленного зетового профиля 31У. Шкворневые балки 2 имеют замкнутое коробчатое сечение переменной высоты по длине. В средней части рама усилена поперечными балками 4 и имеет кронштейны 5, 8 и 9 для узлов автоматических тормозов, а в консольной части для обеспечения достаточной прочности рамы размещены балки 7.

Восьмиосные цистерны имеют безрамную конструкцию. Для размещения автосцепных устройств и для соединения с тележками на концах котлов размещены опоры, имеющие хребтовую и шкворневую балки с концевыми и боковыми обрамлениями. Котел приварен к балкам, укреплен опорными листами и накладками.

## 1.2 Конструкция цистерн для нефтепродуктов

Основной поставщик цистерн — ОАО «Рузхиммаш» (Республика Мордовия). Выпускаемые в настоящее время вагоны имеют увеличенные вместимость и грузоподъемность и рассчитаны на срок службы 32 года. Технические характеристики цистерн для перевозки светлых и вязких нефтепродуктов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики нефтеналивных цистерн

Показатель	Для нефтепродуктов, модели				
	светлых				вязких
	15-1443	15-1213	15-150	15-1500	15-156
Грузоподъемность, т	60,0	66	66	125,0	66
Тара, т	23,2	27	27	51	28
Полный объем котла, м <sup>3</sup>	73,1	85,56	75,5	161,6	72,3
База вагона	7,8	7,8	7,8	13,92	7,8



Длина, м: по осям сцеплений автосцепок/ по концевым балкам рамы	12,02/ 10,8	12,02/ 10,8	12,02/ 10,8	21,25/ 20,12	12,02/ 10,8
Наружная длина котла, м	10,77	11,194	11,25	20,65	10,78
Внутренний диаметр котла, м	3,0	3,2	3,0	3,2	3,0
Габарит по ГОСТ 9238	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	1-Т	02-ВМ

Четырехосная цистерна модели 15-1443 (рис. 4) для светлых нефтепродуктов состоит из котла, опирающегося через средние 3 и концевые 7 опоры на раму 5, ходовых частей 6, автосцепного устройства 2 и тормозного оборудования 4. Котел 1 имеет цилиндрическую обечайку, сваренную из пяти продольных листов (нижнего 8 — толщиной 11 мм, двух боковых 9 и двух верхних 10 толщиной по 9 мм), двух днищ 11 толщиной 10 мм.

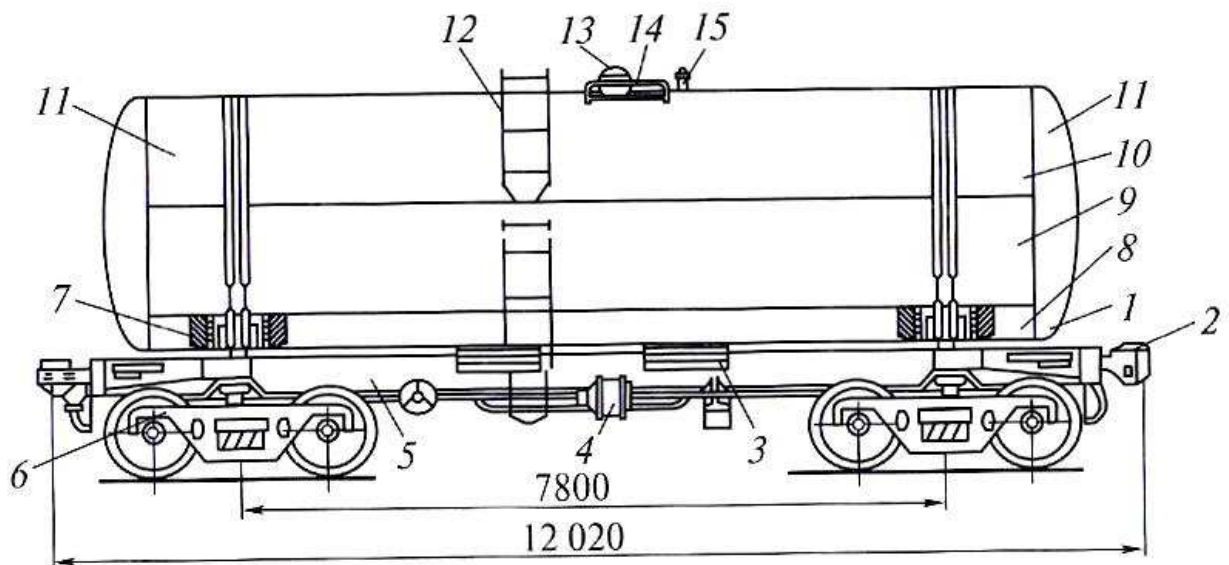


Рисунок 4 – Цистерна модели 15-1443

Для налива нефтепродуктов, осмотра внутренних частей котла и его очистки используется люк 13 диаметром 570 мм, герметически закрываемый крышкой. Крышка крепится к люку восемью откидными болтами. На опорное кольцо горловины люка ставят уплотненное кольцо из бензоморозостой-

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА				

кой резины. В люке размещен привод основного затвора сливного прибора и две сегментные планки, укрепленные на разных уровнях и предназначенные для контроля предельных уровней налива груза. Рядом с люком размещен патрубок 15 для установки предохранительно-впускного клапана. При наливке груза объем котла заполняется только на 98%. Оставшиеся два процента свободного пространства предусматриваются на увеличение объема груза при его нагревании.

Все продольные листы и днища котла соединены стыковыми сварными швами. Внутренний диаметр котла 3000 мм, а наружная длина — 10,77 м. Котел имеет нижний слив и оборудован универсальным сливным прибором. Для обеспечения полного слива продукта нижний броневого листа котла имеет уклон к сливному прибору, образованный выштамповкой нижнего листа на глубину 20-30 мм. Для подъема на цистерну с обеих сторон вблизи от люка закреплены металлические лестницы 12, а наверху сделана площадка 14 для безопасного обслуживания котла при осмотре и промывке. Внутри котла также имеется лестница, опирающаяся на нижний лист. Котел изготовлен из стали 09Г2С и закреплен на раме в средних (рис. 5, а) и концевых (рис. 5, б) ее частях.

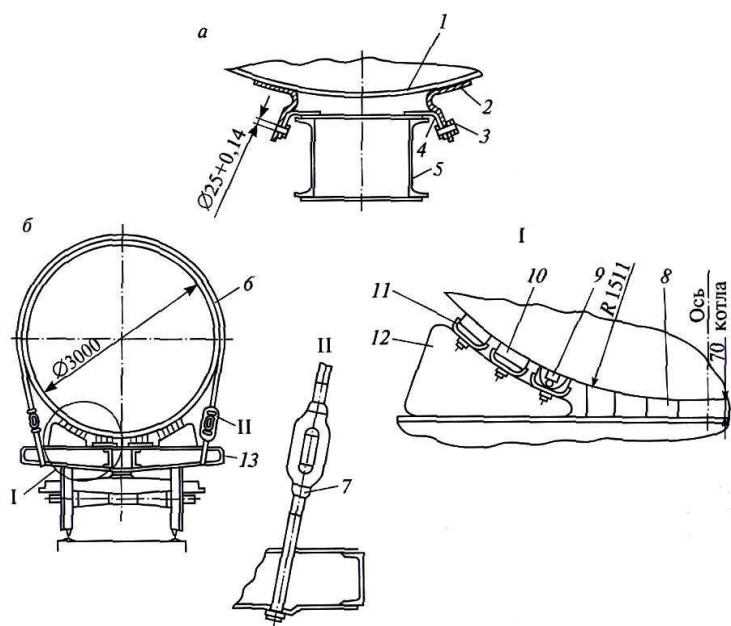


Рисунок 5 – Крепление котла к раме

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Для компенсации изменения линейных размеров котла при изменении температуры внешнего воздуха только средняя часть котла жестко связана с рамой фасонными лапами 2, приваренными к нижнему листу 1 и соединенными призонными болтами 3 с лапами 4 хребтовой балки 5 рамы с помощью швеллеров 11 и сварных опор 12. Деревянные бруски крепятся к опорам болтами 9. Концевые части котла свободно лежат на деревянных брусках 8 и 10, укрепленных на шкворневых балках 13 рамы. Для предотвращения вертикальных и поперечных перемещений предусмотрены стяжные хомуты 6, которыми концевые части котла при помощи муфт 7, имеющих резьбу, крепятся к крайним опорам.

Цистерны модели 15-1213 постройки ОАО «Русхиммаш» для перевозки бензина имеют грузоподъемность 66 т, увеличенный до 85,56 м объем, что дает значительное снижение себестоимости перевозки грузов. Увеличение грузоподъемности на 1 т в современных условиях дает экономию более 10 тыс. руб. в год на один вагон. Котел изготовлен из стали 09Г2С-13.

Нефтяные цистерны постройки ГПО УВЗ моделей 15-150 для светлых нефтепродуктов и модели 15-156 для вязких нефтепродуктов отличаются от модели 15-1443 тем, что котлы их изготовлены не из продольных листов, а из пяти кольцевых элементов (царг) и двух днищ. Толщина опорного и броневых листов, а также днищ 12 мм, верхнего и среднего — соответственно 9 и 10 мм. Корпус котла выполнен с «ломаной» осью для обеспечения полного слива продукта из котла. Котлы цистерн имеют большой объем. Предохранительно-впускной клапан установлен типовой. Универсальный сливной прибор имеет улучшенную конструкцию, с тремя клапанами. Консольные крепления осуществлены с помощью одного стяжного хомута, имеющего размеры 100 x 8 мм. Для компенсации ослабления затяжки хомута под гайки установлены тарельчатые пружины. Опоры под лежни выполнены сварной конструкции из листов 10 мм в виде открытой коробки, для жесткости которой вертикальные листы связаны в середине диафрагмами. Для увеличения

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

площади контакта котла с лежнями на каждой из сторон опоры число швеллеров увеличено с трех до пяти. Размеры деревянных брусков (лежней) — 100x50x1000 мм. Котлы современных цистерн оборудованы крышкой люка люка ригельного типа, обеспечивающую герметичность при давлении в котле до 0,25 МПа и сокращающую время на открывание и закрывание крышек.

Цистерны модели 15-1290 ОАО «Рухимаш» грузоподъемностью 73 т, с объемом котла 95,4 м<sup>3</sup> применяются для транспортировки светлых нефтепродуктов. Особенность конструкции котла — переменное сечение, позволяющее значительно повысить вместительность и грузоподъемность. Для полного слива груза котел имеет уклон к сливному прибору. Цистерна оборудована тележками 18-194 с нагрузкой от колесной пары на путь 25 т.



Рисунок 6 – Цистерна с переменным сечением котла

Восьмиосные цистерны грузоподъемностью до 125 т имеют безрамную конструкцию, два люка, два сливных прибора и два предохранительных клапана. Для повышения прочности котел усилен десятью шпангоутами, которые приварены снаружи в средней части котла и над опорами. Сложности

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

технического обслуживания и ремонта сдерживают производство восьмиосных цистерн. В настоящее время восьмиосные цистерны грузоподъемностью 125 т ли 15-1500 выпускает предприятие «Азовмаш».



Рисунок 7 – Восьмиосная цистерна

Цистерны для вязких нефтепродуктов в нижней части в большинстве конструкций имеют пароподогревательный кожух, изготовленный из листа углеродистой стали толщиной 3 мм. Кожух охватывает нижнюю часть котла, служит для разогрева вязкого груза. Пар через специальный штуцер, расположенный на кожухе сливного прибора, подается в пароподогревательную рубашку котла. Цистерны модели 15-121-01 ОАО «Рузхиммаш» имеют грузоподъемность 66 т, объем котла — 72,44 м<sup>3</sup>. Рама и крепление котла к раме типовые.

Цистерны модели 15-1210-02 ОАО «Рузхиммаш» грузоподъемностью 65 т, с объемом котла 72 м<sup>3</sup> применяются также для транспортировки вязких нефтепродуктов. Особенность конструкции этой модели - изготовленный из стали 09Г2С котел, в нижней части которого расположены подогревательные трубы, установленные по всей длине внутри цистерны. Пар для разогрева

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13



вязких продуктов подается через специальный штуцер, расположенный со стороны одного из днищ.



Рисунок 8 – Цистерна с подогревательным кожухом для перевозки вязких нефтепродуктов (например, битума)

### 1.3 Сливные и предохранительные устройства

Универсальный сливной прибор (рис. 9) цистерн общего назначения служит для слива груза из котла, а при необходимости — для налива продукта снизу при помощи насоса. Сливной прибор крепится к нижнему листу средней части котла. Слив производится через патрубок 1, приваренный к седлу клапана 2. Прибор имеет штангу 4, клапан 5, крышку 13 с запорным устройством 14. Открытие и закрытие клапана осуществляются вращением воротка, соединенного со штангой 4. В нерабочем положении вороток должен быть опущен в горловину люка-лаза. Перед сливом крышка с запорным устройством должна быть отведена в сторону и подвешена на крючке. Прибор имеет патрубок 15 для подачи пара или горячей воды в полость 9 для

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

разогрева груза в приборе. Штанга с резьбой перемещается в гайке, приваренной к стойкам 3, и соединена с клапаном 5 шпилькой. Крышка 13 и клапан 5 имеют резиновые (у цистерн для битума — медные) уплотнительные кольца, которые удерживаются шпильками 8 и кольцом 7 (для верхнего клапана).

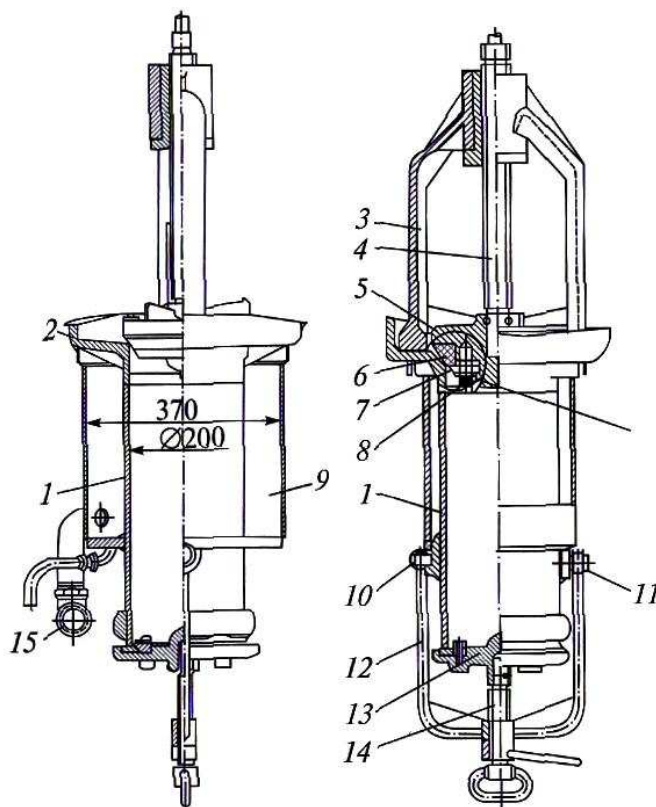
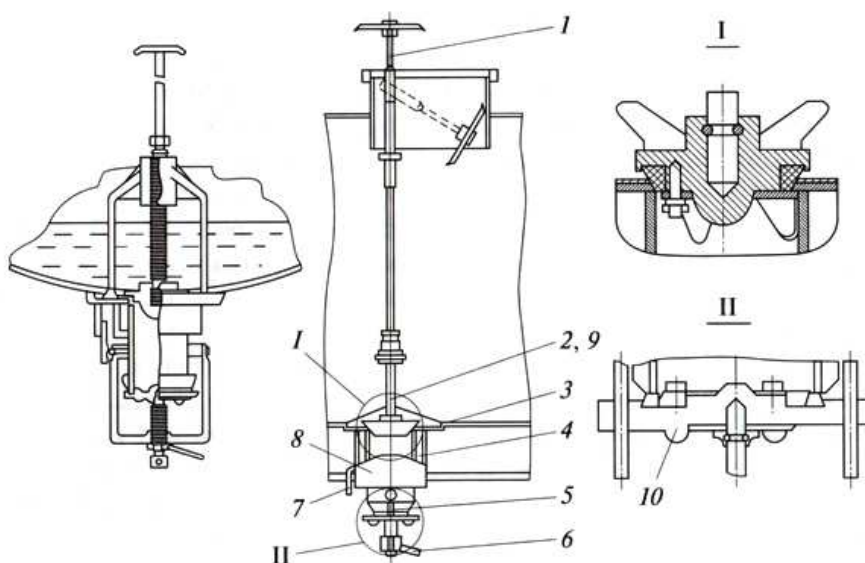


Рисунок 9 – Универсальный сливной прибор



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

Лист

15

Рисунок 10 – Схема действия универсального сливного прибора



Рисунок 11 – Универсальный сливной прибор на вагоне

Избыточное и пониженное (вакуум) давления в котле создают опасность для прочности и устойчивости его оболочки. Для избежания этого котлы цистерн оборудуют предохранительно-впускными клапанами. Корпус предохранительно-впускного клапана укреплен в верхней части котла. При давлении в котле, превышающем усилие пружины, отрегулированной в цистернах общего назначения на давление 0,15 МПа и в кислотных на 0,25—0,30 МПа, ее сопротивление преодолевается и клапан, имеющий направляющую втулку, поднимается с седла вверх, открывая выход газа в атмосферу. При снижении давления в котле в цистернах общего назначения на 0,01 МПа, а в специальных — на 0,02—0,03 МПа клапан опускается и воздух через отверстия входит в котел.

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16



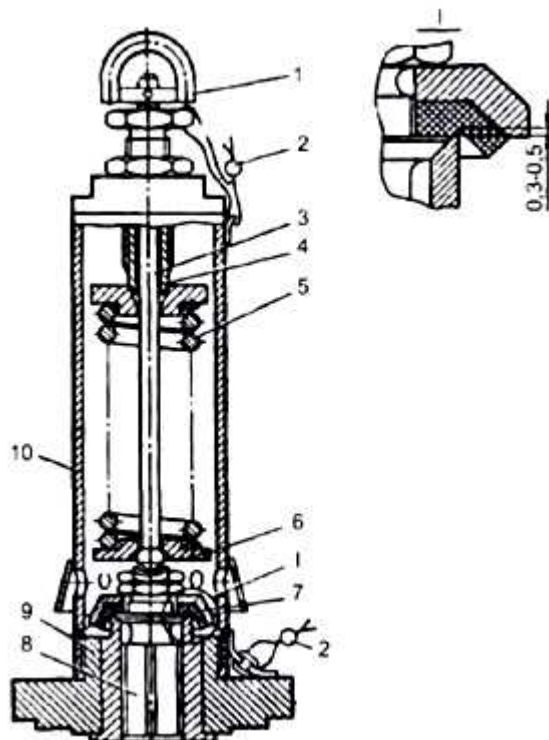


Рисунок 12 – Предохранительный клапан:

1 – рым; 2 – пломба; 3 – шток; 4 – втулка; 5 – пружина; 6 – опора;  
7 – клапан; 8 – золотник; 9 – фланец; 10 – крышка

Требованиями Правил перевозки жидких грузов в вагонах-цистернах предписано обязательное применение сливных устройств с тремя запорными элементами в конструкции нефтебензиновых цистерн, участвующих в международных перевозках. Указанное требование определяет следующую конструкцию сливного устройства, которое должно содержать внутренний (основной) затвор, внешний (первый дополнительный) затвор и устройство прикрытия (второй дополнительный затвор). Конструкция сливных устройств цистерн должна удовлетворять следующим требованиям:

- требование безопасности распространяется на прочность и надежность конструкции устройства;
- коммерческие требования относятся к себестоимости, сохранности груза, времени на разгрузочные операции и срок службы;
- экологические требования касаются герметичности сливного

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

