

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

РЕЗЕРВУАРЫ ДЛЯ ПРИЁМА, ХРАНЕНИЯ И ОТПУСКА НЕФТЕПРОДУКТОВ

Допущено УМО вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (профили подготовки "Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (Нефтепродуктообеспечение и газоснабжение)", "Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (Трубопроводный транспорт нефти и газа)")». № 101-У/14-рг106-21, 17.12.2014.

Красноярск
СФУ
2015

УДК 621.64(07)
ББК 35.514-309я83
Р341

Авторы:

Ю. Н. Безбородов, В. Г. Шрам, Е. Г. Кравцова,
С. И. Иванова, А. Л. Фельдман

Рецензенты:

Н. М. Коновалов, канд. техн. наук, директор ОАО «Транссибнефть», филиал «Красноярское РНУ»;

Л. А. Фельдман, канд. техн. наук, заслуженный работник топливно-энергетического комплекса, почетный нефтяник, главный инженер ОАО «Красноярскнефтепродукт»

Р341 Резервуары для приёма, хранения и отпуска нефтепродуктов: учеб. пособие / Ю. Н. Безбородов, В. Г. Шрам, Е. Г. Кравцова, С. И. Иванова, А. Л. Фельдман. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 110 с.
ISBN 978-5-7638-3190-0

Представлена классификация резервуаров нефти и нефтепродуктов и указано их назначение. Рассмотрены конструкция и способы сборки вертикальных и горизонтальных стальных резервуаров. Приведены перечень и краткая характеристика оборудования, с помощью которого осуществляется хранение нефтепродуктов в резервуарах нефтебаз и АЗС и их выдача потребителям.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 23.03.03 (190600.62) «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (профили подготовки "Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (Нефтепродуктообеспечение и газоснабжение)", "Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (Трубопроводный транспорт нефти и газа)")».

Электронный вариант издания см.:
<http://catalog.sfu-kras.ru>

УДК 621.64(07)
ББК 35.514-309я83

ISBN 978-5-7638-3190-0

© Сибирский федеральный
университет, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Принятые сокращения.....	5
Введение	6
1. Вертикальные цилиндрические стальные резервуары	9
1.1. Конструкция РВС	9
1.2. Понтоны.....	16
1.3. Уплотняющие затворы.....	22
1.4. Лестницы, площадки, ограждения.....	24
1.5. Примеры РВС.....	25
1.6. Двустенные РВС	37
2. Стальные вертикальные резервуары специальных конструкций	40
2.1. Резервуары повышенного давления	40
2.2. Заглубленные резервуары траншейного типа	43
3. Оборудование РВС	46
3.1. Классификация оборудования РВС	46
3.2. Патрубки и люки в стенке резервуара (врезки в стенку)	47
3.3. Люк световой	48
3.4. Люк-лаз	48
3.5. Замерный люк	50
3.6. Патрубки.....	51
3.7. Хлопушка	55
3.8. Механизм управления хлопушкой	57
3.9. Клапаны дыхательные совмещённые.....	60
3.10. Непримерзающие дыхательные клапаны мембранные	63
3.11. Клапаны дыхательные механические	64
3.12. Совмещённые механические дыхательные клапаны.....	66
3.13. Клапаны предохранительные гидравлические.....	68
3.14. Огнепреградители и пламепреградители	69
3.15. Краны сифонные.....	74
3.16. Клапан донный с механизмом управления КМУ-150	76
3.17. Пробоотборники секционные ПСР и ПСРП.....	77
3.18. Уровнемер поплавковый УДУ-10.....	78
3.19. Сигнализатор уровня РВС	79
3.20. Устройства тушения пожара	80
4. Защита резервуаров от коррозии.....	84
5. Молниезащита и защита от статического электричества.....	87

6. Рекомендации по устройству теплоизоляции	88
7. Контроль и испытания резервуаров	90
8. Оценка технического состояния резервуаров	93
9. Горизонтальные стальные резервуары.....	96
9.1. Общие сведения.....	96
9.2. Устройство двустенных резервуаров	100
9.3. Оборудование РГС	102
Заключение.....	106
Библиографический список.....	107

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АЗС – автозаправочная станция
ГПСС – генератор пены средней кратности стационарный
КДМ – клапан дыхательный механический
КДС – клапан дыхательный совмещённый
КИП – контрольно-измерительный прибор
КМУ – клапан донный с механизмом управления
КС – кран сифонный
ЛЗ – люк замерный
ЛЛ – люк-лаз
ЛКМ – лакокрасочные материалы
ЛС – люк световой
МУ – механизм управления хлопушкой боковой
МУВ – механизм управления хлопушкой верхний
НДКМ – непримерзающий дыхательный клапан мембранный
ОП – огневой преградитель (огнепреградитель)
ПВ – патрубок вентиляционный
ПЗ – патрубок зачистной
ПМ – патрубок монтажный
ПП – пламепреградитель
ППР – приёмо-раздаточный патрубок
ПСР и ПСРП – пробоотборники секционные
РВС – резервуар вертикальный стальной
РВСП – резервуар вертикальный стальной с понтоном
РВСПК – резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей
РГС – резервуар горизонтальный стальной
СМДК – совмещённый механический дыхательный клапан
УЗПК – уплотняющий затвор плавающих крыш
ХП – хлопушка
ЭХ – хлопушка электроприводная

ВВЕДЕНИЕ

Резервуары, предназначенные для хранения нефтепродуктов, являются одними из основных сооружений нефтебаз, АЗС. Они классифицируются по форме и конструкции, материалу изготовления, расположению, по виду хранимого нефтепродукта, технологическим операциям, величине избыточного давления и классу опасности.

Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов относятся к I – повышенному – уровню ответственности сооружений согласно ГОСТ 27751–88.

В зависимости от номинального объёма, места расположения площадки строительства, прогнозируемой величины ущерба при возможной аварии резервуары подразделяются на четыре уровня ответственности – класса опасности.

Минимальный класс опасности определяется номинальным объёмом резервуара:

- класс 1 – резервуары объёмом свыше 50 000 м³;
- класс 2 – резервуары объёмом от 10 000 м³ до 50 000 м³;
- класс 3 – резервуары объёмом от 1 000 м³ и менее 10 000 м³;
- класс 4 – резервуары объёмом менее 1 000 м³.

Класс опасности устанавливается в задании на проектирование и должен быть повышен для резервуаров, расположенных непосредственно по берегам рек, крупных водоемов и в черте городской застройки.

По материалу, из которого они изготовлены, ёмкости для хранения нефтепродуктов могут быть металлические, железобетонные, синтетические, каменные.

Стальные резервуары дешевле и менее трудоёмки в строительстве. Срок их изготовления и установки относительно невелик. Однако на их изготовление идёт много металла, они подвержены коррозии при хранении сернистых нефтей и требуют проведения специальных конструктивных мероприятий для уменьшения потерь нефти от испарений при хранении.

Железобетонные резервуары не имеют вышеперечисленных недостатков стальных резервуаров. Но они очень трудоёмки в строительстве, при их сооружении требуется выполнять большой объём земляных работ. При строительстве железобетонных резервуаров предъявляют жёсткие требования к грунтам и гидрогеологическим условиям строительной площадки.

В зависимости от используемого материала ёмкости отличаются формами и конструкцией.

Стальные резервуары: вертикальные цилиндрические с коническими и сферическими крышами; горизонтальные цилиндрические с плоскими

и пространственными днищами; каплевидные; шаровые; прямоугольные (прямоугольной формы).

Железобетонные резервуары: вертикальные цилиндрические; горизонтальные цилиндрические; прямоугольные; траншейные.

В зависимости от расположения резервуары могут быть:

- подземные, когда наивысший уровень нефтепродукта в резервуаре находится на менее чем на 0,2 м ниже наинизшей планировочной отметки прилегающей площадки. К подземным относятся резервуары, имеющие обсыпку не менее чем на 0,2 м выше допускаемого наивысшего уровня нефтепродукта в резервуаре;
- наземные, когда днище резервуара находится на одном уровне или выше наинизшей планировочной отметки прилегающей площадки (в пределах 3 м от стенки резервуара).

По технологическим операциям и виду хранимого нефтепродукта:

- резервуары для хранения маловязких (низковязких) нефтей и нефтепродуктов;
- резервуары для хранения высоковязких нефтей и нефтепродуктов;
- резервуары-отстойники;
- резервуары-смесители;
- резервуары для хранения нефтей и нефтепродуктов с высоким давлением насыщенных паров.

По величине избыточного давления:

а) резервуары низкого давления, в которых избыточное давление незначительно отличается от атмосферного (не выше 2 000 Па);

б) резервуары высокого давления (избыточное давление выше 2 000 Па).

Их можно, в свою очередь, разделить на две группы:

- предназначенные для хранения жидкостей при избыточном давлении до 7 000 Па включительно и температуре до 120 °С. Такие резервуары изготавливаются и проектируются согласно «Нормам и технологическим условиям проектирования и изготовления стальных конструкций и промышленных сооружений»;
- изделия, работающие под давлением свыше 7 000 Па. Они проектируются и изготавливаются по специальным ТУ.

Как видно из вышеизложенного, резервуарные конструкции отличаются большим разнообразием. Ко всем конструкциям помимо прочности и долговечности предъявляются требования по снижению потерь от испарений.

В большинстве резервуаров нефть и нефтепродукты хранятся при небольшом избыточном давлении. При нагревании резервуара или при падении атмосферного давления продукт начинает интенсивно испаряться и избыток его паров выпускается в атмосферу. При охлаждении или повышении атмосферного давления пары нефти в газовом пространстве резервуара

конденсируются, в результате чего образуется разряжение и засасывается чистый воздух. Этот повторяющийся процесс называется «малым дыханием резервуара».

Большие потери возникают при так называемых больших дыханиях. При заполнении резервуара продуктом из него в атмосферу вытесняется паровоздушная смесь, а при опорожнении засасывается чистый воздух.

Для снижения этих потерь применяют резервуары с понтонами и плавающими крышами, сооружают системы для улавливания паров нефти и нефтепродуктов и применяют резервуары специальных конструкций. Выбор конструктивных мер зависит от назначения резервуара, условий хранения и вида продукта. Так, при длительном хранении и малой оборачиваемости преобладают потери от «малых дыханий». Поэтому эффективны резервуары специальных конструкций, теплоизолированные, заглублённые стальные и железобетонные.

При большой оборачиваемости большая часть потерь происходит от «больших дыханий». В таком случае необходимы резервуары с плавающими крышами и с понтонами.

Системы для улавливания паров эффективны в том и другом случае, но из-за значительной стоимости они предпочтительней при высокой оборачиваемости резервуаров.

Выбор типа резервуара в каждом конкретном случае должен быть обусловлен специальным технико-экономическим обоснованием.

1. ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ СТАЛЬНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

1.1. Конструкция РВС

Вертикальные цилиндрические стальные резервуары являются наиболее распространёнными для хранения нефтепродуктов, относительно просты в изготовлении и наиболее экономичны по стоимости.

Типовые конструкции могут иметь объём 100, 200, 300, 400, 500, 700, 1 000, 2 000, 3 000, 5 000, 10 000, 20 000, 30 000 и 50 000 м³.

Их технические характеристики приведены в табл. 1–3.

Монтаж цилиндрической стенки может осуществляться тремя способами: листовым, рулонным и комбинированным.

Таблица 1

Параметры РВС с рулонизируемой кровлей,
кольцевой лестницей

Параметры	Значение параметров в зависимости от объёма, м ³					
	100	200	300	400	700	1 000
Внутренний диаметр стенки, мм	4 730	6 630	7 580	8 530	10 430	10 430
Высота стенки, мм	6 000	6 000	7 500	7 500	9 000	12 000
Стенка:						
количество поясов, шт.	4	4	5	5	6	8
припуск на коррозию, мм	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
толщина верхнего пояса, мм	5	5	5	5	5	5
толщина нижнего пояса, мм	5	5	5	5	5	6
Днище:						
припуск на коррозию, мм	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
толщина центральной части, мм	5	5	5	5	5	5
Крыша:						
припуск на коррозию, мм	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
толщина настила, мм	5	5	5	5	6	6
Масса конструкции, кг:						
стенка	3 562	4 987	7 124	8 014	11 754	16 067
днище	762	1 428	1 855	2 340	3 476	3 454
крыша	863	1 616	2 123	2 662	5 048	4 965
лестница	685	1 013	1 160	1 314	1 500	1 804
площадки на крыше	632	632	724	724	921	1 190
люки и патрубки	706	706	736	736	780	798
комплектующие конструкции	87	87	87	87	104	104
каркасы и упаковка	2 100	2 100	2 300	2 300	3 200	4 800

Таблица 2

Параметры РВС с щитовой кровлей, шахтной лестницей

Параметры	Значение параметров в зависимости от объёма, м ³			
	2 000	3 000	5 000	5 000
Внутренний диаметр стенки, мм	15 180	18 980	22 800	20 920
Высота стенки, мм	12 000	12 000	12 000	15 000
Стенка:				
количество поясов, шт.	8	8	8	10
припуск на коррозию, мм	1,0	1,0	1,0	Нет
толщина верхнего пояса, мм	5	6	7	6
толщина нижнего пояса, мм	7	8	9	11
Днище:				
количество окроек, шт.	8	10	12	12
припуск на коррозию, мм	1,0	1,0	1,0	1,0
толщина центральной части, мм	5	5	5	5
толщина окроек, мм	7	8	8	10
Крыша:				
количество балок, шт.	24	32	32	32
припуск на коррозию, мм	1,0	1,0	1,0	1,0
несущий элемент	I20Б1	I20Б1	I25Б1	I20Б1
толщина настила, мм	5	5	5	5
Масса конструкции, кг:				
стенка	25 075	36 332	50 436	56 421
днище	8 458	13 429	18 883	17 452
крыша	13 355	21 491	32 283	25 789
лестница	2 219	2 679	3 324	3 051
площадки на крыше	1 190	1 190	1 190	1 480
люки и патрубки	1 338	1 378	2 047	2 182
комплектующие конструкции	1 459	1 586	1 690	1 702
каркасы и упаковка	5 200	5700	7 800	8 200

Таблица 3

Параметры РВС со сферической кровлей, шахтной лестницей

Параметры	Значение параметров в зависимости от объёма, м ³			
	10 000	10 000	20 000	30 000
Внутренний диаметр стенки, мм	34 200	28 500	39 900	45 600
Высота стенки, мм	12 000	17 880	17 880	18 000
Стенка:				
количество поясов, шт.	8	12	12	Полистовая
припуск на коррозию, мм	Нет	Нет	Нет	12
толщина верхнего пояса, мм	8	8	10	Нет
толщина нижнего пояса, мм	9*	12*	16*	18*

Параметры	Значение параметров в зависимости от объёма, м ³			
	10 000	10 000	20 000	30 000
Днище:				
количество окраек, шт.	18	16	22	24
припуск на коррозию, мм	1,0	1,0	1,0	2,0
толщина центральной части, мм	5	5	5	6
толщина окраек, мм	8*	10*	10*	14*
Крыша:				
количество балок, шт.	32	28	36	44
припуск на коррозию, мм	Нет	Нет	Нет	Нет
несущий элемент	I25Б1	I20Б1	I25Б1	I30Б1
толщина настила, мм	5	5	5	5
Масса конструкции, кг:				
стенка	84 320	112 450	202 853	255 632
днище	40 712	30 698	57 408	88 721
крыша	74 968	51 704	102 641	145 467
лестница	1 214	1 680	1 680	1 680
площадки на крыше	6 023	5 019	6 859	7 839
люки и патрубки	2 427	2 595	3 651	3 776
комплектующие конструкции	2 301	2 287	2 944	4 222
каркасы и упаковка	14 000	17 000	24 000	18 000

* из стали марки 09 Г2Сц

Стенки резервуаров объёмом от 100 до 20 000 м³ изготавливаются рулонным способом, РВС объёмом 20 000 м³ и выше – как полистовым, так и комбинированным способом. Полотнища стенок резервуара имеют прямоугольную форму с разбежкой заводских вертикальных стыков и прямолинейными начальными и конечными кромками. Продольные швы в зоне этих кромок имеют недоваренные участки с подготовленной разделкой для сварки зубчатого монтажного стыка. Зубчатый монтажный стык стенки резервуара (рис. 1) образуется путём обрезки технологического припуска полотнища по длине, которая обычно составляет 150–300 мм.

Все соединения листов в поясе делаются встык. Пояса между собой могут соединяться встык или внахлёстку в телескопическом или ступенчатом порядке (рис. 2).

Днища для РВС объёмом до 1 000 м³ делают плоскими (рис. 3), состоящими из листов одной толщины.

Днища для РВС объёмом свыше 1 000 м³ делают коническими, т. е. имеется центральная часть и утолщённые кольцевые окрайки.

Днища резервуаров располагаются на песчаной подушке и имеют уклон от центра к периферии, равный 2 %. Уклон днища необходим для