


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

Институт электроники и светотехники
Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой
канд. техн. наук, доц.


(подпись) В. В. Родин
«18» 06 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

**РАЗРАБОТКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПОВЕРКИ РЕЗЕРВУАРОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ
МЕТОДОМ**

Автор бакалаврской работы


(подпись)

08.06.2018
(дата)


С. Н. Бедин

Обозначение бакалаврской работы БР-02069964-27.03.01-04-18

Направление 27.03.01 стандартизация и метрология

Руководитель работы

канд. экон. наук, доц.


(подпись)

08.06.2018
(дата)

С. В. Кунев

Нормоконтролер

канд. экон. наук, доц.


(подпись)

08.06.2018
(дата)

С. В. Кунев

Саранск
2018

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 55 страниц, 12 рисунков, 4 таблицы, 30 формул, 20 источников литературы, 1 приложение.

ДИАМЕТР, ДЛИНА ОКРУЖНОСТИ, КАЛИБРОВКА, ОБЪЕМ, ПОВЕРКА, РЕЗЕРВУАР, ТОЛЩИНА.

Объектом исследования является нормативно-техническая документация на поверку резервуаров геометрическим методом.

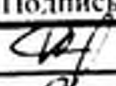
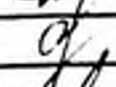
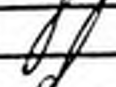
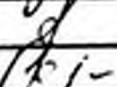
Цель работы – изучение и анализ нормативной документации на методику поверки резервуаров геометрическим методом, а также разработка метрологического обеспечения поверки горизонтальных резервуаров геометрическим методом.

В процессе работы использовались нормативная документация и учебно-методическая литература по метрологическому обеспечению и горизонтальных стальных резервуарах.

В результате исследования были изучены методы поверки горизонтальных резервуаров, подробно рассмотрен геометрический метод поверки горизонтального резервуара типа РГС-25 м³, а также разработан новый метод проведения проверки фундаментов для горизонтальных резервуаров типа РГС-25 м³.

Область применения – метрологическое обеспечение.

Эффективность – улучшение процесса поверки горизонтальных резервуаров при геометрическом методе.

					БР-02069964-27.03.01-04-18			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка метрологического обеспечения поверки резервуаров геометрическим методом	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Бедин		07 06				
Провер.		Кунев		08 06			3	65
И Контр		Кунев		08 06				
Утверд		Родин		18 06				
						ИЭС, СиМ, д/о, 461 гр.		

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 55 страниц, 12 рисунков, 4 таблицы, 30 формул, 20 источников литературы, 1 приложение.

ДИАМЕТР, ДЛИНА ОКРУЖНОСТИ, КАЛИБРОВКА, ОБЪЕМ, ПОВЕРКА, РЕЗЕРВУАР, ТОЛЩИНА.

Объектом исследования является нормативно-техническая документация на поверку резервуаров геометрическим методом.

Цель работы – изучение и анализ нормативной документации на методику поверки резервуаров геометрическим методом, а также разработка метрологического обеспечения поверки горизонтальных резервуаров геометрическим методом.

В процессе работы использовались нормативная документация и учебно-методическая литература по метрологическому обеспечению и горизонтальных стальных резервуарах.

В результате исследования были изучены методы поверки горизонтальных резервуаров, подробно рассмотрен геометрический метод поверки горизонтального резервуара типа РГС-25 м³, а также разработан новый метод проведения проверки фундаментов для горизонтальных резервуаров типа РГС-25 м³.

Область применения – метрологическое обеспечение.

Эффективность – улучшение процесса поверки горизонтальных резервуаров при геометрическом методе.

					БР–02069964–27.03.01–04–18			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Бедин			Разработка метрологического обеспечения поверки резервуаров геометрическим методом	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Кунев					3	65
Н. Контр.		Кунев						
Утверд.		Родин						
						ИЭС, СиМ, д/о, 461 гр.		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Анализ метрологического обеспечения поверки горизонтальных резервуаров	8
1.1 Метрологическое обеспечение	8
1.2 Поверка средств измерений	10
1.3 Классификация методов поверки	11
1.4 Калибровка средств измерений	19
1.5 Методики выполнения измерений (МВИ)	20
1.6 Горизонтальные стальные резервуары (РГС)	23
1.7 Определения	28
2 Резервуар горизонтальный стальной РГС - 25 м ³ : требования, основные параметры, методы поверки	31
2.1 Параметры и внешний вид резервуара горизонтального стального РГС – 25 м ³	31
2.2 Технические характеристики резервуара	33
2.3 Выбор метода поверки	34
3 Выполнение поверки резервуара горизонтального стального	35
3.1 Сравнительный анализ методов поверки резервуара горизонтального стального РГС - 25 м ³	35
3.2 Технические требования	37
2.4.1 Требования к погрешности измерений параметров резервуаров	37
2.4.2 Требования по применению основных и вспомогательных средств поверки	38
3.3 Требования к условиям поверки	41
3.4 Требования к порядку проведения поверки	43
3.5 Требования к квалификации поверителей и	

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

ВВЕДЕНИЕ

Для хранения нефти и нефтепродуктов в отечественной практике применяются резервуары металлические, железобетонные, из синтетических материалов, льдогрунтовые.

В настоящее время резервуары горизонтальные стальные в промышленности и других отраслях деятельности пользуются огромным спросом и считаются незаменимым видом технического оснащения. В основном эти емкости используются для хранения продуктов нефтепереработки и топлива. Кроме этого резервуары стальные горизонтальные являются идеальными для хранения технической и питьевой воды. Такие резервуары могут отличаться по материалу производства, по объему, по числу отсеков и по другим техническим характеристикам.

Преимущество резервуаров стальных горизонтальных перед другими видами емкостей для хранения жидкостей:

- резервуары стальные горизонтальные является одновременно емкостью для хранения, и выдачи нефтепродуктов;
- возможность подвода дополнительных технических сооружений, (технических колодцев, опор, сливных труб, и т. д);
- достаточно плотно прилегающая крышка люка обеспечивает абсолютную герметичность внутреннего пространства;
- горизонтальные стальные резервуары отвечают, и нормативным документам для стальных конструкций, действующим на территории Российской Федерации.

Цель работы – изучение и анализ нормативной документации на методику поверки резервуаров геометрическим методом.

Объектом исследования является нормативно-техническая документация на поверку горизонтальных резервуаров геометрическим методом.

					БР–02069964–27.03.01–04–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 Теоретическая часть

1.1 Метрологическое обеспечение

Метрологическое обеспечение (МО) – это установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений. Основной тенденцией в развитии метрологического обеспечения является переход от существовавшей ранее сравнительно узкой задачи обеспечения единства и требуемой точности измерений к принципиально новой задаче обеспечения качества измерений [3, с. 96].

Качество измерений понятие более широкое, чем точность измерений. Оно отражает совокупность свойств средств измерений, обеспечивающих получение в определенный срок результатов измерений с требуемыми точностью (размером допускаемых погрешностей), достоверностью, правильностью, сходимостью и воспроизводимостью.

Понятие "метрологическое обеспечение" применяется, как правило, по отношению к измерениям (испытанию, контролю) в целом. В то же время допускают использование термина "метрологическое обеспечение технологического процесса (производства, организации)", подразумевая при этом метрологическое обеспечение измерений (испытаний или контроля) в данном процессе, производстве, организации.

Объектом метрологического обеспечения являются все стадии жизненного цикла (ЖЦ) изделия (продукции) или услуги. Под жизненным циклом понимается группа последовательных взаимосвязанных процессов создания и изменения состояния продукции от исходных требований к ней до окончания эксплуатации или потребления.

Так, для достижения высокого качества изделия, на его стадии разработки производится выбор контролируемых параметров, допусков,

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

средств измерения, норм точности, контроля и испытания. Так же проводится метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации [1, с. 461].

При разработке метрологического обеспечения используется системный подход, суть которого определяется в рассмотрении указанного обеспечения как совокупности взаимосвязанных процессов, необходимых для достижения требуемого качества измерений.

Таковыми процессами являются:

установление оптимальных норм точности измерений при контроле качества продукции и управлении процессами, а также рациональной номенклатуры измеряемых параметров;

- технико-экономическое обоснование и выбор СИ, испытаний и контроля и установление их рациональной номенклатуры;

- стандартизация, агрегатирование и унификация используемой контрольно-измерительной техники;

- разработка, внедрение и аттестация современных методик выполнения измерения, испытаний и контроля (МВИ);

- поверка и калибровка, метрологическая аттестация контрольно-измерительного и испытательного оборудования (КИО), применяемого на производстве;

- контроль над производством, состоянием, применением и ремонтом испытательного оборудования, а также за соблюдением метрологических норм на предприятии;

- участие в разработке и внедрении стандартов в предприятиях;

- внедрение государственных и межотраслевых стандартов, а также иных нормативных документов;

- проведение метрологической экспертизы проектов нормативной, технологической и конструкторской документации;

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

БР-02069964-27.03.01-04-18

- проведение анализа состояния измерений, и последующая разработка и осуществление мероприятий по совершенствованию метрологического обеспечения;

- подготовка работников метрологических служб и подразделений предприятия к выполнению контрольно-измерительных операций.

Метрологическое обеспечение имеет четыре основы: нормативную и техническую, научную и организационную. Разработка и проведение мероприятий метрологического обеспечения возложено на метрологические службы (МС). Метрологическая служба – служба, создаваемая в соответствии с законодательством для выполнения работ по обеспечению единства измерений и осуществления метрологического контроля и надзора.

1.2 Поверка средств измерений

Поверка СИ – совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям [12, с. 370].

Средства измерений, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, при выпуске из производства и в случае ремонта, по его окончании должны проходить первичную поверку, а в период эксплуатации по истечению срока первичной поверки должны проходить периодическую поверку [2, с. 521].

Все индивидуальные предприниматели и юридические лица, кто использует средства измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, однозначно должны вовремя проводить поверку данных средств измерений.

Основная цель поверки средств измерений – это в соответствии с разработанным и утвержденным порядком провести передачу рабочим

					БР–02069964–27.03.01–04–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

средствам измерений (РСИ) размер единиц величин от точных эталонных средств.

При реализации этого установленного порядка поверки в наличии должны быть необходимые государственные первичные эталоны единиц величин, поверочные схемы, соответствующее техническое оборудование, разработанные методики поверки, необходимое нормативное обеспечение, обученные специалисты (поверители), а также необходимые измерительные системы [9, с. 36].

Результаты поверки средств измерений удостоверяются знаком поверки и (или) свидетельством о поверке. Конструкция средства измерений должна обеспечивать возможность нанесения знака поверки в месте, доступном для просмотра. Если особенности конструкции или условия эксплуатации средства измерений не позволяют нанести знак поверки непосредственно на средство измерений, он наносится на свидетельство о поверке [8].

Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области обеспечения единства измерений.

Сведения о результатах поверки средств измерений, предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, передаются в реестр государственной системы по обеспечению единства измерений проводящими поверку средств измерений юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями [10, с. 16].

1.3 Классификация методов поверки

Под методами поверки понимают способы передачи размера единиц

					БР–02069964–27.03.01–04–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

физической величины. В основу классификации применяемых методов поверки приведены следующие признаки, в соответствии с которыми средства измерения могут быть поверены:

- непосредственное сличение поверяемого СИ с эталонным СИ того же вида, то есть без использования компаратора или прибора сравнения;
- сличением поверяемого средства измерения с эталонным СИ того же вида с помощью компаратора или других средств сравнения;
- прямым измерением поверяемым средством измерения значения физической величины, воспроизводимой эталонной мерой;
- прямым измерением эталоном значения физической величины, воспроизводимой подвергаемой поверке мерой;
- косвенным измерением величины, поверяемым прибором или воспроизводимой мерой, подвергаемыми поверке;
- путем независимой (автономной) поверки.

Приведенные методы поверки могут иметь свои отличия, однако по своей сути они могут быть сведены к одному из перечисленных выше методов.

Метод непосредственного сличения

При поверке данным методом определяют требуемые значения измеряемой величины X и сравнивают показания поверяемого прибора $X_{\text{п}}$ и эталона $X_{\text{э}}$. Разность между их показаниями будет равна абсолютной погрешности поверяемого прибора (формула 1):

$$\Delta = X_{\text{п}} - X_{\text{э}}, \quad (1)$$

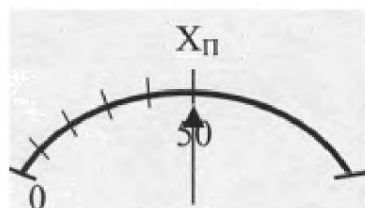
которую приводят к нормированному значению X_{N} для получения приведенной погрешности (формула 2):

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_{\text{N}}} \quad (2)$$

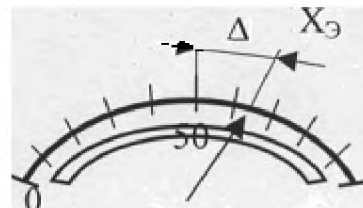
					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Этот метод на практике может быть реализован двумя способами:

1) определением совмещений. В этом случае указатель поверяемого прибора совмещают с поверяемой отметкой шкалы. Погрешность измерений рассчитывают по формуле (1), как разность между показанием поверяемого прибора (рисунок 1 а) и действительным значением, снимаемым по показаниям эталонного прибора (рисунок 1 б).



а)

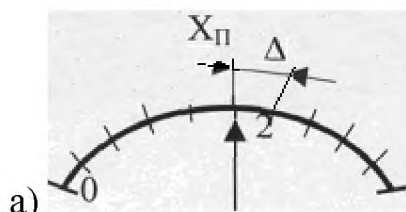


б)

Рисунок 1 – Первый способ метода непосредственного сличения

2) определением погрешности по шкале поверяемого прибора. Суть способа поясняется на рисунке 2.

Погрешность находят, как расстояние между поверяемой отметкой и указателем поверяемого прибора.



а)



б)

Рисунок 2 – Второй способ метода непосредственного сличения

Первый способ более удобен тем, что погрешность можно более точно отсчитать по эталонному прибору.

Преимуществом второго способа является то, что мы можем одновременно поверять несколько приборов с помощью одного эталонного.

Основным достоинством метода непосредственного сличения является

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

простота и отсутствие необходимости применения сложного оборудования.

Метод сличения при помощи компаратора (прибора сравнения).

Этот метод необходим тогда, когда невозможно или достаточно сложно сравнить показания двух приборов или двух мер.

Измерения в этом случае проводят путем добавления в схему поверки компаратора, позволяющего косвенно сравнивать две однородные или разнородные физические величины.

Компаратором может быть средство измерения, одинаково влияющее на сигнал эталонного и поверяемого средства измерения.

Например, при сличении мер емкости, сопротивления или индуктивности в качестве компарирующего средства используют мосты переменного или постоянного тока. При сравнении мер сопротивления и ЭДС – потенциометры.

Сличение мер с помощью компарирующего средства осуществляется при помощи той или иной разновидности метода сравнения. Наиболее используемыми являются методы противопоставления и замещения.

Суть этих методов заключается в следующем. При использовании метода противопоставления две сравниваемые величины подаются на разные входы компаратора, а при использовании метода замещения – в одну и ту же часть схемы подается одна величина, а потом другая. Общим для этих методов поверки является выработка дифференциального (разностного) сигнала (формула 3):

$$\Delta X = X - X_m, \quad (3)$$

Если ΔX сводится к нулю путем изменения значения X_m меры, тогда этот метод называется нулевым. Если же значение ΔX не равно нулю – дифференциальным.

При использовании метода противопоставления две сравниваемые величины подаются на входы компарирующего устройства одновременно, что позволяет снизить влияние на результаты поверки влияющих величин, так как эти величины примерно одинаково изменяют сигнал.

Достоинством метода замещения является то, что две сравниваемые величины включаются в одну и ту же часть схемы. Это позволяет исключить погрешности, возникающие из-за несимметрии схемы компараторов.

Недостатком нулевого метода замещения является то, что мы должны иметь меру, позволяющую воспроизводить любое значение измеряемой величины без существенного уменьшения точности.

Особенностью дифференциального метода сравнения является возможность получения действительных результатов сличения даже при использовании относительно грубых средств для измерения разности.

Метод прямых измерений

Суть его заключается в прямом измерении поверяемым прибором значения физической величины воспроизводимой мерой. Практическая реализация этого метода должна предъявлять к мерам следующие требования:

- большой для перекрытия всего диапазона измерения поверяемого средства измерения диапазон физических величин воспроизводимых мерой;
- возможность воспроизведения мерой той же физической величины, в единицах которой проградуировано поверяемое средство измерения;
- соответствие точности меры (а также и ее типа) и плавности изменения размера требованиям, которые предъявляются в нормативной документации по поверке данного средства измерения.

Определение основной погрешности поверяемого СИ проводят двумя способами:

- изменением размера меры до совпадения указателя поверяемого СИ с поверяемой отметкой, то есть способом непосредственной оценки.

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Погрешность определяют в этом случае по формуле (1).

- предварительной установкой размера меры, соответствующему номинальному для данного показания поверяемого средства измерения, с последующим отсчетом значения $X_{п}$ и расчетом погрешности по формуле (1).

Реализация этих двух способов возможна при наличии магазина мер, позволяющих очень плавно изменять значение физической величины.

Метод косвенных измерений

Суть метода косвенных измерений заключается в следующем: проводят прямые измерения нескольких физических величин с помощью эталонных средств измерений и получают значения $X_{01}, X_{02}, \dots, X_{0m}$. Затем, используя известную функциональную зависимость f между этими величинами и величиной, которая измеряется поверяемым прибором, определяют действительные значения величины, то есть находят результат косвенного измерения по формуле (4):

$$Q_0 = f(X_{01}, X_{02}, \dots, X_{0m}). \quad (4)$$

Метод применяется, когда действительные значения величин, определяемые поверяемым средством измерений невозможно или сложно определить прямым методом измерения или когда косвенные измерения более просты или точны.

Например, поверка аналогового счетчика активной энергии с помощью эталонного ваттметра и секундомера. С помощью ваттметра измеряют значение мощности P_0 и поддерживают ее неизменной в течении времени t_0 , которое в свою очередь определяется по эталонному секундомеру. Тогда действительное значение энергии W_0 рассчитывают по формуле (5):

$$W_0 = P_0 \cdot t_0, \quad (5)$$

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

а погрешность поверяемого счётчика определить из формулы (6):

$$\delta = ((W_{\Pi} - W_0) / W_0) 100\% \quad (6)$$

При проведении поверки методом косвенных измерений необходимо учитывать тот факт, что погрешность и конечный результат косвенного измерения зависит от составляющих погрешностей прямых измерений (формула 7):

$$\Delta W_0 = \sqrt{E_{p0}^2 + E_{t0}^2} = \sqrt{(t_0 \cdot \Delta P_0)^2 + (R_0 \cdot \Delta t_0)^2} \quad (7)$$

1.4 Калибровка средств измерений

Калибровка средств измерений – совокупность операций, необходимых для определения или подтверждения действительных метрологических характеристик с помощью эталонных средств измерений и (или) пригодности к применению средства измерений, не подлежащего государственному метрологическому контролю и надзору. Закон «Об обеспечении единства измерений» устанавливает, что средства измерений, не подлежащие поверке, могут подвергаться калибровке при выпуске из производства или ремонта, при ввозе по импорту, при эксплуатации, прокате и продаже [14, с. 71].

Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, могут в добровольном порядке подвергаться калибровке. Калибровка средств измерений выполняется с использованием эталонов единиц величин, прослеживаемых к государственным первичным эталонам соответствующих единиц величин, а при отсутствии соответствующих государственных

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

первичных эталонов единиц величин – к национальным эталонам единиц величин иностранных государств.

Выполняющие калибровку средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели в добровольном порядке могут быть аккредитованы в области обеспечения единства измерений.

Результаты калибровки средств измерений, выполненной аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, могут быть использованы при поверке средств измерений в порядке, установленном государственным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области обеспечения единства измерений [18, с. 838].

Калибровка средств измерений осуществляется с использованием средств калибровки. В качестве средств калибровки могут использоваться эталоны, установки. Калибровку проводят аккредитованные метрологические службы, имеющие право на выполнения калибровочных работ.

1.5 Методики выполнения измерений (МВИ)

Метрологическое обеспечение измерений основывается на стандартах государственной системы обеспечения единства измерений, в том числе основных стандартах метрологического обеспечения [19, с. 57].

Процедуру выполнения измерения можно разделить на несколько этапов:

- выбор средства измерения, необходимый для выбранного метода;
- выбор метода измерений;
- определение последовательности операций, применяемых при выполнении измерений;

- методика обработки результатов;
- подготовительные операции;
- последовательность выполнения измерений;
- методы контроля погрешности;
- оформление результатов измерений.

В индивидуальных МВИ кроме того указывают:

- номера средств измерений и дополнительных устройств;
- значения метрологических и других характеристик, определяемых экспериментально;

Погрешность МВИ определяют для всего диапазона значений, с учетом вероятного проявления основных источников погрешности. Значение погрешности может быть установлено расчетным способом по установленным значениям случайной и систематической погрешностей. Все средства, используемые для измерения, вносят (вследствие их ограниченной точности) определенные погрешности. Однако, погрешности средства измерения, как правило, довольно четко находятся в конкретных пределах, указанными в соответствующей документации.

1.6 Горизонтальные стальные резервуары (РГС)

Горизонтальные стальные резервуары РГС применяются для технического оснащения нефтехранилищ, нефтебаз, на предприятиях нефтедобычи, нефтепереработки и других промышленных объектов. Резервуары в горизонтальном исполнении используются не только для хранения различных видов жидкостей, но и для измерения объема и выдачи хранимой среды. В зависимости от типа внутреннего покрытия горизонтальной емкости в них могут храниться светлые и темные нефтепродукты, различные ГСМ, топливо, химические растворы, а также пищевые продукты и вода; они также могут выполнять функцию пожарных

					Лист
					19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

БР-02069964-27.03.01-04-18

резервуаров [3]. В зависимости от технических требований резервуары металлические горизонтальные выпускаются в трех вариантах:

- РГС д резервуар горизонтальный стальной двустенный;
- РГС п резервуар горизонтальный стальной подземный;
- РГС н резервуар горизонтальный стальной надземный.

Для топливных двустенных резервуаров (резервуары для горюче-смазочных материалов, резервуары для автозаправочных станций) применяются методы подземной установки. Для контроля за герметичностью в резервуаре горизонтальном стальном двустенном, пространство между стенками, по желанию заказчика, заполняется азотом либо тосолом и устанавливается дополнительное оборудование.

Резервуары горизонтальные стальные РГС или резервуары вертикальные стальные РВС выпускаются в зависимости от требований к эксплуатации – наземного или подземного расположения, климатических и сейсмических условий, и прочего. Резервуар стальной горизонтальный или вертикальный, в зависимости от материального исполнения может быть использован в обычных климатических условиях и в холодных районах крайнего севера [5].

Температура хранения продукта не должна превышать +90 °С

Минимальная температура окружающей среды допустима до -60 °С

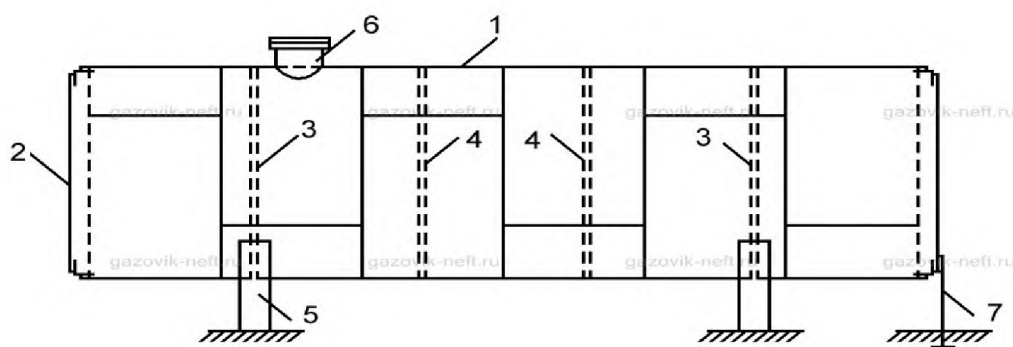
В таблице 1 и таблице 2 представлены характеристики РГСн и РГСп, а на рисунке 3 – внешний вид РГСн.

Таблица 1 – Виды горизонтальных стальных надземных резервуаров РГСн [4, с. 34]

Обозначение	Объем, м ³	Длина, мм	Диаметр, мм	Масса, т
РГСн – 3	3	2 150	1 400	1.03
РГСн – 5	5	2 150	2 000	1.26
РГСн – 10	10	2 610	2 000	1.63
РГСн – 25	25	4 280	2 800	2.66
РГСн – 50	50	8 800	2 800	4.20
РГСн – 75	75	9 290	3 200	5.30
РГСн – 100	100	12 350	3 200	6.5

Таблица 2 – Виды горизонтальных стальных подземных резервуаров РГСп [4, с. 34]

Обозначение	Объем, м ³	Длина, мм	Диаметр, мм	Масса, т
РГСп – 3	3	2 150	1 400	0.78
РГСп – 5	5	2 150	2 000	0.99
РГСп – 10	10	2 610	2 000	1.38
РГСп – 25	25	4 280	2 800	2.41
РГСп – 50	50	8 800	2 800	3.83
РГСп – 75	75	9 290	3 200	4.99
РГСп – 100	100	12 350	3 200	6.16



1 – стенка, 2 – днище, 3 – опорная диафрагма, 4 – промежуточное кольцо жесткости, 5 – опора, 6 – лаз, 7 – заземление.

Рисунок 3 – Резервуар РГС надземного расположения

Стенка РГС выполняется из нескольких листовых обкладок. Каждая обкладка изготавливается из стального листа. Ширину листов выбирают в пределах 150...200 см. Листы соединяются между собой сварными стыковыми швами, или могут свариваться внахлестку.

Также стенки укрепляют опорными и промежуточными кольцами жесткости для увеличения жесткости резервуара. Треугольная диафрагма применяется в дополнение к опорным кольцам жесткости. Днище стального резервуара изготавливают плоским при избыточном давлении до 40 кПа и коническим до 70 кПа. Плоское днище может быть ребристым и безреберным. Стенки горизонтального резервуара усиливают кольцами жесткости из прокатных уголков, свальцованных на перо и приваренных пером к стенке, для

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

устанавливается нагревательное оборудование: паровой либо электрический подогрев кабелем. При необходимости подогрева (охлаждения) продукта внутри емкости РГС может устанавливаться теплообменная рубашка для проточной циркуляции теплоносителя. Для сохранения температурного режима в емкости, устанавливается термоизолирующая рубашка толщиной до 100 мм. В качестве наполнителя термоизолирующей рубашки стальной емкости резервуара применяется рулонный (полистовой) кашированный утеплитель из минеральной ваты, применяемый для повышения теплоизоляционных характеристик. Изготавливаемая категория резервуаров РГС не подлежит действию правил безопасности сосудов, работающих под давлением.

Стальные емкости и резервуары производятся из разных видов стали:

- стальные емкости из малоуглеродистой стали (наземные – РГСН, подземные – РГСП);
- резервуары из нержавеющей стали;
- емкости стальные из низколегированной стали.

На сегодняшний день существуют резервуары, нержавеющая сталь которых является особым сплавом углеродистой стали и других видов металла [11]. Основное применение такие конструкции из нержавейки находят в химической, пищевой, косметической промышленности, а также используются в качестве емкостей для хранения технологических составов и специальных жидкостей. Поскольку эта сталь имеет высокие антикоррозийные свойства, гигиеничность, долговечность, это позволяет применять данные резервуары для хранения воды (питьевой резервуар) в области пищевой промышленности, косметологии. Безусловно, емкости из нержавеющей стали можно использовать также для других жидкостей: нефти, нефтепродуктов, бензина, дизельного топлива.

Стальные емкости из нержавеющей стали имеют неоспоримое преимущество. Во-первых, такие стальные емкости не требуют специального

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

антикоррозийного покрытия, так как изготавливаются из сплавов нескольких марок. Конструкции емкости из нержавеющей стали можно производить разной вместимости: от половины куба до большого объема – 30000 м³. Стандартные размеры емкости могут быть изменены по желанию заказчика.

1.7 Определения

В данной работе применяются следующие термины с соответствующими определениями:

- поверка резервуара – совокупность операций, выполняемых организациями национальной (государственной) метрологической службы или аккредитованными на право поверки метрологическими службами юридических лиц с целью определения вместимости и градуировки резервуара, составления и утверждения градуировочной таблицы;

- градуировочная таблица – зависимость вместимости от уровня наполнения резервуара при нормированном значении температуры. Таблицу прилагают к свидетельству о поверке резервуара и применяют для определения объема жидкости в нем [4];

- резервуар горизонтальный стальной – металлический сосуд в форме горизонтально лежащего цилиндра со сферическими, плоскими, коническими или усеченно-коническими днищами, применяемый для хранения и измерений объема жидкостей;

- градуировка резервуара – операция по установлению зависимости вместимости резервуара от уровня его наполнения, выполняемая организациями национальной (государственной) метрологической службы или аккредитованными на право поверки метрологическими службами юридических лиц при выпуске из производства или ремонта и при эксплуатации;

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

- вместимость резервуара – внутренний объем резервуара, который может быть наполнен жидкостью до определенного уровня;
- дозовая вместимость резервуара – объем жидкости в резервуаре, соответствующий уровню налитых в него доз жидкости;
- посантиметровая вместимость резервуара – объем жидкости в резервуаре, соответствующий уровню налитых в него доз жидкости, приходящихся на 1 см высоты наполнения;
- номинальная вместимость резервуара – вместимость резервуара, соответствующая максимальному уровню его наполнения, установленная нормативным документом на горизонтальный резервуар конкретного типа;
- уровень жидкости (высота наполнения) – расстояние по вертикали между плоскостью, принятой за начало отсчета, и свободной поверхностью жидкости, находящейся в резервуаре;
- базовая высота резервуара – расстояние по вертикали от плоскости, принятой за начало отсчета, до верхнего края горловины резервуара или измерительной трубки;
- «мертвая» полость – полость, находящаяся ниже плоскости, принятой за начало отсчета;
- степень наклона резервуара – величина η , выражаемая через тангенс угла наклона резервуара, рассчитываемая по формуле (8):

$$\eta = \text{tg } \varphi, \quad (8)$$

где φ – угол наклона резервуара в градусах;

- геометрический метод поверки резервуара – метод поверки резервуара, заключающийся в определении вместимости резервуара по результатам измерений его геометрических параметров.

2 Резервуар горизонтальный стальной РГС-25 м³: требования, основные параметры, метод поверки

2.1 Параметры и внешний вид резервуара горизонтального стального РГС-25 м³

Резервуары горизонтальные стальные РГС-25 м³ служат для хранения светлых и темных нефтепродуктов с плотностью до 1 тс/м³ при внутреннем избыточном давлении в газовом пространстве 0,04 мПа – для плоских днищ и 0,07 мПа – для конических днищ или вакууме 0,001 мПа [8].

В зависимости от места расположения, резервуар РГС-25 м³ может изготавливаться в двух исполнениях:

Исполнение 1: Наземная установка РГС-25 м³

При надземной установке конструкция ёмкости предусматривает опирание на 2 опоры-лапы по концам корпуса. Ширина опоры вдоль резервуара должна быть не менее 300 мм. Центральный угол охвата резервуара седлом на опоре – 90°.

Исполнение 2: Подземная установка РГС-25 м³

При установке в сухих грунтах, подземный резервуар укладывается на песчаную подушку толщиной не менее 200 мм и заглубляется в грунт до 1200 мм. При подземной установке в мокрых грунтах резервуар укладывается на бетонную подушку и крепится к ней при помощи хомутов, расположенных в месте кольца жесткости и по торцам. В данном случае, резервуар может быть заглублен в грунт до 1000 мм, но не менее 700 мм.

Вид климатического исполнения УХЛ5, при эксплуатации температура окружающей среды от – 10 °С до + 35 °С.

Резервуары РГС-25 м³ могут производиться и с двойной стенкой, при этом оснащаться системой и приборами контроля герметичности

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

межстенного пространства, датчиком максимального уровня линии наполнения, системой деаэрации [15].

Кроме того, для подогрева вязких нефтепродуктов насыщенным водяным паром данные емкости могут оснащаться внутренним секционным подогревающим устройством, а также металлоконструкциями площадок обслуживания с лестницей ограждением.

Возможно изготовление РГС-25 м³ из:

- малоуглеродистой стали;
- нержавеющей стали ;
- низколегированной стали.

Резервуары РГС-25 могут изготавливаться с плоским или коническим днищем.

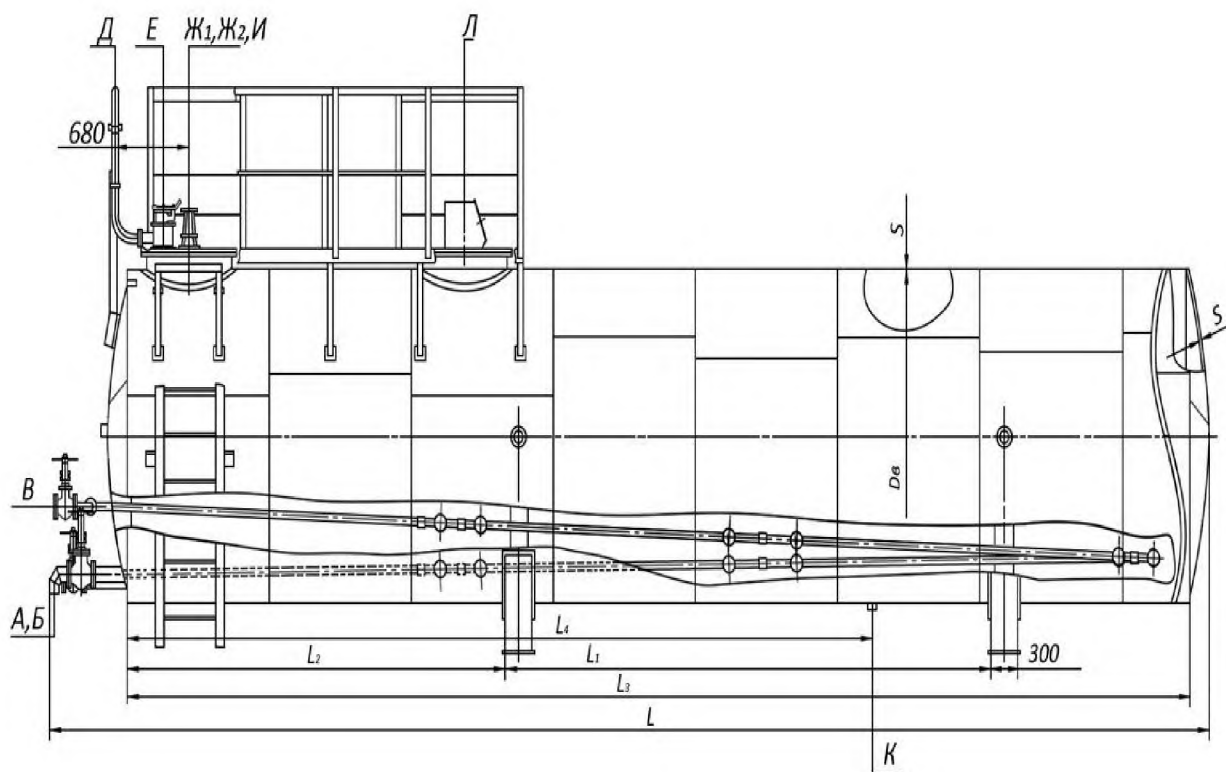


Рисунок 5 – Схема резервуара горизонтального стального РГС-25 м³

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-02069964-27.03.01-04-18

Лист

27

Окончание таблицы 3

Наименование параметра	РГС-25 (темные нефтепродукты)	РГС-25 (светлые нефтепродукты)
Толщина корпуса резервуара, S/S1, мм	4/8	4/8
Ширина резервуара, В, мм	3000	3000
Ширина опоры, В1, мм	3000	3000
Высота резервуара, Н, мм	4330	4450
Высота резервуара при транспортировке, Н1, мм	3400	3400
Площадь поверхности теплообмена, м ²	23	-
Масса резервуара, кг	4560	4340
Установленный срок службы, лет	10	10
Сейсмичность по 12 балльной шкале, балл	Не более 6	Не более 6
Группа резервуаров по ОСТ 26 291-94	5а	5а

2.3 Выбор метода поверки

Поверку резервуара проводят геометрическим или объемным (динамическим или статическим) методом.

Допускается комбинация геометрического и объемного (статического или динамического) методов поверки; динамического или статического при объемном методе поверки [13].

Выбор метода поверки зависит от номинальной вместимости резервуара, наличия требуемых средств измерений, удобства и возможности выполнения измерений, а также экономической целесообразности.

При геометрическом методе поверки резервуара его вместимость определяют по результатам измерений диаметров (или длин окружностей),

длин и толщин стенок поясов резервуара и высот (выпуклостей) и толщин стенок днищ резервуара.

При объемном методе поверки резервуара его вместимость определяют путем непосредственных измерений уровня поверочной жидкости, поступившей в резервуар, с одновременными измерениями ее температуры и объема, соответствующих измеренному уровню жидкости [6].

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

3 Выполнение поверки резервуара горизонтального стального

3.1 Сравнительный анализ методов поверки резервуара горизонтального стального РГС-25 м³

Поверка резервуаров объемным методом.

Объемный метод поверки осуществляется путем слива в калибруемый резервуар последовательных доз жидкости, измеренных образцовыми мерниками П-го разряда или счетчиками жидкости с последующим измерением уровня жидкости после слива каждой дозы.

Объемный метод градуировки, позволяющий осуществлять градуировку с большой точностью, может применяться для любой формы резервуаров и при любых способах их установки. Температура воды в процессе градуировки не должна колебаться более чем на 10° С.

При градуировке следует принять меры, чтобы вода, сливаемая из мерника в резервуар, поступала под уровень. Это значительно уменьшает волнообразование и сокращает время успокоения жидкости перед замером уровня [15].

Точность градуировки объемным методом в большой мере зависит от правильного выбора вместимости применяемых мерников. Для получения правильно составленной градуировочной таблицы необходимо вместимость мерников увязывать с вместимостью градуируемого резервуара. Точность измерения уровня жидкости в резервуаре должна составлять 1 мм, поэтому заливаемую дозу следует выбирать так, чтобы ошибка интерполяций значений вместимости при составлении градуировочной таблицы была меньше 1 мм.

Работы по градуировке резервуаров проводятся в соответствии с ГОСТ 8.346-2000. В качестве поверочной жидкости применяется вода или дизельное топливо.

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Поверка резервуаров геометрическим методом

Резервуары, как средства измерений, используемые для коммерческих операций и расчетов с клиентами, подлежат обязательной государственной поверке. Непосредственно из резервуаров топливо, как правило, не отпускается. В этих случаях государственной поверки резервуаров не требуется. Однако, с целью организации учета поступившего и проданного топлива необходимо определение точных объёмных величин. Для обеспечения данной задачи проводится определение вместимости, градуировка резервуаров и составление градуировочной таблицы. Если вы хотите наладить четкий учет нефтепродуктов и других жидкостей, хранящихся в резервуарах различной формы и емкости, то вам необходимо делать градуировку резервуаров. Лучше всего градуировку производить вместе с зачисткой резервуаров поскольку металлические резервуары подвержены естественной коррозии, которая образует твердые отложения и приводит к изменению геометрических форм резервуаров. Это неизбежно влечет за собой трудности с определением истинного количества содержащихся в резервуарах нефтепродуктов. Градуировка резервуаров дает ощутимую экономию денежных средств. Определение точного объема поступившего и проданного топлива, имеет решающее значение для бухгалтерского учета нефтепродуктов и дает реальную экономию. При этом затраты на проведение градуировки резервуаров АЗС окупаются очень быстро, особенно при использовании геометрического метода [15].

Поверка резервуаров проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 8.346-2000 и ГОСТ 5.870-2000. Первичная поверка емкостей выполняется после монтажа и проведения гидравлических испытаний. Периодическая проверка резервуаров проводится после окончания срока действия градуировочной таблицы, а также после проверки вместимости, ремонта и зачистки резервуаров. При обнаружении изменения базовой

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

высоты резервуара, а также при реконструкции емкости, отражающейся на ее вместимости, проводят внеочередную поверку резервуара.

Чаще всего производят поверку резервуаров геометрическим методом, используя современное лицензированное программное обеспечение, обеспечивающее расчет параметров вместимости резервуара с минимальной погрешностью, а объемный метод более затратный и требует обязательной утилизации воды и при использовании в качестве жидкости нефтепродуктов дает большие потери за счет их испарения.

При поверке резервуаров геометрическим методом должны соблюдаться определенные требования.

3.2 Технические требования

3.2.1 Требования к погрешности измерений параметров резервуаров

Погрешности измерений параметров резервуаров не должны превышать значений, указанных в таблице 4, при поверки резервуаров типа РГС-25 геометрическим методе.

При соблюдении указанных в таблице 4 пределов допускаемой погрешности измерений погрешность определения вместимости резервуара должна находиться в пределах:

± 0,2 % – для резервуаров номинальной вместимостью от 25 до 3000 м³;

± 0,15 % – для резервуаров номинальной вместимостью от 3000 до 4000 м³;

± 0,1 % – для резервуаров номинальной вместимостью от 5000 до 50000 м³;

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Таблица 4 – Погрешность измерений параметров резервуаров при геометрическом методе [4]

Наименование параметра	Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуаров вместимостью, м ³	
	25-4000	5000-100000
Длина окружности первого пояса, %	± 0,022	± 0,022
Высота пояса, мм	± 5	± 5
Расстояние от стенки резервуара до нити отвеса, мм	± 1	± 1
Толщина стенок (включая слой покраски), мм	± 0,2	± 0,2
Объем внутренних деталей, м ³	± (0,005-0,025)	± (0,025-0,25)

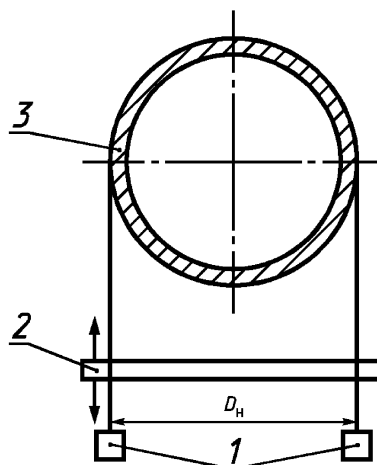
3.2.2 Требования по применению основных и вспомогательных средств поверки

При поверке резервуара геометрическим методом применяют следующие средства поверки:

- рулетки измерительные 2-го класса точности с верхними пределами измерений 10, 20 и 30 м по ГОСТ 7502;
- рулетки измерительные с грузом 2-го класса точности с верхними пределами измерений 5 и 10 м по ГОСТ 7502;
- линейка измерительная металлическая с диапазоном измерений 0-500 мм по ГОСТ 427;
- нутромеры микрометрические с диапазоном измерений 1250-4000 мм по ГОСТ 10;
- толщиномер ультразвуковой с диапазоном измерений 0,6[^]30 мм и пределами допускаемой погрешности ±0,1 мм;
- динамометр с диапазоном измерений 0-100 Н по ГОСТ 13837;
- штангенциркуль с диапазонами измерений 0-125; 0-250; 0-400 мм по

ГОСТ 166;

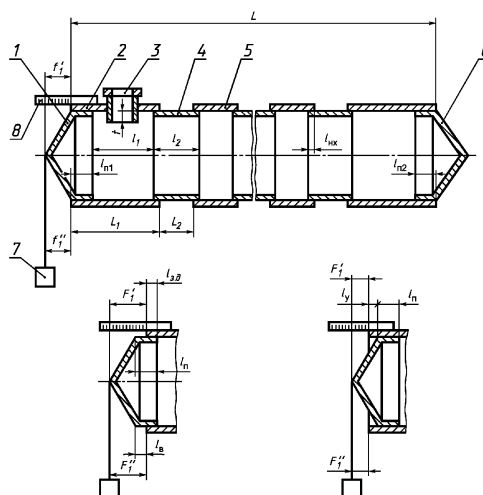
- контрольный уровень по ГОСТ 9392;
- термометр с ценой деления шкалы 1°C по ГОСТ 28498;
- двойной отвес (рисунок 6);



1- двойной отвес; 2 - измерительная рулетка; 3 - резервуар; D_n - наружный диаметр цилиндрической части резервуара

Рисунок 6 – Схема двойного отвеса

- отвес (рисунки 7 и 8);



1, 6 - днища; 2, 4, 5 - пояса; 3 - горловина; 7 - отвес; 8 - измерительная металлическая линейка

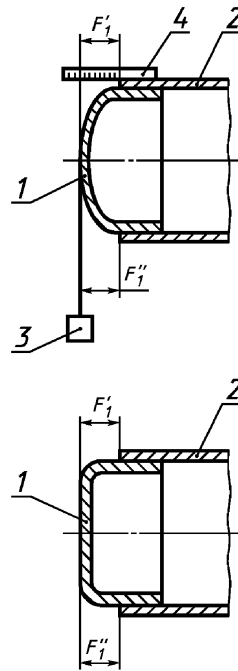
Рисунок 7 – Схема измерения параметров резервуара

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-02069964-27.03.01-04-18

Лист

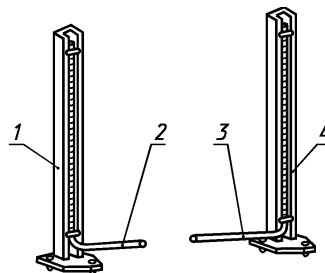
35



1 - днище; 2 - пояс; 3 - отвес; 4 - измерительная металлическая линейка

Рисунок 8 – Схема измерений параметров сферического и плоского днищ

- водомерные трубки (рисунок 9);



1, 4 — подставки; 2, 3 — водомерные трубки

Рисунок 9 – Водомерные трубки

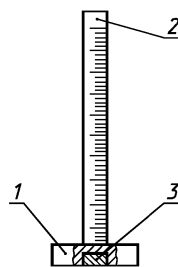
- линейки измерительные с магнитными держателями (рисунок 10);

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-02069964-27.03.01-04-18

Лист

36



1 - основание; 2 - измерительная металлическая линейка; 3 - магнитный держатель

Рисунок 10 – Линейка измерительная с магнитным держателем

- анемометр чашечный типа МС-13 с диапазоном измерений 0-20 м/с;
- газоанализатор типа АНТ-2М;
- вспомогательное оборудование: чертилка, щетки (металлические), мел, микрокалькулятор.

3.3 Требования к условиям поверки

При поверке резервуара соблюдают следующие условия.

Резервуар устанавливают на твердом, не изменяющем своего положения, фундаменте.

При заглубленной установке исключают возможность попадания в приямок грунтовых вод. Возможный сдвиг резервуара предотвращают дополнительными креплениями.

Подземные резервуары поверяют только объемным методом.

При применении геометрического метода поверки допускается степень наклона резервуара до 0,03 при условии определения вместимости резервуара с учетом его угла наклона.

При геометрическом методе, кроме того, соблюдают следующие условия:

- Температура окружающего воздуха $(20 \pm 15) ^\circ\text{C}$;
- Скорость ветра – не более 10 м/с;
- Состояние погоды – без осадков.

Изменение температуры поверочной жидкости в резервуаре и счетчике

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-02069964-27.03.01-04-18				

жидкости за время поверки не должно превышать:

- 2 °С – при применении в качестве поверочной жидкости воды;
- 0,5 °С – при применении в качестве поверочной жидкости светлых нефтепродуктов.

При невыполнении требований вводят температурные поправки на объем, измеренный через каждое изменение температуры поверочной жидкости в резервуаре на 2 °С или 0,5 °С.

При применении мерников выбирают их таким образом, чтобы можно было получить дозы жидкости в объемах, достаточных для подъема уровня поверочной жидкости в резервуаре на 10-30 мм [6].

При применении счетчика жидкости поверочная жидкость должна соответствовать следующим требованиям:

- вязкость поверочной жидкости должна находиться в пределах поверенного диапазона измерений счетчика жидкости;

- рабочий диапазон расхода поверочной жидкости должен находиться в пределах поверенного диапазона измерений счетчика жидкости. В случае изменения диапазона измерений для счетчика жидкости с импульсным выходным сигналом применяют соответствующий новому диапазону коэффициент преобразования счетчика жидкости.

Исключают возможность попадания воздуха в измерительную систему, собранную для поверки резервуара, после наполнения ее поверочной жидкостью.

Процесс определения вместимости резервуара при его поверке должен идти непрерывно (без перерывов, приводящих к изменению объема и уровня жидкости в резервуаре), начиная с уровня, равного нулю, до предельного уровня или уровня определенной дозы.

Скорость наполнения резервуара в процессе поверки не должна превышать 0,3 мм/с.

Базовую высоту резервуара и уровня поверочной жидкости в

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

резервуаре при объемном методе поверки измеряют через измерительный люк в точке, расположенной на плоскости, проходящей через верхнюю образующую и продольную ось резервуара, или через измерительную трубу.

3.4 Требования к порядку проведения поверки

Резервуары подлежат поверке организациями национальной (государственной) метрологической службы или аккредитованными на право поверки метрологическими службами юридических лиц.

Поверку резервуара проводят

- первичную, после строительства и гидравлических испытаний резервуара, перед вводом его в эксплуатацию;
- периодическую, по истечении срока действия градуировочной таблицы и после капитального ремонта в случае внесения в резервуар конструктивных изменений, влияющих на его вместимость.

3.5 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности

Поверку резервуара проводит физическое лицо, прошедшее курсы повышения квалификации и аттестованное в качестве поверителя в установленном порядке [4].

Примечание – В Российской Федерации физическое лицо проходит курсы повышения квалификации в ГНМЦ-ВНИИР, других ГНМЦ или Академии стандартизации, метрологии и сертификации – по программе ГНМЦ-ВНИИР.

К поверке резервуара допускаются лица, изучившие техническую документацию на резервуар и его конструкцию, средства поверки резервуара и прошедшие обучение по 7.1 и инструктаж по безопасности труда в

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

соответствии с ГОСТ 12.0.004.

Лица, выполняющие измерения при поверке резервуара, должны быть одеты в спецодежду.

При геометрическом методе поверки:

- женщины – в комбинезон по ГОСТ 12.4.099;
- мужчины – в комбинезон по ГОСТ 12.4.100.

Перед началом поверки резервуара проверяют:

- исправность лестниц и перил резервуара;
- исправность заземления резервуара, насоса и установки при объемном методе поверки.

Избыточное давление внутри резервуара должно быть равно нулю.

Уровень поверочной жидкости измеряют через измерительный люк или измерительную трубу. После измерений крышку измерительного люка или измерительной трубы плотно закрывают.

Средства, применяемые при поверке резервуара объемным методом, должны быть во взрывозащищенном исполнении для группы взрывоопасных смесей категории ПВ-ТЗ по ГОСТ 12.1.011 и предназначены для эксплуатации на открытом воздухе.

3.6 Подготовка к проведению поверки

При подготовке резервуара к поверке проводят следующие работы:

Проверяют на месте соответствие конструкции и внутренних деталей резервуара технической документации на него.

Проверяют состояние наружной поверхности стенки резервуара (на отсутствие деформаций стенки, загрязнений, брызг металлов, наплывов, заусенцев; на наличие необходимых арматуры и оборудования; исправность лестниц и перил) для возможности проведения наружных измерений [4].

Если проводят измерения внутренних параметров резервуара.

					БР–02069964–27.03.01–04–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Проверяют состояние фундамента резервуара

Проверяют комплектность и работоспособность средств поверки.

Резервуар полностью опорожняют и зачищают от остатков хранившейся жидкости.

Течь в днище может быть вызвана неравномерной осадкой основания резервуара, поэтому необходимо тщательное наблюдение за осадкой фундамента резервуара. Для предотвращения данной проблемы нужно провести поверку фундамента на наличие трещин в его основании и сварочных швах не реже, чем раз в год. А так как фундаменты в большей степени выполняют из железобетонных материалов, то для их поверки следует использовать специальное средство измерения, которое работает по методу сейсмоспектральной дефектоскопии. Оператор оборудования осуществляет удар при помощи специального молотка, фиксирующего силу наносимого воздействия. Датчик вибрации фиксирует колебания, которые отражаются от наличествующих внутренних дефектов, краев конструкции.

При помощи такого метода на диагностику качества фундамента резервуара тратится мало времени, человеческий фактор сводится к минимуму, то есть изъяны, которые обычно человеческий глаз пропускает, оборудование определяет с точностью.

3.7 Проведение поверки резервуара

Проведение поверки резервуара геометрическим методом

Поверку резервуаров геометрическим методом проводят при соблюдении следующих условий:

- непрямолинейность образующей резервуара (излом образующей) – не более 10 мм;
- диаметр местной отдельной вмятины (выпучины) – не более 100 мм, максимальная ее глубина (выпуклость) – не более 5 мм;

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

- степень наклона резервуара – не более 0,03 при условии определения вместимости резервуара с учетом его угла наклона.

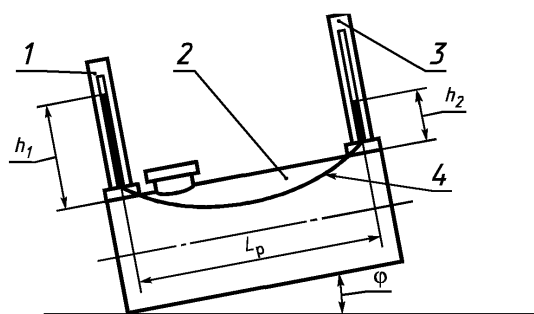
При проверке резервуара измеряют его линейные размеры. Число измерений каждого линейного размера – не менее двух. Среднее арифметическое результатов двух измерений принимают за действительное значение линейного размера.

Если измерения линейных размеров резервуара производят с помощью измерительной рулетки по ГОСТ 7502, ее натягивают с усилием 4, определяемым по пружинному динамометру или прилагаемым при помощи груза и ролика.

Определение степени наклона резервуара

Степень наклона резервуара определяют по результатам наружных или внутренних измерений.

При наружных измерениях (рисунок 13) на верхней образующей резервуара в противоположных концах устанавливают две водомерные трубки, имеющие миллиметровые шкалы и соединенные между собой резиновой трубкой. Уровни воды измеряют в двух водомерных трубках.



1, 3 - водомерные трубки; 2 - резервуар; 4 - резиновая трубка

Рисунок 11 – Схема измерений угла наклона резервуара с применением водомерных трубок

При внутренних измерениях (рисунок 14) в резервуар наливают небольшое количество воды и с помощью двух линеек, имеющих

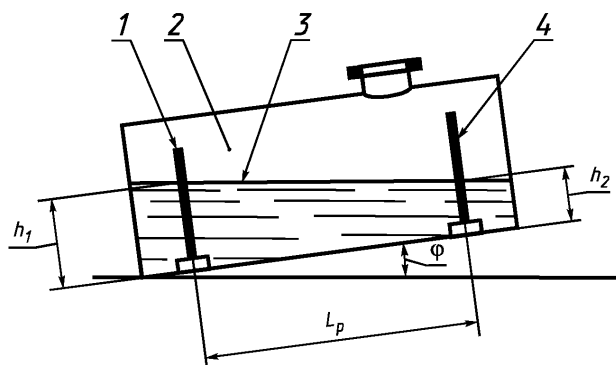
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-27.03.01-04-18

Лист

42

миллиметровые шкалы, измеряют уровни воды в двух сечениях, расположенных в противоположных концах резервуара.



1,4 - измерительные металлические линейки; 2 - резервуар; 3- вода

Рисунок 12 – Схема измерений угла наклона резервуара с применением линеек с магнитными держателями

Расстояние между трубками (линейками) измеряют с помощью измерительной рулетки.

Показания измерительной рулетки, трубок и линеек отсчитывают с погрешностью до 1 мм.

Результаты измерений вносят в протокол

Измерение параметров вмятины и выпучины:

Диаметр вмятины и выпучины измеряют металлической линейкой, глубину вмятины и высоту выпучины – штангенциркулем или металлической линейкой.

Результаты измерений вносят в протокол

Измерения непрямолинейности оси резервуара

Вдоль цилиндрической части резервуара натягивают измерительную рулетку так, чтобы она касалась поверхности резервуара в наиболее выступающих точках без перегибов.

Если образующая резервуара вогнутая, то за непрямолинейность его оси принимают максимальное расстояние a между образующей и рулеткой [20].

Если образующая резервуара выпуклая, то за непрямолинейность его оси принимают половину суммы расстояний между концами образующей резервуара и рулеткой.

Расстояние между точками образующей и рулеткой измеряют металлической линейкой или штангенциркулем.

Результаты измерений вносят в протокол

Значения внутреннего диаметра пояса резервуара определяют по результатам непосредственных измерений его изнутри резервуара или по результатам измерений наружной длины окружности и толщины стенки пояса.

Внутренний диаметр или длину окружности пояса измеряют в трех его сечениях: среднем, находящемся в середине пояса, правом и левом, расположенных на расстоянии от 50 до 100 мм от сварочных швов, причем в каждом сечении - во взаимно перпендикулярных направлениях.

Внутренний диаметр в каждом сечении пояса измеряют микрометрическим нутромером в двух взаимно перпендикулярных направлениях и не менее двух раз в каждом направлении.

Расхождение между результатами двух измерений не должно быть более 1 мм.

Длину окружности L в каждом сечении пояса измеряют измерительной рулеткой не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно быть более 3 мм.

Толщины стенки резервуара и днищ измеряют ультразвуковым толщиномером с погрешностью в пределах $\pm 0,1$ мм или берут по рабочим чертежам. Расхождение между результатами двух измерений не должно быть более 0,1 мм.

Для выявления овальности сечения пояса при определении внутреннего диаметра по результатам измерений длины его окружности дополнительно измеряют наружный диаметр пояса измерительной рулеткой и двойным

отвесом.

Измерения проводят в каждом сечении не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно быть более 2 мм.

Измерения длины поясов

Цилиндрическая часть резервуара состоит из основных поясов и из двух поясков, образуемых за счет наличия глубины заложения переднего и заднего днищ.

Длину пояса резервуара (расстояние между линиями пересечения поясов) измеряют измерительной рулеткой с наружной стороны по двум образующим пояса. Показания рулетки отсчитывают с погрешностью до 1 мм.

Расхождение между результатами двух измерений не должно быть более 2 мм.

Измерения длины выступа или углубления днищ

Выступ днища – расстояние между торцом пояса и плоскостью, проходящей через основания днища.

Углубление днища – расстояние между торцом пояса и линией пересечения основания днища с поясом.

Длину выступа или углубления днища измеряют штангенциркулем или линейкой по верхней и нижней образующим. Показания штангенциркуля или линейки отсчитывают с погрешностью до 1 мм.

Расхождение между результатами двух измерений выступа или углубления днища не должно быть более 2 мм.

Измерения выпуклости (высоты) днищ

Для измерений выпуклости днища (для резервуаров со сферическими днищами) или высоты конуса (для резервуаров с коническими днищами) сверху резервуара по центру днища опускают отвес.

Измеряют расстояния от линии пересечения днища (переднего или заднего) с поясом резервуара (вверху и внизу) до нити с помощью линейки. Показания отсчитывают с погрешностью до 1 мм. При отсутствии выступа

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

более простые. Об этом делают запись в протоколе поверки.

Измерения базовой высоты резервуара

Базовую высоту резервуара измеряют рулеткой с грузом в соответствии с не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно быть более 2 мм. Значение базовой высоты вносят в табличку, прикрепленную к горловине или измерительной трубе резервуара [4].

Базовую высоту измеряют ежегодно. При ее изменении более чем на 0,1 % проводят переградуировку резервуара.

Допускается измерение базовой высоты резервуара при наличии жидкости в нем до уровня, не превышающего 500 мм.

По результатам измерений и вычислений непрямолинейности образующей и степени наклона резервуара, овальности сечений, бочкообразности и конусности поясов составляют опись деформаций резервуара, и устанавливают возможность поверки резервуара геометрическим методом [17].

3.8 Обработка результатов измерений при поверке резервуара геометрическим методом

Вычисление степени наклона резервуара

Степень наклона резервуара η вычисляют по формуле (9):

$$\eta = \frac{h_1 - h_2}{L_p}, \quad (9)$$

где h_1, h_2 – средние арифметические значения показаний водомерных трубок или линеек;

L_p – расстояние между водомерными трубками или линейками.

Допускается степень наклона резервуара до 0,03 при условии определения вместимости резервуара с учетом степени наклона его в

					БР–02069964–27.03.01–04–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

пределах от 10^{-3} до 0,03.

Вычисление внутренних диаметров поясов по результатам внутренних измерений

Внутренние диаметры i -го пояса резервуара (если цилиндрическая часть резервуара состоит из одного пояса) в каждом из трех сечений во взаимно перпендикулярных направлениях D_{1i}^k, D_{2i}^k вычисляются по формулам (10, 11):

$$D_{1i}^k = \frac{(D_{\text{вн1}}^{\prime})_i^k + (D_{\text{вн1}}^{\prime\prime})_i^k}{2} \quad (10)$$

$$D_{2i}^k = \frac{(D_{\text{вн2}}^{\prime})_i^k + (D_{\text{вн2}}^{\prime\prime})_i^k}{2}, \quad (11)$$

где k – соответствует обозначениям: л, с, п (л – левое, с – среднее, п – правое сечение пояса);

D_{1i}^k, D_{2i}^k – внутренние диаметры i -го пояса в k -м сечении в горизонтальном и вертикальном направлениях соответственно.

Внутренние диаметры i -го пояса во взаимно перпендикулярных направлениях D_{1i}, D_{2i} вычисляются по формулам (12,13):

$$D_{1i} = \frac{D_{1i}^{\prime} + D_{1i}^{\prime\prime} + D_{1i}^{\prime\prime\prime}}{3} \quad (12)$$

$$D_{2i} = \frac{D_{2i}^{\prime} + D_{2i}^{\prime\prime} + D_{2i}^{\prime\prime\prime}}{3}, \quad (13)$$

Где $D_{1,2}^{\prime}, D_{1,2}^{\prime\prime}, D_{1,2}^{\prime\prime\prime}$ – диаметры в трех сечениях пояса во взаимно перпендикулярных направлениях, вычисляемые по формулам (10, 11).

Внутренний диаметр i -го пояса вычисляют по формуле (14):

$$D_i = \frac{D_{1i} + D_{2i}}{2} \quad (14)$$

Вычисление внутренних диаметров поясов по результатам наружных измерений

Наружный диаметр i -го пояса в каждом (k -м) из трех сечений D_{ni}^k при измерении длины его окружности вычисляют по формуле (15):

$$D_{ni}^k = \frac{(P')_i^k + (P'')_i^k}{2\pi}, \quad (15)$$

где P' , P'' – длины окружности при первом и втором измерениях;

k – соответствует обозначениям: л, с, п (л – левое, с-среднее, п - правое сечение пояса).

Внутренний диаметр i -го пояса D_{1i} при измерении длины его окружности вычисляют по формуле (16):

$$D_{1i} = \frac{D_{ni}^l + D_{ni}^c + D_{ni}^p}{3} - 2\delta_p, \quad (16)$$

где D_{ni}^l , D_{ni}^c , D_{ni}^p – наружные диаметры в трех сечениях i -го пояса, вычисленные по формуле (15);

δ_p – толщина стенок поясов, значение которой определяют как среднее арифметическое результатов двух измерений [4].

Наружный диаметр i -го пояса в каждом (k -м) из трех сечений D_{n2i}^k при измерении длины его окружности вычисляют по формуле (17):

$$D_{n2i}^k = \frac{(D'_{n2})_i^k + (D''_{n2})_i^k}{2}, \quad (17)$$

где D'_{n2i} , D''_{n2i} – наружные диаметры при первом и втором измерениях;

k – соответствует обозначениям: л, с, п (л – левое, с – среднее, п – правое сечение пояса).

Внутренний диаметр i -го пояса D_{2i} при измерении его наружного диаметра вычисляют по формуле (18):

$$D_{2i} = \frac{D_{n2i}^л + D_{n2i}^с + D_{n2i}^п}{3} - 2\delta_p, \quad (18)$$

где $D_{n2i}^л$, $D_{n2i}^с$, $D_{n2i}^п$ – наружные диаметры в трех сечениях i -го пояса, вычисляемые по формуле (17).

Внутренний диаметр i -го пояса вычисляют по формуле (14), подставляя в нее значения по формулам (16, 18) [4].

Внутренние диаметры переднего $D_{п1}$ и заднего $D_{п2}$ поясков (рисунок 4) вычисляют по формулам (19, 20):

$$D_{n_1} = D_1 - 2\delta_n \quad (19)$$

$$D_{n_2} = D_m - 2\delta_n, \quad (20)$$

где D_1 , D_m – диаметры первого и m -го (последнего) поясков;

δ_n – толщина стенки поясков.

Вычисление внутренних длин поясков

При вычислении внутренней длины первого пояса l'_1 , l''_1 возможны следующие случаи:

					Лист
					50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

а) при наличии углубления переднего (не поднятого в результате наклона резервуара) днища (формула 21):

$$l'_1 = L_1 - l_{n_1} - l_{y_1} - l_{нх} \quad (21)$$

б) при наличии выступа переднего днища (формула 22):

$$l''_1 = L_1 - l_{e_1} - l_{n_1} - l_{нх} \quad (22)$$

где L_1 – длина первого пояса, измеренная снаружи;

l_{n_1} – глубина заложения переднего днища;

l_{y_1}, l_{e_1} – длины углубления и выступа переднего днища;

$l_{нх}$ – длина нахлеста, ее значение берут из рабочего чертежа.

Внутреннюю длину второго пояса l_2 вычисляют по формуле (23):

$$l_2 = L_2 + 2l_{нх} \quad (23)$$

Внутреннюю длину других промежуточных поясов вычисляют аналогично, но с учетом нахлестов [4].

При вычислении внутренней длины последнего m -го пояса l'_m или l''_m возможны следующие случаи:

а) при наличии углубления заднего (поднятого в результате наклона резервуара) днища (формула 24):

$$l'_m = L_m - l_{n_2} - l_{y_2} - l_{нх} \quad (24)$$

б) при наличии выступа заднего днища (формула 25):

$$l_m'' = L_m + l_{B2} - l_{П2} - l_{HK} , \quad (25)$$

где L_m – длина последнего m -го пояса, измеренная снаружи;

l_{n2} – глубина заложения заднего днища;

$l_{y2}, l_{\phi2}$ – длины углубления и выступа заднего днища соответственно;

l_{HK} – по формуле (22).

Вычисление длины цилиндрической части резервуара

При вычислении длины цилиндрической части резервуара L_A или L_B возможны следующие случаи:

а) при наличии выступов днищ (кроме плоских днищ) (формула 26):

$$L_A = L_1 + L_2 + \dots + L_m + l_{B1} + l_{B2} \quad (26)$$

б) при наличии углубления днищ (кроме плоских днищ) (формула 27):

$$L_B = L_1 + L_2 + \dots + L_m - l_{y1} - l_{y2} \quad (27)$$

Длину цилиндрической части резервуара с плоскими днищами L_B или L_{Γ} вычисляют в двух вариантах:

а) при наличии выступа днищ (формула 28):

$$L_B = L_1 + L_2 + \dots + L_m + l_{B1} + l_{B2} - 2\delta_{\text{д}} \quad (28)$$

б) при наличии углубления днищ (формула 29):

$$L_{\Gamma} = L_1 + L_2 + \dots + L_m - l_{y_1} - l_{y_2} - 2\delta_{\text{д}}, \quad (29)$$

где $\delta_{\text{д}}$ – толщина стенок днищ.

Вычисление внутреннего диаметра цилиндрической части резервуара

Внутренний диаметр цилиндрической части резервуара (далее – диаметр резервуара) D вычисляют по формуле (30):

$$D = \frac{D_{\text{п}_1} l_{\text{п}_1} + D_1 l_1 + D_2 l_2 + \dots + D_m l_m + D_{\text{п}_2} l_{\text{п}_2}}{L} \quad (30)$$

					БР–02069964–27.03.01–04–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения данной бакалаврской работы был проведен анализ современного состояния метрологического обеспечения. Изучены резервуары горизонтальные стальные, применяемые для хранения нефти и нефтепродуктов, их характеристики и геометрические параметры, а также методы поверки этих резервуаров.

Рассмотрена конструкция резервуара горизонтального стального РГС-25 м³ наземного типа. Изучены технические характеристики резервуара и его основные параметры.

Проведен сравнительный анализ методик поверки резервуара горизонтального стального РГС-25 м³. Подробно рассмотрена поверка резервуара геометрическим методом. Приведены технические требования, а также условия, порядок проведения и средства поверки, а также разработан новый метод проведения проверки фундаментов для горизонтальных резервуаров типа РГС-25 м³.

					БР-02069964-27.03.01-04-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Артемьев Б. Г. Метрология и метрологическое обеспечение / Б. Г. Артемьев. – М. : Стандартинформ, 2010. – 568 с.

2 Аристов А. И. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / А. И. Аристов, Л. И. Карпов, В. М. Приходько. – М. : ИЦ Академия, 2013. – 416 с.

3 Борисов Ю. И. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / Ю. И. Борисов, А. С. Сигов. – М. : Форум, 2005. – 96 с.

4 ГОСТ 17032–2010 Резервуары стальные горизонтальные для нефтепродуктов. Технические условия. – Взамен ГОСТ 17032–1971; введ. 2012–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2012. – 34 с.

5 ГОСТ Р ИСО 9000–2008 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – Взамен ГОСТ Р ИСО 9000–2001; введ. 200–09–10. – М. : Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии ; М. : Изд-во стандартов, 2008. – 35 с.

6 ГОСТ 8.346–2000. ГСИ. Резервуары стальные горизонтальные цилиндрические. Методика поверки. – Введ. 2002–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 52 с.

7 ГОСТ 8.570–2000. ГСИ. Резервуары стальные вертикальные цилиндрические. Методика поверки. – Введ. 2002–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 65 с.

8 Газовик [электронный ресурс] // Интернет-портал. – 2015. – Режим доступа: <http://gazovik-neft.ru/catalogue/rgs/rgs25>

9 Димов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. – СПб. : Питер, 2013. – 496 с.

10 Лукашева Ю. Е. Поверка и калибровка средств измерений образования / Ю. Е. Лукашева, Б. Г. Артемьев. – М. : ФГУП Стандартинформ, 2008. – 16 с.

					БР–02069964–27.03.01–04–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

11 Лифшиц И. М. Стандартизация, метрология и сертификация : учебник / И. М. Лифшиц. – М. : Юрайиздат, 2002. – 296 с.

12 Малинский В. Д. Основы сертификации : учеб. пособие / В. Д. Малинский. – М. : МГИЭМ, 2001 – 370 с.

13 МИ 2800–2003. Рекомендация. Вместимость технологических нефтепродуктов. Методика выполнения измерений геометрическим способом. – Введ. 06–06–2003. – М. : Изд-во стандартов. – 42 с.

14 Пронкин Н. С. Основы метрологии динамических измерений : учеб. пособие / Н. С. Пронкин. – М. : Логос, 2002. – 71 с.

15 Резервуары и резервуарное оборудование [электронный ресурс] // Резервуары для нефтепродуктов. – 2016. – Режим доступа: <http://neft-rus.ru/rezervuary-gorizontalnye-stalnye-rgs/rgs-25-m3-rgsp-25-m3.html>.

16 РМГ 29–99 Метрология. Основные термины и определения. – Взамен ГОСТ 16263–70 ; введ. 2001–01–01. – М. : Государственный комитет Российской Федерации по стандартизации и метрологии ; М. : Изд-во стандартов, 2001. – 59 с.

17 РМГ 116–2011 ГСИ. Резервуары магистральных нефтепроводов и нефтебаз. Техническое обслуживание и метрологическое обеспечение в условиях эксплуатации. – М. : Изд-во стандартов, 2013. – 59 с.

18 Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для бакалавров / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. – М. : Юрайт, 2013. – 838 с.

19 Сергеев А. Г. Метрология и метрологическое обеспечение : учебник для вузов / А. Г. Сергеев. – М. : Высшее образование, 2008. – 57 с.

20 Хансуваров К. И. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара : учеб. пособие / К. И. Хансуваров, В. Г. Цейтлин. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 285 с.

					БР–02069964–27.03.01–04–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Форма протокола поверки резервуара геометрическим методом

Таблица А.1 – Общие данные

Код документа	Регистрационный номер	Дата			Основание для проведения поверки
		Число	Месяц	Год	
1	2	3	4	5	6
Место проведения поверки			Средства измерений		
7			8		
Резервуар					
Тип	Номер	Назначение	Наличие угла наклона	Погрешность определения вместимости резервуара, %	
9	10	11	12	13	
Примечание – В графе 12 указывают знак «+» при наличии угла наклона, знак «-» - при его отсутствии.					

(Измененная редакция. Изм. № 1)

Таблица А.2 – Условия проведения измерений

Температура воздуха, °С	Скорость ветра, м/с	Загазованность, мг/м ³
-------------------------	---------------------	-----------------------------------

Таблица А.3 – Длина окружности первого пояса в миллиметрах

Номер измерения	Длина окружности	Поправка на обход накладок
1		
2		
3		
5		

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.4 – Радиальные отклонения образующих резервуара от вертикали

Номер пояса	Точка измерения	Показание линейки о, мм														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	<i>m</i>
I	3/4 h ₁															
II	Н															
	С															
	В															
III	Н															
	С															
	В															
IV	н															
	с															
	в															
V	н															
	с															
	в															
VI	Н															
	С															
	В															
...																
...																
<i>n</i>	Н															
	С															

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица Б.6 – Параметры поясов резервуара

Номер пояса	Высота пояса $h_{н.и}$, мм	Толщина пояса d_i , мм	Толщина слоя краски $d_{с.к}$, мм	Высота нахлеста $h_{н.х}$, мм	Схема нахлеста (+; -; 0)	Толщина слоя антикоррозионного покрытия $\delta_{с.п}$, мм
1	2	3	4	5	6	7
I						
II						
III						
IV						
V						
VI						
VII						
VIII						
IX						
X						
XI						
XII						

Примечание – В графе 6 указывают знак «+», если текущий пояс включает в себя предшествующий; знак «-», если текущий пояс включается в предшествующий; при сварке встык указывают «0».

(Измененная редакция. Изм. № 1)

Таблица А.7 – Внутренние детали цилиндрической формы

Диаметр, мм	Высота от дна, мм		Расстояние от стенки первого пояса l_d , мм	Число разбиваний		Угол φ_1 , ... °
	Нижняя граница h^H_d	Верхняя граница h^B_d		N_o	n_o	

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица Б.8 – Внутренние детали прочей формы

Объем, м ³	Высота от днища, мм		Расстояние от стенки первого пояса l_d , мм	Число разбиваний		Угол φ_1 , ...°
	Нижняя граница h^H_d	Верхняя граница h^B_d		N_o	n_o	

(Измененная редакция. Изм. № 1)

Таблица А.9 – Параметры «мертвой» полости с приемно-раздаточным патрубком (ПРП)

Высота $h_{мп}$, мм, ПРП под номером				Угол φ_2, \dots °, ПРП под номером				Вместимость $V_{мп}$, м ³
1	2	3	4	1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Примечание – Графу 9 заполняют только при определении вместимости «мертвой» полости объемным методом и принятии вместимости «мертвой» полости по 5.3.1.5.

(Измененная редакция. Изм. № 1)

Таблица А.9.1 – Параметры «мертвой» полости с приемно-раздаточным устройством (ПРУ)

Высота установки h_y , мм, ПРУ под номером		Расстояние h_c , мм, ПРУ под номером		Длина l_c , мм, ПРУ под номером		Угол φ_2, \dots °, ПРУ под номером		Вместимость $V_{мп}$, м ³
1	2	1	2	1	2	1	2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Примечание – Число граф в зависимости от числа приемно-раздаточных устройств может быть увеличено.

(Введена дополнительно. Изм. № 1)

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.9.2 – Параметры местных неровностей (хлопунов)

Хлопун		
Длина l_x	Ширина b_x	Высота h_x

Таблица А.10 – Неровности днища в миллиметрах

Номер радиуса	Номер измерения	Отсчет по рейке при установлении ее в точках концентрической окружности								
		0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1									
	2									
2	1									
	2									
3	1									
	2									
4	1									
	2									
5	1									
	2									
6	1									
	2									
7	1									
	2									
24	1									
	2									

(Измененная редакция. Изм. № 1)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

ОТЗЫВ
о бакалаврской работе

студента Бедина Сергея Николаевича
(Фамилия, Имя, Отчество (полностью))

обучающегося по направлению подготовки 27.03.01 стандартизация и метрология

на тему «Разработка метрологического обеспечения поверки резервуаров геометриче-
ским методом»

Актуальность выбранной темы

Ежегодный рост потребления нефтепродуктов детерминирует введение в эксплуатацию нового фонда горизонтальных резервуаров, что увеличивает объемы работ, связанных с их поверкой.

Особенности выбранных материалов и полученных результатов (новизна, обоснованность используемых методов, оригинальность поставленных задач, уровень исследовательской части)

Достоинства и недостатки бакалаврской работы

Достоинства работы заключаются в сложности решаемых задач, которые предполагали проведения анализа процесса поверки, средств поверки.

К недостаткам следует отнести недостаточную проработанность рекомендаций по совершенствованию метрологического обеспечения по поверке горизонтальных резервуаров геометрическим методом, что в целом не снижает ценности работы.

Теоретическая и практическая значимость бакалаврской работы

Методика исследований в достаточной степени соответствовала поставленным задачам и включала в себя анализ литературных источников, нормативных документов.

Степень самостоятельности, ответственности и инициативности студента при написании бакалаврской работы

Самостоятельность выполнения бакалаврской работы подтверждается результатами проверки на наличие заимствований в соответствии с которой итоговая оценка оригинальности составляет 63,07 %.

Уровень теоретической и практической подготовки выпускника

В ходе выполнения бакалаврской работы студент показал хороший уровень теоретической подготовки. Результаты выполнения работы доказывают его практическую подготовленность к решению профессиональных задач.

Умение анализировать, обобщать, оформлять, делать практические выводы

Из теста работы следует, что:

1) поставленные задачи выполнены полностью;

2) сделанные в работе выводы и обобщения отражают теоретические и практические аспекты поверки горизонтальных резервуаров.

Владение методами и приёмами, применяемыми в сфере своей профессиональной деятельности

Считаю, что Бедин С. Н. справился с поставленными задачами и показал, что может самостоятельно решать производственные задачи.

Соответствие работы требованиям

Оформление записки отвечает требованиям стандартов.

Рекомендации к защите

Работа полностью соответствует установленному заданию. Студент Бедин С. Н. заслуживает присуждения квалификации бакалавр по направлению 27.03.01 стандартизация и метрология.

Научный руководитель
«08» июня 2018_г.



Кунев С. В., канд. экон. наук, доц.