

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
"ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ"
(ФБУ «Ульяновский ЦСМ»)**

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ЦИ СИ
ФБУ «Ульяновский ЦСМ»



Д.В. Злотов

«08» 08 2023 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений
Резервуары стальные вертикальные цилиндрические РВС**

**Методика поверки
120-20-101-2023 МП**

2023 г

Содержание

1	Общие положения	3
2	Нормативные ссылки	3
3	Термины и определения	4
4	Требования к организации проведения поверки	5
5	Методы поверки	6
6	Перечень операций поверки средств измерений	6
7	Требования к условиям проведения поверки	7
8	Требования к специалистам, осуществляющих поверку	7
9	Метрологические и технические требования к средствам поверки	8
10	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	10
11	Внешний осмотр средства измерений	10
12	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	11
13	Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11
14	Оформление результатов поверки	16
	Приложение А (обязательное)	17
	Приложение Б (обязательное)	21
	Приложение В (рекомендуемое)	25
	Приложение Г (обязательное)	26
	Приложение Д (рекомендуемое)	28

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки (далее - методика) распространяется на резервуары стальные вертикальные цилиндрические РВС номинальной вместимостью 3000 м³ и 5000 м³ (далее - РВС-3000, РВС-5000) с заводскими номерами РВС-3000, зав. № 9 и РВС-5000, зав. №№ 6, 61 принадлежащие АО «Ульяновскнефтепродукт» и устанавливает методику их первичной, периодической, внеочередной поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение	
	Зав. № 9	Зав. №№ 6, 61
Номинальная вместимость, м ³	3000	5000
Пределы допускаемой относительной погрешности определения вместимости резервуаров, %	± 0,2	± 0,1

Настоящая методика поверки обеспечивает прослеживаемость поверяемых резервуаров стальных вертикальных цилиндрических РВС в соответствии с приказом Росстандарта №2356 от 26.09.2022 к государственному первичному эталону единицы объема жидкости ГЭТ 216-2018 при условии, что средства поверки поверены в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Место эксплуатации - Ульяновская область, г. Ульяновск, проезд Нефтяников, д. 3.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.004-2015 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.4.087-84 Система стандартов безопасности труда. Строительство. Каски строительные. Технические условия

ГОСТ 12.4.137-2001 Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия

ГОСТ 12.4.310-2020 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты работающих от воздействия нефти, нефтепродуктов. Технические требования

ГОСТ 19781-90 Обеспечение систем обработки информации программное. Термины и определения

ГОСТ 31385-2016 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ Р 8.996-2020 ГСИ. Резервуары стальные вертикальные цилиндрические. Методика калибровки электронно-оптическим методом.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей методике проверки применяются следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 резервуар вертикальный цилиндрический стальной: Наземное строительное сооружение, предназначенное для приема, хранения, измерения объема и выдачи жидкости.

3.2 градуировка резервуара: Операция по установлению зависимости вместимости резервуара от уровня его наполнения, с целью составления градуировочной таблицы.

3.3 градуировочная таблица: Зависимость вместимости от высоты уровня наполнения резервуара при нормированном значении температуры, равной 20 °С.

Таблицу прилагают к свидетельству о поверке резервуара и применяют для определения хранящегося в нём объема нефтепродукта.

3.4 базовая высота резервуара: Расстояние по вертикали от точки касания днища грузом рулетки до верхнего края измерительного люка или до риски направляющей планки измерительного люка (при наличии).

3.5 вместимость резервуара: Внутренний объем резервуара с учетом объема внутренних деталей (незаполненных), который может быть наполнен жидкостью до определенного уровня.

3.6 номинальная вместимость резервуара: Вместимость резервуара, соответствующая максимальному уровню наполнения, установленная нормативным документом для конкретного типа резервуара.

3.7 действительная (фактическая) полная вместимость резервуара: Вместимость резервуара, соответствующая предельному уровню его наполнения, установленная при его поверке.

3.8 посантиметровая вместимость резервуара: Вместимость резервуара, соответствующая высоте уровня (далее - уровень) налитых в него доз жидкости, приходящихся на 1 см высоты наполнения.

3.9 коэффициент вместимости: Вместимость, приходящаяся на 1 мм высоты наполнения.

3.10 точка касания днища грузом рулетки (начало отсчета): Точка на днище резервуара или на опорной плите (при наличии), которой касается груз измерительной рулетки при измерении базовой высоты резервуара и от которой проводят измерение уровня продукта при эксплуатации резервуара.

3.11 эталонная точка резервуара: Верхний срез фланца измерительного люка резервуара или риски на планке измерительного люка резервуара.

3.12 предельный уровень: Предельный уровень определения посантиметровой вместимости резервуара при его поверке.

3.13 максимальный уровень: Максимально допустимый уровень наполнения резервуара жидкостью при его эксплуатации, установленный технической документацией на резервуар или рассчитанный.

3.14 жидкость при хранении: Жидкость, для хранения которой предназначен резервуар.

3.15 исходный уровень: Уровень жидкости в резервуаре, соответствующий высоте «мертвой» полости.

3.16 высота «мертвой» полости: Расстояние по вертикали от точки касания днища грузом рулетки до нижнего среза приемо-раздаточного патрубка, приемораздаточного

устройства.

3.17 «мертвая» полость резервуара: Нижняя часть резервуара, из которой нельзя выбрать жидкость, используя приемо-раздаточный патрубок, приемо-раздаточное устройство.

3.18 «мертвый» остаток: Объем жидкости, находящейся в «мертвой» полости резервуара.

3.19 высота неровностей днища: Расстояние по вертикали от точки касания днища грузом рулетки до уровня покрытия жидкостью неровностей днища.

3.20 объем неровностей днища: Объем днища резервуара в пределах высоты неровностей днища.

3.21 степень наклона резервуара: Величина n , выражаемая через тангенс угла наклона вертикальной оси резервуара к горизонтальной плоскости, рассчитываемая по формуле

$$n = \operatorname{tg} \beta, \quad (1)$$

где β - угол наклона вертикальной оси резервуара (далее - угол наклона резервуара), в градусах.

3.22 сканирование: Операция по измерению линейных и угловых координат точек, лежащих на поверхности стенки резервуара, внутренних деталей и оборудования.

3.23 облако точек: Результат сканирования в виде массива данных пространственных координат точек поверхностей с соответствующей станцией.

3.24 объединенное («сшитое») облако точек: Приведенные к одной системе координат облака точек, измеренные с соответствующих станций.

3.25 программное обеспечение (ПО): Совокупность программ системы обработки информации и программных документов, необходимых для эксплуатации этих программ (по ГОСТ 19781).

3.26 скан: Визуализированное трехмерное изображение облака точек.

3.27 3D-моделирование: Построение трехмерной модели объекта по объединенному («сшитому») облаку точек специализированным программным обеспечением.

3.28 программное обеспечение Trimble RealWorks: Программа позволяющая управлять и обрабатывать данные сканирования в реальном времени.

3.29 пакет прикладных программ Расходомер ИСО: Программное обеспечение, представляющее собой математическую информационную систему для обработки результатов измерений при определении вместимости вертикальных резервуаров.

4 ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.2 Поверку резервуара осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица или индивидуальные предприниматели.

4.3 Проводят следующие поверки резервуара:

- первичную - после капитального ремонта и его гидравлических испытаний - перед вводом его в эксплуатацию;

- периодическую - по истечении срока интервала между поверками;

- внеочередную - в случаях изменения базовой высоты резервуара более чем на 0,1 % по результатам ежегодных ее измерений; при внесении в резервуар конструктивных изменений, влияющих на его вместимость, и после очередного полного технического диагностирования.

5 МЕТОДЫ ПОВЕРКИ

5.1 Метод поверки внутренних измерений

Метод внутренних измерений применяют при проведении первичной поверке, выполняют операции, указанные в таблице 2.

Поверку резервуара проводят электронно-оптическим методом внутренних измерений с применением сканера. При поверке резервуара вместимость резервуара определяют на основании вычисленного объема 3D-модели резервуара, построенной с помощью специализированного программного обеспечения по результатам измерений пространственных координат точек, лежащих на внутренней поверхности резервуара.

5.2 Метод поверки наружных измерений

Метод наружных измерений применяют при проведении периодической и внеочередной поверке. При выполнении измерений наружной поверхности полости резервуара выполняют операции с применением сканера, указанные в таблице 2.

6 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

При выполнении измерений параметров резервуара выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер раздела, пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений:	11	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	12	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	13	да	да
Метод поверки внутренних измерений:	13.1	да	нет
измерение базовой высоты резервуара	13.1.1	да	нет
сканирование внутренней полости резервуара	13.1.2	да	нет
сканирование внутренней полости резервуара подкрышного (понтонного) пространства резервуаров с плавающим покрытием (при наличии)	13.1.3	да	нет
сканирование внутренней полости надкрышного (понтонного) пространства резервуаров с плавающим покрытием (при наличии)	13.1.4	да	нет
Метод поверки наружных измерений:	13.2	нет	да
измерение базовой высоты резервуара	13.2.1	нет	да
сканирование наружной поверхности резервуара	13.2.2	нет	да
измерение высоты поясов и толщины стенок	13.2.3	нет	да
Измерения прочих параметров резервуара:	13.3	да	да

измерение плотности жидкости	13.3.1	да	да
измерения уровня жидкости	13.3.2	да	да
Обработка результатов измерений	13.4	да	да
Составление градуировочной таблицы резервуара	13.5	да	да
Оформление результатов поверки	14	да	да
Примечание: - измерение окружности 1-го пояса для всех видов калибровки; - при наполненном резервуаре выполняется метод наружных измерений.			

7 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

7.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

температура окружающего воздуха: от 5 °С до 35 °С

состояние погоды: без осадков*

скорость ветра: не более 10 м/с**

(*при проведении наружных измерений)

(**при проведении наружных измерений и при измерениях значения базовой высоты)

Примечание - Условия окружающей среды должны соответствовать значениям, приведенным в описании типа применяемого эталона (далее - средство измерений).

7.2 Допуск к производству работ осуществляется по наряду-допуску организации - владельца резервуара.

7.3 Резервуар при первичной поверке должен быть порожним. Внутренняя поверхность резервуара должна быть очищена до состояния, позволяющего проводить измерения.

7.4 При периодической и внеочередной поверки в резервуаре может находиться жидкость до произвольного уровня, а в резервуаре с плавающим покрытием - до минимально допустимого уровня, установленного в технологической карте резервуара.

7.5 При наличии жидкости в резервуаре допускается использовать результаты измерений вместимости «мертвой» полости, полученные ранее, и вносить протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.9), если изменение базовой высоты резервуара по сравнению с результатами ее измерений в предыдущей поверке составляет не более 0,1 %, а изменения степени наклона и угла направления наклона резервуара - не более 1 %. В этом случае вместимость резервуара должна быть определена, начиная с исходного уровня или с уровня, соответствующего всплытию плавающего покрытия, до уровня, соответствующего полной вместимости резервуара.

Примечание - Вместимость «мертвой» полости резервуара для продуктов, образующих парафинистые отложения, допускается принимать равной ее вместимости, полученной при первичной поверке резервуара или полученной при периодической поверке резервуара после его зачистки.

8 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

8.1 Измерения параметров при поверке резервуара проводит группа лиц (не менее двух человек), включая не менее одного специалиста, прошедшего курсы повышения квалификации

и других лиц при необходимости.

8.2 Работы по поверке должны проводить лица, соответствующие требованиям пунктов 41, 42 Приказа Министерства экономического развития РФ от 26 октября 2020 № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

9 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

9.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 - Требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
Раздел 7 Требования к условиям проведения поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 10 до 50 °С, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С Средства измерений скорости воздушного потока в диапазоне 0,1 до 20 м/с, с абсолютной погрешностью $(0,5+0,05V)$ м/с	Прибор контроля параметров воздушной среды «Метеометр» МЭС-200А, Рег. номер в ФИФ ОЕИ № 27468-04 Прибор контроля параметров воздушной среды «Метеометр» МЭС-200А, Рег. номер в ФИФ ОЕИ № 27468-04
Раздел 10 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	Средства измерений для измерения концентрации газообразных веществ в воздухе или других газах в диапазоне измерений, массовая концентрация от 0 до 10 мг/м ³ ; от 10 до 2000 мг/м ³ , с допускаемой основной погрешностью ± 15 %	Газоанализатор КОЛИОН-1В-05, Рег. номер в ФИФ ОЕИ 16298-09
Раздел 11 Внешний осмотр средства измерений	Средства измерений длины с грузом 2-го класса точности с верхним пределом измерений 10, 20, 30 м по ГОСТ 7502	Рулетка измерительная металлическая 2-го класса Р20У2Г, Рег. номер в ФИФ ОЕИ № 55464-13
Раздел 12 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства для измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 0 до 60 °С, с допускаемой абсолютной погрешностью $\pm 0,3$ °С	Термометр медицинский инфракрасный SENSITEC NF-3101, Рег. номер в ФИФ ОЕИ 49260-12
Раздел 13 Определение метрологических характеристик при методе внутренних	Средства измерений длины с грузом 2-го класса точности с верхним пределом измерений 10, 20, 30 м по ГОСТ 7502	Рулетка измерительная металлическая 2-го класса Р20У2Г, Рег. номер в ФИФ ОЕИ № 55464-13

<p>измерений</p> <p>Раздел 14</p> <p>Определение метрологических характеристик при методе наружных измерений</p>	<p>Рабочие эталоны, заимствованные из других государственных поверочных схем соответствующие рабочим эталонам или координатно-временным средствам измерений (приказ Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2831) или рабочие эталоны или средства измерений длины (приказ Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840), в соответствии с приказом Росстандарта №2356 от 26.09.2022. (Эталоны измерений расстояний и углов по полученному в процессе сканирования массиву точек окружающих объектов в диапазоне измерений расстояний от 0,6 до 80 м, (стандартный режим), с погрешностью измерения расстояний не более ± 8, в диапазоне измерений углов: горизонтальных от 0 до 360, вертикальных от -158,5 до +158,5, с допускаемой абсолютной погрешности измерений углов ± 33 "</p> <p>Прибор измерения геометрических параметров и параметров окружающей среды в диапазоне измерений толщины покрытия (преобразователь ИД2) от 0 до 0,999 мм и от 1 до 3 мм с допускаемой основной абсолютной погрешностью $\pm (0,015h+0,001)$, $\pm 0,02h$ мм; в диапазоне от 0 до 9,99 мм, от 10 до 15 мм; с допускаемой основной абсолютной погрешностью $\pm (0,015h+0,010)$, $\pm 0,02h$ мм</p> <p>Средства измерений толщины в диапазоне измерений от 0,5 до 100 мм, с пределом допускаемого значения основной погрешности $\pm 0,1$ мм</p>	<p>Рабочий эталон измерений расстояний и углов Сканер лазерный Trimble TX6, Рег. номер в ФИФ ОЕИ 68322-17</p> <p>КОНСТАНТА К5, Рег. номер в ФИФ ОЕИ 73000-18</p> <p>Толщиномер ультразвуковой УТ-93П, Инв. № 01330044, Зав. № 53, Рег. номер в ФИФ ОЕИ № 10479-98</p>
<p>Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в данной таблице.</p>		

9.2 Вспомогательные средства:

1) Программное обеспечение «Trimble RealWorks», устанавливаемое на персональном компьютере, предназначенное для хранения и обработки измеренных данных или аналогичное программное обеспечение.

2) Пакет прикладных программ «Расходомер ИСО»: Программное обеспечение, представляющее собой математическую информационную систему для обработки результатов измерений при определении вместимости вертикальных резервуаров или аналогичное программное обеспечение.

3) Персональный компьютер.

9.3 Рабочие эталоны должны быть аттестованы в установленном порядке, средства измерений поверены в установленном порядке.

9.4 Допускается применение других, вновь разработанных или находящихся в эксплуатации эталонов и средств измерений, удовлетворяющих по точности и пределам измерений требованиям настоящей методики поверки.

10 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

10.1 Допуск к производству работ осуществляется по наряду-допуску организации - владельца резервуара.

10.2 К проведению работ допускают лиц, освоивших настоящую методику, техническую документацию на резервуар и его конструкцию, средства измерений и прошедших инструктаж по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-2015.

10.3 Лица, проводящие работы, используют спецодежду по ГОСТ 12.4.310-2020, спецобувь по ГОСТ 12.4.137-2001, строительную каску по ГОСТ 12.4.087-84.

10.4 Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе, измеренная газоанализатором внутри резервуара на высоте 2000 мм, не должна превышать ПДК, установленной по ГОСТ 12.1.005-88 и соответствовать СанПиН 1.2.3685-21 [2].

10.5 Проведение измерений во время грозы **категорически запрещено**.

10.6 При необходимости для дополнительного освещения при проведении измерений параметров резервуара применяют переносные светильники во взрывозащищенном исполнении.

10.7 Перед началом работ проверяют исправность:

- лестниц с поручнями и подножками;
- помостов с ограждениями.

11 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

11.1 Внешний осмотр при методе внутренних измерений

При внешнем осмотре резервуара проверяют:

- соответствие конструкции и внутренних деталей резервуара технической документации на него (паспорту, технологической карте на резервуар);
- наличие необходимой арматуры и оборудования;
- состояние отстойки резервуара (отсутствие трещин и целостность);
- чистоту внутренней поверхности резервуара;
- отсутствие деформаций стенок поясов, препятствующих проведению измерений параметров резервуара.

Определяют перечень внутренних деталей, оборудование, влияющих (не влияющих) на вместимость резервуара, например заполненные продуктом трубопроводы, тумбы пригруза, неперфорированные колонны и т.д. и фиксируют их в копии технического проекта для дальнейшего включения или исключения их из расчёта. Отмечают мелом точку касания днища грузом рулетки и устанавливают в ней сферическую марку Приложение А, рисунок А.1.

11.2 Внешний осмотр при методе наружных измерений

11.2.1 При внешнем осмотре резервуара проверяют:

- соответствие конструкции и внешних деталей резервуара технической документации на него (паспорт, технологическая карта на резервуар);
- исправность лестниц и перил;
- чистоту наружной поверхности резервуара, отсутствие подтеков продукта.

11.2.2 Определяют перечень наружных деталей, оборудования и фиксируют их в копии технического проекта для дальнейшего исключения их из расчета.

11.2.3 Формируют плоскость А (рисунок А.2), для чего опускают рулетку с грузом по цилиндрической стенке до утора резервуара. Отмечают мелом точку касания и устанавливают в ней сферическую марку № 0.

11.2.4 Определяют индекс нахлеста в соответствии со схемой монтажа поясов (рисунок А.3). Индекс нахлеста поясов вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.4).

12 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При подготовке к поверке проводят следующие работы:

12.1 Изучают техническую документацию на резервуар, рабочие эталоны и вспомогательные средства.

Подготавливают их согласно технической документации на них, утвержденной в установленном порядке.

Измеряют параметры окружающего воздуха.

Проводят измерение температуры стенки резервуара с применением термометра инфракрасного (пирометра).

Измерение температуры стенки резервуара проводят на 4 равноудаленных образующих стенки резервуара в первом, среднем, последнем поясах.

Значение температуры стенки принимают как среднее арифметическое значение измеренных значений.

12.2 Результаты измерений вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.2).

13 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

13.1 МЕТОД ПОВЕРКИ ВНУТРЕННИХ ИЗМЕРЕНИЙ

13.1.1 Измерение базовой высоты резервуара

Базовую высоту H_6 измеряют рулеткой с грузом не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно превышать 2 мм. За значение параметра принимают среднее арифметическое значение, округленное до целого миллиметра по правилам округления. Схема измерения базовой высоты резервуара приведена в Приложении А рисунок А.1. Отсчет проводят от риски измерительного люка или от его верхнего среза. Фиксируют мелом точку касания днища грузом рулетки и устанавливают в ней сферическую марку.

Результаты измерений H_6 вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.4).

13.1.2 Сканирование внутренней полости резервуара

При проведении сканирования полости резервуара проводят следующие операции:

13.1.1.1 Подготавливают сканер к работе в соответствии с требованиями его технической документации.

13.1.1.2 Определяют необходимое количество станций сканирования и места их расположения, обеспечивающих исключение не просканированного пространства (теней).

Количество станций должно быть не менее трех.

Схема размещения станций должна обеспечивать видимость с каждой станции марки (рисунок А.4).

13.1.1.3 Операции сканирования и взаимной привязки станций проводят в соответствии с требованиями технической документации на сканер и применяемого ПО «Trimble RealWorks». Результаты измерений автоматически фиксируются и записываются в памяти процессора сканера в заранее сформированном проекте.

13.1.3 Сканирование внутренней полости резервуара подкрышного (понтонного) пространства резервуаров с плавающим покрытием (при наличии)

Сканирование внутренней полости резервуара подкрышного (понтонного) пространства резервуаров с плавающей крышей проводят со станций сканирования, расположенных на днище резервуара в следующей последовательности.

13.1.3.1 Для резервуаров с плавающей крышей опускают рулетку с грузом по планке измерительного люка плавающей крыши до днища резервуара. В точке касания днища грузом рулетки устанавливают сферическую марку N 1 (см. 7, рисунок А.5).

13.1.3.2 В точку на днище резервуара, расположенную в секущей плоскости, проходящей через вертикальную ось резервуара и касательную к наружной стенке направляющей стойки плавающей крыши, устанавливают сферическую марку N 2 (см. 7, рисунок А.5).

13.1.3.3 Подготавливают сканер к работе в соответствии с требованиями его технической документации.

13.1.3.4 Определяют необходимое число станций сканирования и место их расположения, обеспечивающих минимальные зоны непросканированного пространства (теней). Схема размещения станций должна обеспечить видимость с максимального количества станций сферических марок N 1 и N 2.

13.1.3.5 Сканирование проводят последовательно с каждой станции в режиме кругового обзора (360°). Дискретность сканирования устанавливают в пределах от 50 до 100 мм.

13.1.3.6 Проведение сканирования внутренней полости резервуара подпонтонного пространства резервуаров с понтоном проводят в следующей последовательности.

13.1.3.7 В точку на днище резервуара, расположенную в секущей плоскости, проходящей через вертикальную ось резервуара и касательную к наружной стенке направляющей стойки понтона, устанавливают сферическую марку N 1 (см. 7, рисунок А.5).

13.1.3.8 В центр днища резервуара устанавливают сферическую марку N 2 (см. 10 рисунок А.5).

13.1.3.9 Проводят аналогичные операции по 13.1.2.2-13.1.2.3.

13.1.3.10 Результаты измерений автоматически записываются в соответствующий файл.

13.1.4 Сканирование внутренней полости надкрышного (понтонного) пространства резервуаров с плавающим покрытием (при наличии)

13.1.4.1 Сканирование внутренней полости резервуара надкрышного пространства резервуаров с плавающей крышей проводят в следующей последовательности.

13.1.4.2 В точку на плавающей крыше, расположенную в секущей плоскости, проходящей через вертикальную ось резервуара и касательную к наружной стенке

направляющей стойки плавающей крыши, устанавливают сферическую марку N 1 (см. 6, рисунок А.5).

13.1.4.3 На верхний фланец измерительного люка плавающей крыши устанавливают сферическую марку N 2 (см. 6, рисунок А.5).

13.1.4.4 На перилах кольцевого балкона ветрового кольца резервуара устанавливают равномерно по периметру не менее трех сферических марок (см. 9, рисунок А.5).

13.1.4.5 Определяют необходимое число станций сканирования и места их расположения на ветровом кольце, обеспечивающие видимость с каждой станции не менее трех марок, в том числе и марку N 2.

13.1.4.6 Сканирование проводят последовательно с каждой станции в режиме кругового обзора. Дискретность сканирования устанавливают в пределах от 50 до 100 мм.

13.1.4.7 Проведение сканирования внутренней полости резервуара надпонтонного пространства резервуаров с понтоном проводят в следующей последовательности.

13.1.4.8 В точку на понтоне, расположенную в секущей плоскости, проходящей через вертикальную ось резервуара, и касательную к наружной стенке направляющей стойки понтона крыши, устанавливают сферическую марку N 1 (см. 6, рисунок А.5).

13.1.4.9 В центр понтона устанавливают сферическую марку N 2 (см. 10, рисунок А.5).

13.1.4.10 Проводят аналогичные операции по 13.1.3.

13.1.4.11 Результаты измерений автоматически записываются в соответствующий файл.

13.2 МЕТОД ПОВЕРКИ НАРУЖНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

13.2.1 Измерение базовой высоты резервуара

13.2.1.1 Базовую высоту H_6 измеряют рулеткой с грузом не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно превышать 2 мм. За значение параметра принимают среднее арифметическое значение, округленное до целого миллиметра по правилам округления. Схема измерения базовой высоты резервуара приведена в Приложении А рисунок А.1. Результаты измерений H_6 вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.4).

13.2.1.2 Базовую высоту измеряют ежегодно. Ежегодные измерения базовой высоты резервуара проводит комиссия, назначенная приказом руководителя предприятия - владельца резервуара.

Примечание - Измерения проводят не позднее 12 месяцев с даты поверки.

13.2.1.3 При ежегодных измерениях базовой высоты резервуар может быть наполнен до произвольного уровня. Результат измерений базовой высоты резервуара не должен отличаться от значения, указанного в протоколе поверки резервуара, более чем на 0,1 %.

Результаты измерений базовой высоты оформляют актом, форма которого приведена в приложении В.

При изменении базовой высоты по сравнению со значением, установленным при поверке резервуара, более чем на 0,1 %, устанавливают причину и устраняют ее.

При отсутствии возможности устранения причины проводят внеочередную поверку резервуара.

13.2.2 Сканирование наружной поверхности резервуара

13.2.2.1 Сканирование наружной поверхности резервуара проводят в следующей последовательности. Подготавливают сканер к работе в соответствии с требованиями его технической документации.

13.2.2.2 На перилах кольцевого ограждения кровли резервуара устанавливают равномерно по периметру не менее четырёх сферических марок (рисунок А.6).

13.2.2.3 Определяют необходимое количество станций сканирования и места их расположения, обеспечивающих видимость с каждой станции не менее двух марок, и не менее трёх – в зоне видимости марки №1.

13.2.2.4 Сканирование проводят последовательно с каждой станции в режиме секторного обзора. Дискретность сканирования устанавливают в пределах от 50 до 100 мм.

13.2.2.5 Результаты измерений автоматически фиксируются и записываются в памяти процессора сканера в заранее сформированном проекте.

13.2.3 Измерения высот поясов и толщины стенок

13.2.3.1 Измерения высот поясов и толщин стенок проводят с наружной лестницы подъема на кровлю резервуара или подъёма на ветровое кольцо резервуара.

13.2.3.2 Высоту поясов h_k измеряют вдоль образующей № 0 резервуара при помощи измерительной рулетки с грузом (рисунок А.7).

13.2.3.3 Измерения проводят не менее двух раз, расхождение между результатами измерений должно быть не более 2 мм.

13.2.3.4 Толщину стенок поясов резервуара δ , слоя краски $\delta_{ск}$ и антикоррозионного покрытия $\delta_{сп}$ измеряют с помощью ультразвукового толщиномера с погрешностью в пределах $\pm 0,1$ мм. Проводят не менее двух измерений, расхождение между результатами измерений должно находиться в пределах $\pm 0,2$ мм, или его принимают равным указанному в технической документации.

13.2.3.5 При невозможности проведения измерений (большое расстояние между лестницей и стенкой резервуара) значение толщин стенок принимают по технической документации резервуара.

13.2.3.6 Результаты измерений величин h_k , δ , $\delta_{ск}$, $\delta_{сп}$ вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.4).

13.3 Измерения прочих параметров резервуара

При наполнении резервуара продуктом его вместимость изменяется не только от уровня его наполнения, но и в результате деформации стенок от гидростатического давления столба налитой жидкости.

С целью учета поправок к вместимости резервуара определяют плотность $\rho_{жг}$ и уровень H_f жидкости, находящейся в резервуаре во время (градуировки);

13.3.1 Измерение плотности жидкости

13.3.1.1 Плотность жидкости $\rho_{жг}$ кг/м³, находящейся в резервуаре во время поверки, измеряют по ГОСТ 3900 в объединенной пробе жидкости, составленной из точечных проб, отобранных из резервуара в соответствии с ГОСТ 2517.

13.3.1.2 При отсутствии жидкости в резервуаре на момент поверки вносят значение плотности хранимой жидкости $\rho_{жх}$, кг/м³, для которой предназначен резервуар (графа 12 таблицы Б.1).

13.3.1.3 Результат измерения величины $\rho_{жг}$ или $\rho_{жх}$ вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (графа 8 таблица Б.2).

13.3.2 Измерения уровня жидкости

13.3.2.1 Уровень жидкости H_f , мм, находящейся в резервуаре во время поверки, измеряют при помощи измерительной рулетки с грузом или уровнем.

13.3.2.3 Результат измерения величины H_r вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (графа 7 таблицы Б.2).

13.4 Обработка результатов измерений

Обработку результатов измерений при поверке с применением сканера проводят в соответствии с приложением Д.

Результаты обработки измерений вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Б таблица Б.9.

13.5 Составление градуировочной таблицы резервуара

13.5.1 Градуировочную таблицу составляют, с шагом $\Delta_{HI} = 1$ см, начиная с исходного уровня (уровня, соответствующего высоте «мертвой» полости $H_{мп}$) и до предельного уровня $H_{пр}$ равного суммарной высоте поясов резервуара.

13.5.2 Вместимость резервуара, соответствующую уровню жидкости H , $V/(H)$, вычисляют при приведении к стандартной температуре 20 °С.

Примечание - Значение температуры указано на титульном листе градуировочной таблицы.

13.5.3 В пределах каждого пояса вычисляют коэффициент вместимости, равный вместимости, приходящейся на 1 мм высоты наполнения.

13.5.4 Градуировочную таблицу «мертвой» полости составляют, начиная от исходной точки до уровня $H_{мп}$, соответствующего высоте «мертвой» полости или берут данные из предыдущей градуировочной таблицы.

13.5.5 При составлении градуировочной таблицы значения вместимости округляют до 1 дм³.

13.5.6 Обработку результатов измерений проводят с помощью программного обеспечения.

13.5.7 Результаты измерений должны быть оформлены протоколом, форма которого приведена в приложении Б, который является исходным документом для расчета градуировочной таблицы.

13.6 Обработка результатов измерений

13.6.1 Обработку результатов измерений проводят с помощью программного обеспечения пакета прикладных программ Расходомер ИСО или аналогичного программного обеспечения.

13.6.2 Подтверждение соответствия резервуара метрологическим требованиям принимается при выполнении разделов 13.1 и 13.3-13.5 или 13.2-13.5 данной методики поверки. Результаты считаются положительными, если полученное (рассчитанное) значение допускаемой относительной погрешности резервуара, номинальной вместимостью 3000 м³ не превышает значения $\pm 0,2$ %, и резервуара, номинальной вместимостью 5000 м³ не превышает значения $\pm 0,1$, указанных в таблице 1. При соответствии резервуара пунктов 13.1 и 13.3-13.5 или 13.2-13.5 резервуар признается пригодным к эксплуатации, положительные результаты поверки оформляются в соответствии с п.п. 14.1 – 14.7.

13.6.3 Результаты считаются отрицательными, если полученное (рассчитанное) значение погрешности превышает значения, приведенного в таблице 1. При несоответствии резервуара пунктам 13.1 и 13.3-13.5 или 13.2-13.5 резервуар признается непригодным к эксплуатации, отрицательные результаты поверки оформляются в соответствии с п.п. 14.1 и 14.8.

14 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

14.1 Результат поверки резервуаров подтверждается сведениями о результатах поверки средств измерений (СИ), включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФ по ОЕИ).

14.2 При положительных результатах поверки резервуара оформляют свидетельство о поверке в соответствии с действующими нормативными и правовыми актами проведения поверки.

14.3 Результаты измерений оформляются протоколом, форма которого приведена в приложении Б, который является исходным документом для расчета градуировочной таблицы.

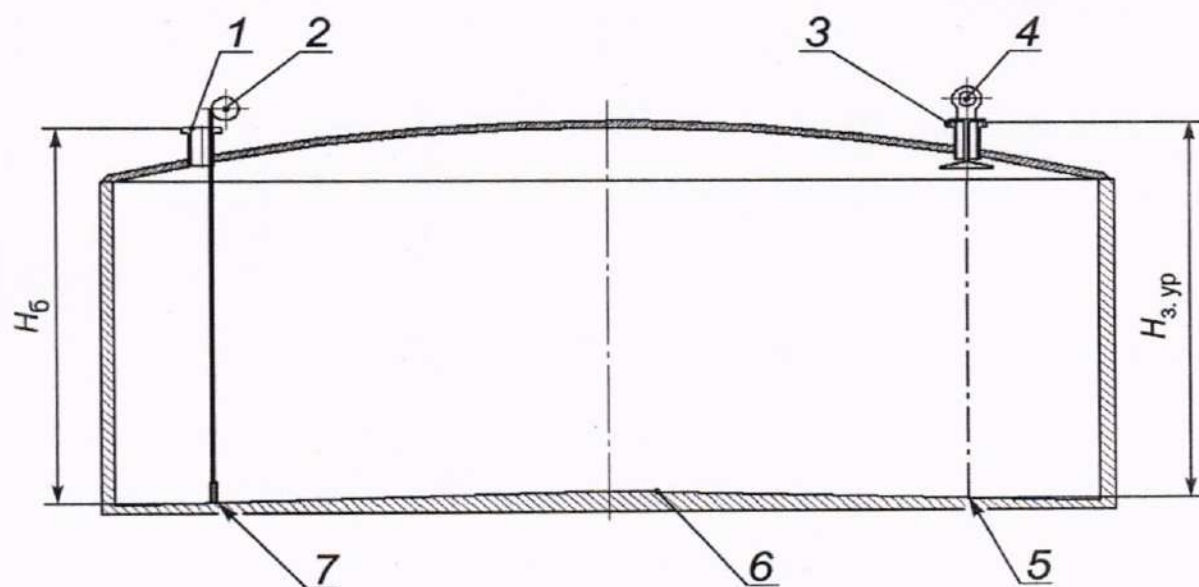
14.4 К свидетельству о поверке прикладывают градуировочную таблицу с результатами обработки измерений и эскизом резервуара.

14.5 Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы приведены в приложении Г.

14.6 Титульный лист, протокол измерений параметров резервуара и последнюю страницу градуировочной таблицы подписывают поверители, подписи заверяют знаком поверки.

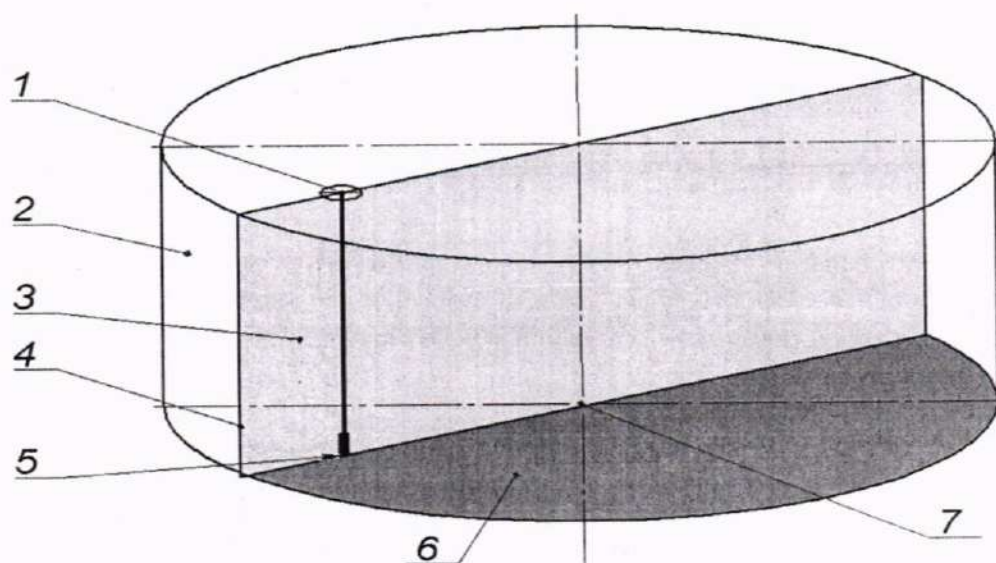
14.7 Градуировочную таблицу утверждает руководитель организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки данного типа средств измерений.

14.8 При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности.



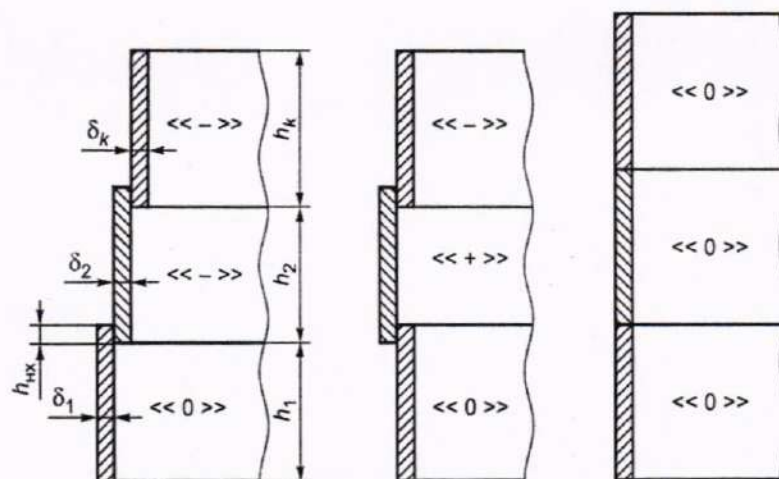
- 1 – измерительным люком; 2 – измерительная рулетка с грузом; 3 – фланец установки уровнемера;
4 – радарный уровнемер; 5 – проекция на днище оси уровнемера; 6 – днище резервуара;
7 – точка касания днища грузом рулетки

Рисунок А.1 – Схема измерения базовой высоты резервуара и эталонного расстояния уровнемера



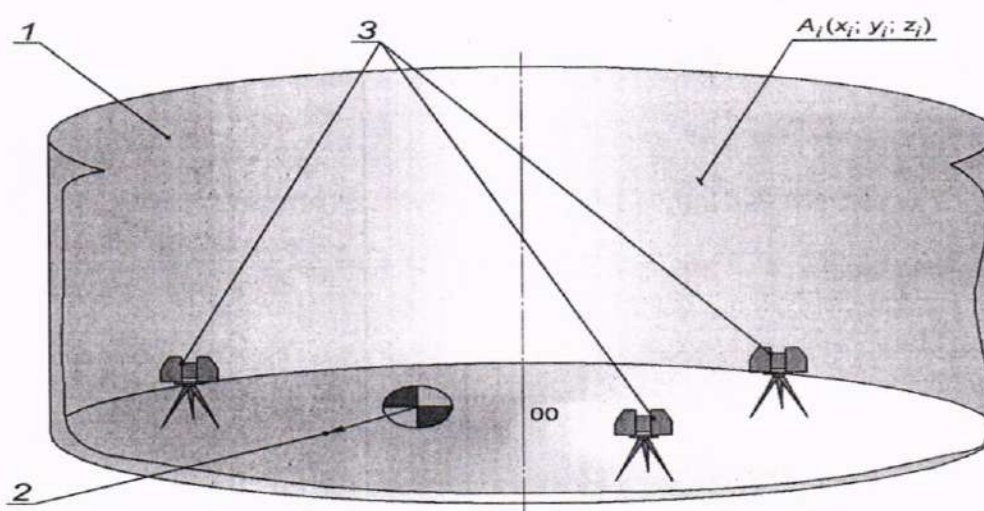
- 1 – точка измерения базовой высоты резервуара; 2 – стенка резервуара; 3 – плоскость А; 4 – образующая № 0; 5 – точка касания днища грузом рулетки; 6 – днище резервуара; 7 – центр резервуара

Рисунок А.2 – Схема формирования плоскости А



а) Телескопическая б) Комбинированная в) Встык

Рисунок А.3 – Схема монтажа поясов и индекса нахлеста




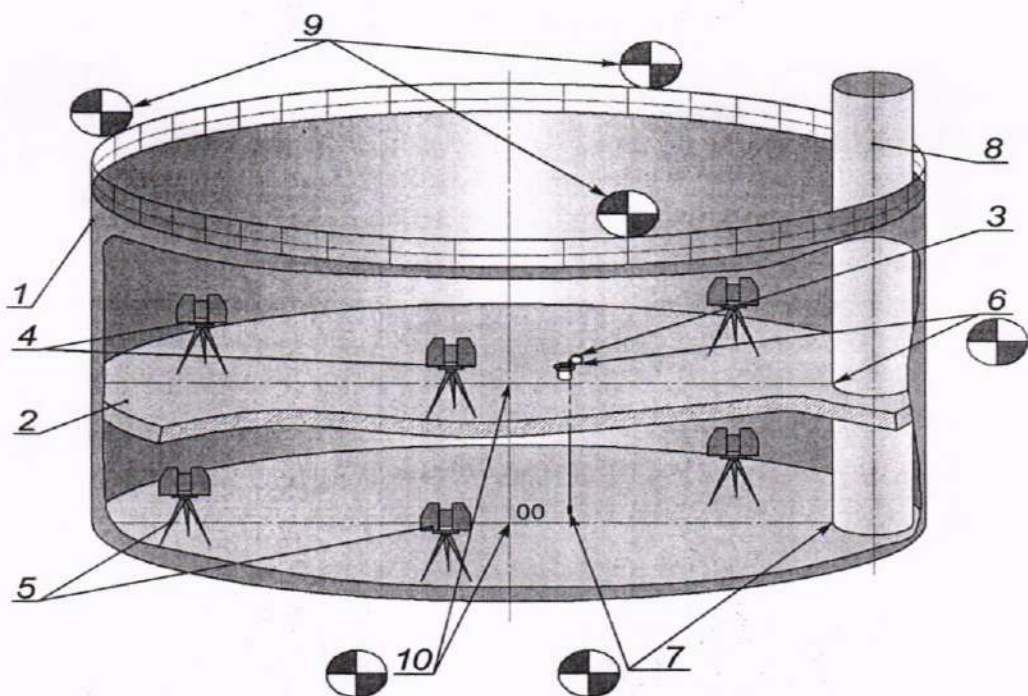
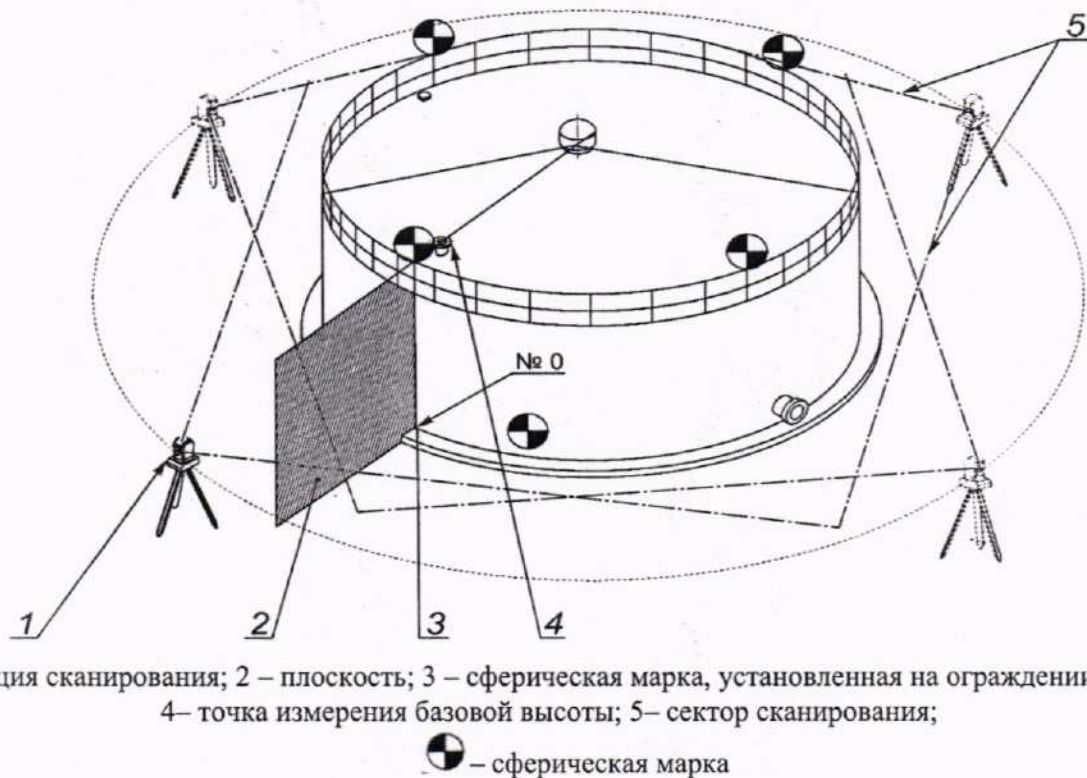
1 – внутренняя полость резервуара; 2 – точка установки сферической марки в точке касания днища грузом рулетки; 3 – точки установки станций съемки; 4 – сферическая марка; $A_i(x_i, y_i, z_i)$ – координаты i -й точки на внутренней поверхности резервуара;  – сферическая марка

Рисунок А.4 – Схема сканирования внутренней полости резервуара



1 – наружная стенка резервуара; 2 – плавающая крыша (понтон); 3 – измерительный люк на плавающей крыше; 4 – станции сканирования на плавающей крыше (понтоне); 5 – станции сканирования на днище резервуара; 6 – место установки сферических марок на плавающей крыше (понтоне); 7 – место установки сферических марок на днище резервуара; 8 – направляющая стойка плавающей крыши (понтон); 9 – место установок сферических марок на ветровом кольце резервуара; 10 – место установки сферических марок в районе центра резервуара

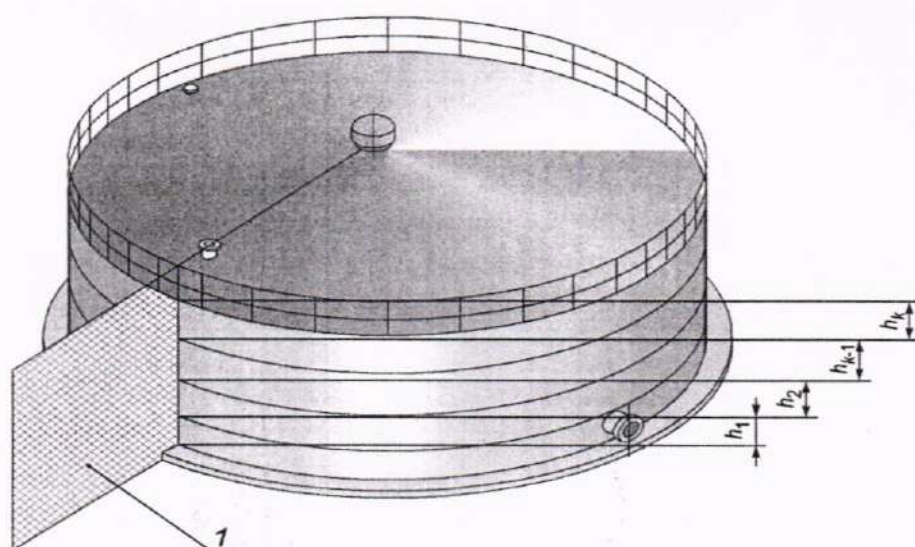
Рисунок А.5 – Схема сканирования внутренней полости резервуара с плавающим покрытием



1 – станция сканирования; 2 – плоскость; 3 – сферическая марка, установленная на ограждении кровли; 4 – точка измерения базовой высоты; 5 – сектор сканирования;

— сферическая марка

Рисунок А.6 – Схема сканирования наружной поверхности резервуара



1 – Плоскость А

Рисунок А.7 – Схема измерений высот поясов

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Форма протокола измерений параметров резервуара

ПРОТОКОЛ

измерений параметров резервуара

Т а б л и ц а Б.1 - Общие данные

Код документа	Регистрационный номер документа	Дата			Основание для проведения поверки
		Число	Месяц	Год	
1	2	3	4	5	6
					Первичная, периодическая, внеочередная

Продолжение таблицы Б.1

Тип	Номер	Место установки
7	8	9

Окончание таблицы Б.1

Номинальная вместимость, м ³	Избыточное давление при эксплуатации, кПа	Плотность хранимой жидкости при эксплуатации, кг/м ³
10	11	12

Т а б л и ц а Б.2 - Условия проведения измерений и параметры резервуара

Сканирование выполняется	Температура воздуха, °С	Атмосферное давление, кПа
1	2	3

Окончание таблицы Б.2

Температура стенки резервуара, °С	Уровень наполнения резервуара, мм	Плотность хранимой жидкости, кг/м ³	Избыточное давление в резервуаре, кПа
6	7	8	9

Таблица Б.3 – Эталоны и вспомогательные средства

--

Таблица Б.4 - Базовая высота резервуара

Точка измерения базовой высоты	Идентификатор	Значение, мм	
		1-е измерение	2-е измерение
1	2	3	4
Риска измерительного люка			

Продолжение таблицы Б.4

Толщина слоя краски, мм	Толщина антикор. Покрытия, мм

Окончание таблицы Б.4

№ пояса	Высота, мм	Толщина стенки, мм
1	2	3
I		

Таблица Б.5 – Файл облака точек

Имя файла	Количество точек	Контрольная сумма, MD5
1	2	3

Таблица Б.6 – Дополнительные параметры сканирования

Нижняя точка стенки рядом со сливным патрубком	Точка начала отсчета, мм
Координата Z, м	Координата Z, м
1	2

Таблица Б.7 – Параметры «мертвой» полости

Высота мертвой полости, мм	Вместимость мертвой полости, м³ *
1	2

* Вместимость мертвой полости определена объемным методом

Таблица Б.8 – Погрешность определения координат

Способ определения погрешности координат	Погрешность определения координат, мм	Доверительная вероятность
1	2	3

Эскиз резервуара (формируется автоматически ПО)

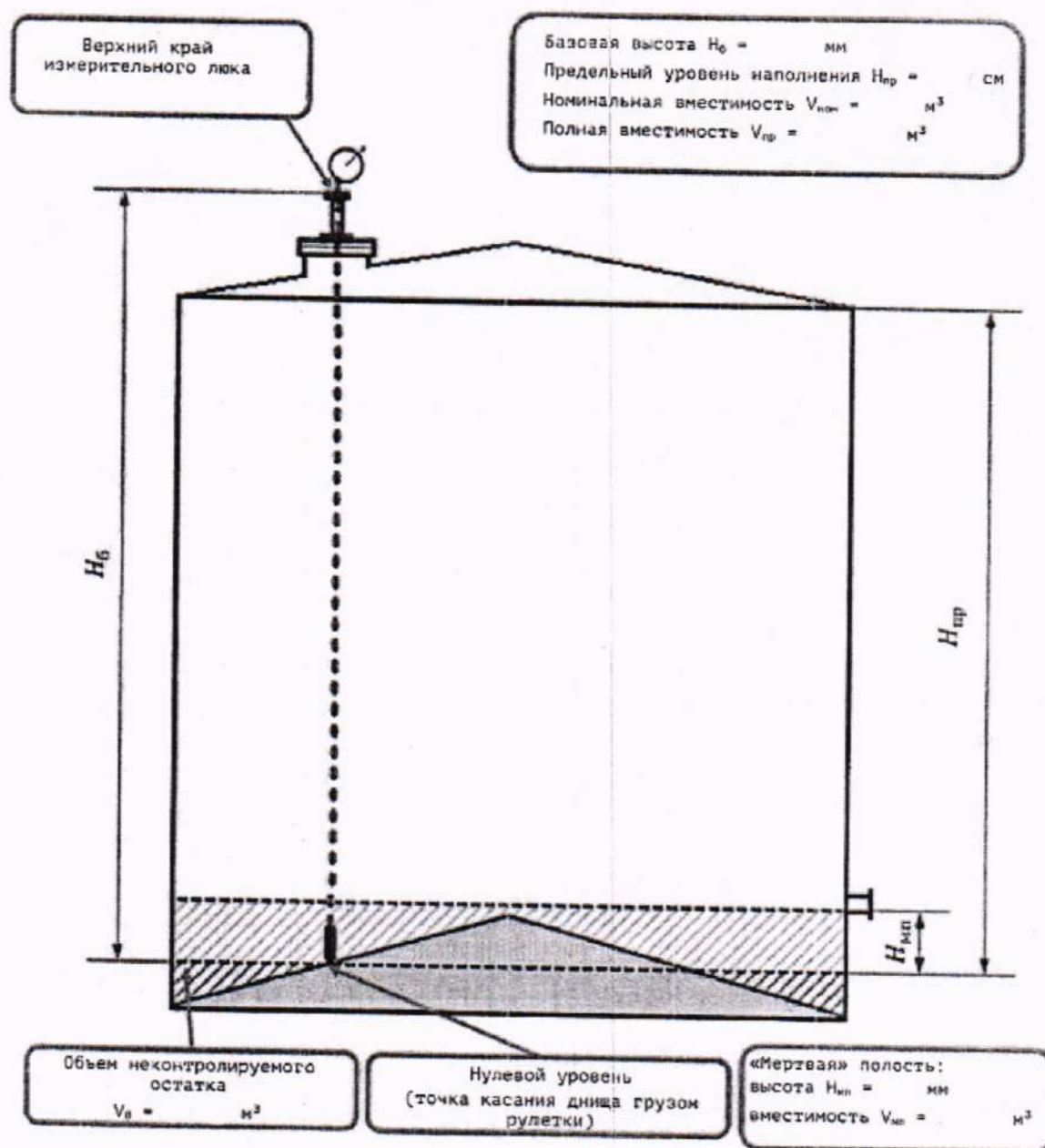


Таблица Б.9 – Форма журнала результатов обработки измерений

Форма журнала результатов обработки измерений

Объем неконтролируемого остатка:

Высота «мертвой» полости:

Вместимость «мертвой полости»:

Предельный уровень наполнения:

Полная вместимость:

Максимальный уровень наполнения:

Максимальная вместимость:

Базовая высота:

Объем внутренних деталей:

Материал стенки резервуара:

Поверитель:

должность

Личная подпись, фамилия, инициалы

Форма акта измерения базовой высоты резервуара

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель предприятия-владельца
резервуара (директор, главный инженер)

АКТ

измерений базовой высоты резервуара

от « ____ » _____ 20 ____ года

Составлен в том, что комиссия, назначенная приказом № _____ от « ____ » _____ 20 ____ года по
_____, в составе председателя _____

и членов:

провела контрольные измерения базовой высоты резервуара стального вертикального цилиндрического РВС- _____ № _____ при температуре окружающего воздуха _____ °С.

Измерения базовой высоты проведены рулеткой с грузом _____ № _____.

Результаты измерений представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Базовая высота резервуара, мм		Уровень наполнения резервуара, мм
Среднее арифметическое значение результатов двух измерений, $(H_{\delta})_к$	Значение базовой высоты, установленное при поверке резервуара, $(H_{\delta})_п$	
1	2	3

Относительное изменение базовой высоты резервуара δ , %, вычисляют по формуле

$$\delta = \frac{(H_{\delta})_к - (H_{\delta})_п}{(H_{\delta})_п} * 100\% = ___\%$$

где значения величин $(H_{\delta})_к$, $(H_{\delta})_п$ приведены в 1-й и 2-й графах.

Вывод: требуется (не требуется) корректировка градуировочной таблицы

Председатель комиссии:

Члены комиссии:

_____	_____
подпись	инициалы фамилия
_____	_____
подпись	инициалы фамилия
_____	_____
подпись	инициалы фамилия

**Форма титульного листа градуировочной таблицы и
форма градуировочной таблицы**

Г.1 Форма титульного листа градуировочной таблицы

УТВЕРЖДАЮ
Директор
ФБУ «Ульяновский ЦСМ»

_____ Д.В. Зотов

«__» _____ 20__ г.
М.п.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА

на вертикальный цилиндрический резервуар

РВС _____ № _____

Владелец

Место установки:

Номинальная вместимость:

Базовая высота:

Интервальные вместимости соответствуют температуре:

Дата формирования градуировочной таблицы:

Дата проведения поверки:

Дата очередной поверки:

Поверитель:

должность

Личная подпись, фамилия, инициалы

Программный комплекс «Расходомер ИСО»
Модуль «Расчет градуировочных таблиц резервуаров и танков»
Версия 3.4 от 18.04.2023
Владелец данной копии программы: _____

Г.2 Форма градуировочной таблицы резервуара

Организация:

Резервуар №

Посантиметровая вместимость резервуара

Уровень наполнения, см	Вместимость, м ³	Коэффициент вместимости, м ³ /мм	Неопределен- ность*, %	Уровень наполнения, см	Вместимость, м ³	Коэффициент вместимости, м ³ /мм
H _{мп}				H _{i+1}		
H _{мп+1}				H _{i+2}		
H _{мп+2}						
H _i				H _{пр}		

(*) – относительная расширенная неопределенность вместимости при коэффициенте хвата $k=2$ соответствует границам относительной погрешности при доверительной вероятности $P=0.95$

Поверитель:

должность

Личная подпись, фамилия, инициалы

Алгоритм обработки результатов измерений при применении сканера
и функциональные требования к программному обеспечению

