

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «МЕТРОЛОГ»**

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

АО «Метролог»

М.П. Конев

«05» мая 2020 г.



**ИНСТРУКЦИЯ**

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**Резервуары стальные вертикальные цилиндрические  
теплоизолированные РВС-5000.**

**Методика поверки**

МП 0011-2020

Начальник ЦАиЭ

Игошин Е.К.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Игошин Е.К.', written over a horizontal line.

САМАРА

2020

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАНА      Акционерным обществом «Метролог» (АО «Метролог»)

ИСПОЛНИТЕЛИ:      Е.К. Игошин, В.В. Цуканов

2 УТВЕРЖДЕНА      АО «Метролог» 05 мая 2020 г.

3 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

ЛИСТОВ: 23

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины и определения .....	2
4 Метод поверки .....	4
5 Операции поверки.....	4
6 Средства поверки.....	5
7 Требования безопасности.....	5
8 Условия поверки .....	6
9 Подготовка к поверке.....	6
10 Проведение поверки .....	7
10.1 Внешний осмотр .....	7
10.2 Измерение базовой высоты резервуара .....	7
10.3 Сканирование внутренней полости резервуара .....	8
10.4 Измерения прочих параметров резервуара .....	8
11 Обработка результатов измерений .....	8
12 Оформление результатов поверки .....	9
Приложение А .....	10
Приложение Б .....	11
Приложение В .....	13
Приложение Г.....	14
Приложение Д .....	16
БИБЛИОГРАФИЯ .....	23



Инструкция. Государственная система обеспечения единства измерений.

## **Резервуары стальные вертикальные цилиндрические теплоизолированные**

**РВС-5000. Методика поверки**

**МП 0011-2020**

### **1 Область применения**

Настоящая методика поверки распространяется на резервуары стальные вертикальные цилиндрические теплоизолированные (далее - резервуары) РВС-5000 №№ 1/1, 1/2, 1/3, 1/4 расположенные на территории АО «ПТП», Российская Федерация, Ленинградская область, Выборгский район, Приморская территория, Портовый проезд, д.10 (Комплекс по перевалке мазута) и предназначенные для измерений объема, а также приема, хранения и отпуска нефтепродуктов при выполнении государственных учетных операций, и устанавливает методику его поверки с применением лазерного-сканирующего устройства.

### **2 Нормативные ссылки**

В настоящей методике 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 13837—79	Динамометры общего назначения. Технические условия
ГОСТ 7502—98	Рулетки измерительные металлические. Технические условия
ГОСТ 28243—96	Пирометры. Общие технические требования
ГОСТ 30852.0—2002 (МЭК 60079-0:1998)	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования
ГОСТ 30852.9—2002 (МЭК 60079-10:1995)	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 10. Классификация взрывоопасных зон
ГОСТ 30852.11—2002 (МЭК 60079-12:1978)	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 12. Классификация смесей газов и паров с воздухом по безопасным экспериментальным максимальным зазорам и минимальным воспламеняющим токам
ГОСТ 31385—2016	Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия
ГОСТ Р 12.4.310—2016	Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты работающих от воздействия нефти, нефте-

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 резервуар стальной вертикальный цилиндрический:** Стальной сосуд в виде стоящего цилиндра с днищем, стационарной кровлей или плавающей крышей, применяемый для хранения и измерения объема жидкости.

**3.2 резервуар стальной вертикальный цилиндрический теплоизолированный:** Резервуары стальной вертикальный цилиндрический, наружная поверхность которой покрыта слоем теплоизоляции.

**3.3 градуировочная таблица:** Зависимость вместимости от высоты уровня наполнения резервуара при нормированном значении температуры.

#### Примечания

а) таблицу прилагают к свидетельству о поверке резервуара и применяют для определения в нем объема жидкости;

б) значение стандартной температуры, которой соответствуют данные в градуировочной таблицы указано на титульном листе.

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

**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 предельному уровню наполнения его, 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 базовая высота резервуара:** Расстояние по вертикали от точки касания днища грузом рулетки до верхнего края измерительного люка или до риски направляющей планки измерительного люка.

3.12 **эталонная точка резервуара:** Верхний край фланца измерительного люка резервуара или риски в планке измерительного люка резервуара.

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

3.14 **максимальный уровень:** Максимально допустимый уровень наполнения резервуара жидкостью при его эксплуатации, установленный технической документацией на резервуары.

3.15 **геометрический метод поверки:** Метод, заключающийся в определении вместимости резервуара по результатам измерений его геометрических параметров.

3.16 **жидкость при хранении:** Жидкость для хранения которой предназначен резервуары.

3.17 **исходный уровень:** Уровень жидкости в резервуары, соответствующий высоте «мертвой» полости.

3.18 **высота «мертвой» полости:** Расстояние по вертикали от точки касания днища грузом рулетки до нижнего среза приемо-раздаточного патрубка, приемо-раздаточного устройства.

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

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

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

3.22 **объем неровностей днища:** Объем днища резервуара в пределах высоты неровностей днища.

3.23 **степень наклона резервуара:** Величина  $\eta$ , выражаемая через тангенс угла наклона вертикальной оси резервуара к горизонтальной плоскости, рассчитываемая по формуле

$$\eta = tg \beta, \quad (1)$$

где  $\beta$  – угол наклона вертикальной оси резервуара (далее – угол наклона резервуара), в градусах.

3.24 **лазерный сканер:** Геодезический прибор, реализующий функцию линейных и угловых высокоскоростных измерений, с целью определения пространственного положения точек измеряемой поверхности в условной системе координат.

3.25 **станция:** Точка стояния лазерного сканера во время проведения измерений.

3.26 **сканирование:** Операция по измерению линейных и угловых координат точек, лежащих на поверхности стенки резервуара, внутренних деталей и оборудовании.

3.27 **облако точек:** Результат сканирования в виде массива данных пространственных координат точек поверхностей с соответствующей станции.

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

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

**3.30 скан:** Визуализированное трехмерное изображение облака точек.

**3.31 управляющая программа:** Системная программа, реализующая набор функций управления, в который включают управление ресурсами и взаимодействием с внешней средой системы обработки информации, восстановление работы системы после проявления неисправностей в технических средствах (по ГОСТ 19781).

**3.32 3D-моделирование:** Построение трехмерной модели объекта, по объединенному («сшитому») облаку точек специализированным программным обеспечением.

**3.33 САПР:** Программное обеспечение реализующая метод трехмерного геометрического проектирования объекта по заданным точкам.

## **4 Метод поверки**

**4.1** Поверку резервуара проводят геометрическим методом с применением лазерной координатно-сканирующей системы (далее – сканер).

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.

**4.2** Поверку резервуара проводят юридические лица и индивидуальные предприниматели (далее – организация) аккредитованные в соответствующем порядке на право проведения поверки.

**4.3** Поверки резервуара проводят:

- первичную – после завершения строительства резервуара или 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 10.2; при внесении в резервуары конструктивных изменений, влияющих на его вместимость и после очередного полного технического диагностирования.

**4.4** Интервал между поверками определяется при проведении испытаний в целях утверждения типа средств измерений.

## **5 Операции поверки**

**5.1** При выполнении измерений геометрических параметров внутренней полости резервуара выполняют операции указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование операции	Номер пункта
Внешний осмотр	10.1
Измерение базовой высоты резервуара	10.2
Сканирование внутренней полости резервуара	10.3



## 6 Средства поверки

6.1 При поверке резервуара применяют следующие средства измерений и вспомогательные средства:

6.1.1 Рулетки измерительные с грузом 2-го класса точности с верхними пределами измерений 10, 20 и 30 м по ГОСТ 7502.

6.1.2 Машина координатно измерительная мобильная FARO Laser Scanner Focus 3D , регистрационный номер 45392-10 , зав. № LLS061304047

Применяемое ПО:

- FARO Scene ver. 5.1.6.32766 или более поздняя;

- VGS (Vessel Graduation Systems) версия 9.5 модуль ver.3.

6.1.3 Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4, регистрационный № 303-91.

6.1.4 Анемометр ручной чашечный МС-13, регистрационный № 3488-80.

6.1.5 Вспомогательные средства:

– сферическая марка (не менее 3 шт.), входящая в комплект сканера;

– мел;

– переносные светильники (прожекторы) во взрывозащищенном исполнении.

6.1.6 Средства измерений должны быть поверены в установленном порядке.

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

6.2.1 Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуара приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование параметра	Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуаров вместимостью, м <sup>3</sup>
	5000
Диаметр, %	± 0,022
Высота пояса, мм	± 5
Измерение расстояний, мм	± 5
Температура стенки резервуара, °С	± 2
Объем внутренних деталей, м <sup>3</sup>	± (0,025 – 0,25)

6.2.2 При соблюдении, указанных в таблице 1, пределов допускаемой погрешности измерений, погрешность определения вместимости резервуара ± 0,10 %.

## 7 Требования безопасности

7.1 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), аттестованных в области промышленной безопасности в соответствии с РД-03-20 [2].

7.2 К проведению работ допускают лиц, изучивших настоящий документ, техническую документацию на резервуары и его конструкцию, средства измерений и прошедших инструктаж по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004, по промышленной безопасности в соответствии с РД-03-20.

7.3 Лица, проводящие работы, используют спецодежду по ГОСТ Р 12.4.310, спецобувь по ГОСТ 12.4.137, строительную каску по ГОСТ 12.4.087.

7.4 Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе, измеренная газоанализатором внутри резервуара на высоте 2000 мм, не должна превышать ПДК, определенной по ГОСТ 12.1.005 и соответствующей гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.3532-18.

7.5 Для освещения при проведении измерений параметров резервуара применяют светильники во взрывозащитном исполнении.

7.6 Перед началом работ проверяют исправность:

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

7.7 При измерении базовой высоты (ежегодно) избыточное давление в незаполненном (газовом) пространстве резервуара должно быть равно нулю.

## 8 Условия поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

8.1 Температура окружающего воздуха.....от 5 °С до 35 °С.

8.2 Относительная влажность воздуха.....не более 95 %.

8.3 Атмосферное давление.....от 84,0 до 106,7 кПа.

Примечание – Условия окружающей среды должны соответствовать значениям, приведенным в описании типа, применяемого средства измерений.

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

8.5 Резервуары при поверке должен быть порожним.

8.6 Внутренняя поверхность резервуара должна быть очищена, до состояния, позволяющего проводить измерения.

8.7 Загазованность в воздухе вблизи или внутри резервуара не более ПДК вредных веществ, установленных по ГОСТ 12.1.005 и соответствующей гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.3532-18 [1].

## 9 Подготовка к поверке

9.1 При подготовке к поверке проводят следующие работы:

9.1.1 Изучают техническую документацию на резервуары, средства измерений вспомогательные средства.

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

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

9.1.4 В сервисном ПО сканера формируют файл проекта записи данных.

9.1.5 Измеряют параметры окружающего воздуха.

9.1.6 Проводят измерение температуры стенки резервуара с применением пирометра (6.1.3). 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.

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

## **10 Проведение поверки**

### **10.1 Внешний осмотр**

10.1.1 При внешнем осмотре резервуара проверяют:

- состояние конструкции и внутренних деталей резервуара технической документации на него (паспорту, технологической карте на резервуары);
- наличие необходимой арматуры и оборудования;
- исправность лестниц и перил;
- чистоту внутренней поверхности резервуара.

10.1.2 Определяют перечень внутренних деталей, оборудования, влияющих на вместимость резервуара, например, незаполненные продуктом трубопроводы, тумбы пригруза, неперфорированные колонны и т.д. и фиксируют их в копии технического проекта для дальнейшего исключения их из расчета.

10.1.3 Фиксируют мелом точку касания днища грузом рулетки и устанавливают в ней сферическую марку (рисунок А.1).

### **10.2 Измерение базовой высоты резервуара**

10.2.1 Базовую высоту  $H_6$  измеряют рулеткой с грузом через измерительный люк резервуара. Отсчет проводят от риски измерительного люка или от его верхнего среза.

Измеряют рулеткой с грузом не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно превышать 2 мм (рисунок А.1).

Результаты измерений  $H_6$  вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.3).

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

**П р и м е ч а н и е** – Измерения проводят не позднее 12 месяцев с даты поверки.

При ежегодных измерениях базовой высоты резервуара может быть наполнен до произвольного уровня.

Результат измерений базовой высоты резервуара не должен отличаться от ее значения, указанного в протоколе поверки резервуара, более чем на 0,1 %.

Если это условие не выполняется, то проводят повторное измерение базовой высоты при уровне наполнения резервуара, отличающимся от его уровня наполнения, указанного в протоколе поверки резервуара, не более чем на 500 мм.

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

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

При отсутствии возможности устранения причины проводят внеочередную поверку резервуара.

### **10.3 Сканирование внутренней полости резервуара**

При проведении сканирования внутренней полости резервуара проводят следующие операции.

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

Прибор горизонтируют с применением трегера, с дальнейшим контролем электронным встроенным уровнем (при наличии).

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

Количество станций должно быть не менее трех.

Схема размещения станций должна обеспечить видимость с каждой станции сферической марки (рисунок А.2).

10.3.3 Сканирование проводят последовательно с каждой станции в режиме кругового обзора (360°). Дискретность сканирования устанавливают в пределах: от 3 до 5 мм.

10.3.4 Операции сканирования и взаимной привязки станций проводят в соответствии с требованиями технической документации на прибор и применяемого ПО.

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

### **10.4 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.

10.4.1 Вносят значение плотности  $\rho_{жж}$ , кг/м<sup>3</sup>, жидкости, для хранения которой предназначен резервуары (графа 8 таблица Б.2).

## **11 Обработка результатов измерений**

### **11.1 Обработка результатов измерений**

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

11.1.2 Результаты вычислений вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Е.

## 11.2 Составление градуировочной таблицы резервуара

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

11.2.2 Вместимость резервуара, соответствующую уровню жидкости  $H$ ,  $V(H)$  вычисляют при приведении к стандартной температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  – по формуле (5).

### П р и м е ч а н и я

1 Значение температуры указано на титульном листе градуировочной таблицы.

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

11.2.4 Градуировочную таблицу «мертвой» полости составляют, начиная от исходной точки до уровня  $H_{мп}$ , соответствующей высоте «мертвой» полости.

11.2.5 При составлении градуировочной таблицы значения вместимости округляют до  $1\text{ дм}^3$ .

11.2.6 Обработка результатов измерений проводят программным обеспечением.

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

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки резервуара оформляют свидетельством о поверке.

12.2 К свидетельству о поверке прикладывают:

- а) градуировочную таблицу;
- б) протокол (оригинал прикладывают к первому экземпляру градуировочной таблицы);
- в) эскиз резервуара.

12.3 Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы приведены в приложении Г. Форма акта ежегодных измерений базовой высоты резервуара приведена в приложении В.

Протокол подписывает поверитель.

Подпись заверяют знаком поверке.

Титульный лист и последнюю страницу градуировочной таблицы подписывает поверитель, подпись заверяют знаком поверки.

12.4 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.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

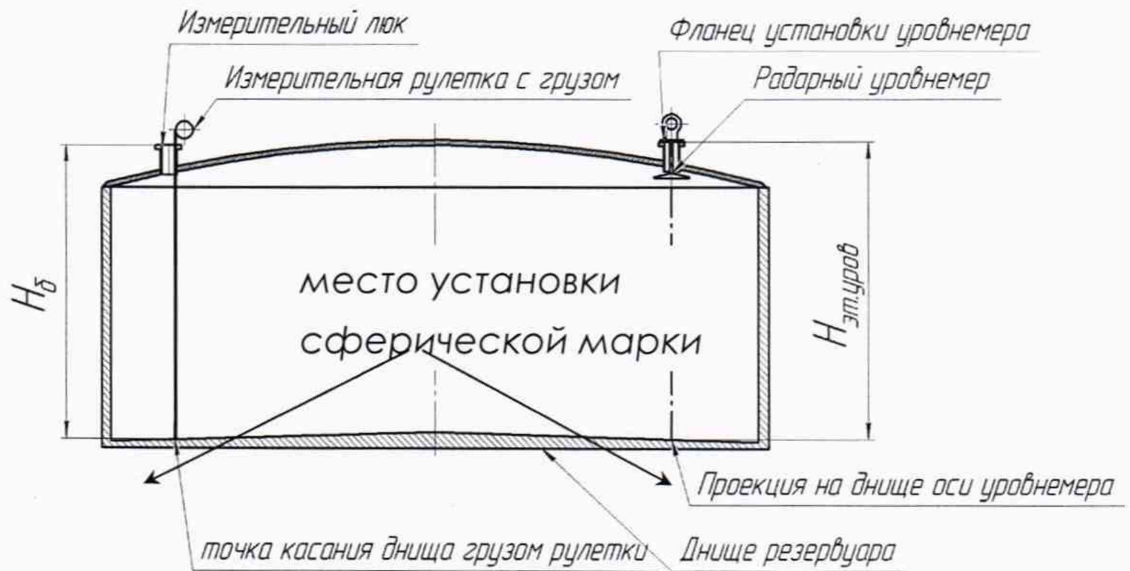
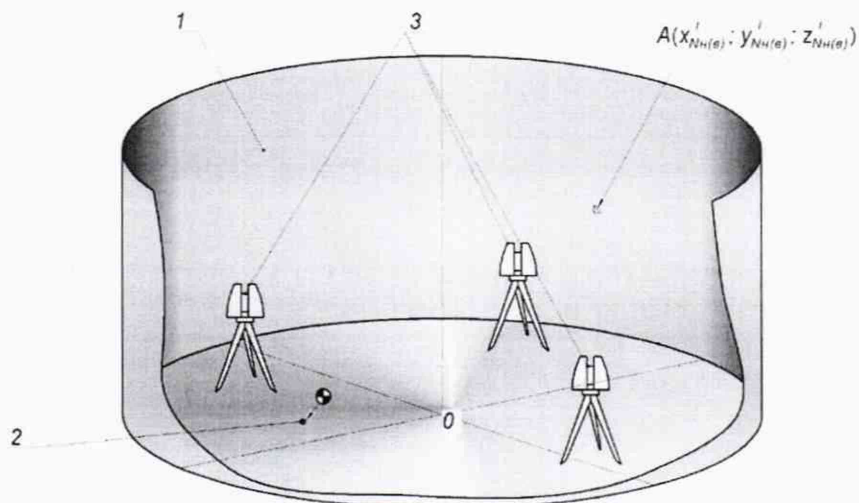


Рисунок А.1 – Схема измерения базовой высоты резервуара и эталонного расстояния уровнемера



1 – внутренняя полость резервуара; 2 – точка установки сферической марки в точке касания днища грузом рулетки; 3 – точки стояния станций съемки

Рисунок А.2 – Схема сканирования внутренней полости резервуара

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

ПРОТОКОЛ  
измерений параметров резервуара

Т а б л и ц а Б.1 – Общие данные

Код документа	Регистрационный номер	Дата			Основание для проведения поверки
		число	месяц	год	
1	2	3	4	5	6
					Первичная, периодическая, внеочередная

Продолжение таблицы Б.1

Место проведения	Средства измерений и вспомогательные средства
7	8

Окончание таблицы Б.1

Резервуар		
Тип	Номер	Погрешность определения вместимости резервуара, %
9	10	11

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

воздуха	Температура, °С			Загазованность, мг/м <sup>3</sup>
	стенки резервуара			
	$t_p$	$t_p^{max}$	$t_p^{min}$	
1	2	3	4	5

окончание таблицы Б.2

Влажность воздуха, %	Материал стенки резервуара	Плотность хранимой жидкости $\rho_{жж}$ , кг/м <sup>3</sup>
6	7	8

Т а б л и ц а Б.3 – Базовая высота резервуара

В миллиметрах

Точка измерения базовой высоты $H_6$	Номер измерения	
	1	2
Риска измерительного люка		
Верхний срез измерительного люка		

Должность Инициалы, фамилии	Подписи оттиски клейм, печатей (штампов)	Инициалы, фамилия





ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

Г.1 Форма титульного листа градуировочной таблицы<sup>1)</sup>

Приложение к свидетельству  
о поверке № \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА

на резервуар стальной вертикальный цилиндрический теплоизолированный

РВС \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Организация \_\_\_\_\_

Данные соответствуют стандартной температуре \_\_ °С

Погрешность определения вместимости \_\_ %

Срок очередной поверки \_\_\_\_\_

Специалист,  
проводивший поверку

\_\_\_\_\_   
подпись

М.П.

\_\_\_\_\_   
должность, инициалы, фамилия

<sup>1)</sup> Форма титульного листа не подлежит изменению

Г.2 Форма градуировочной таблицы резервуара

Лист \_\_\_ из \_\_\_\_\_

Организация \_\_\_\_\_  
 Резервуар № \_\_\_\_\_  
 Место расположения \_\_\_\_\_

Т а б л и ц а Г.1 – Посантиметровая вместимость поясов резервуара

Уровень на- полне- ния, см	Вмести- мость, м <sup>3</sup>	Сред- ний ко- эффи- циент вме- стимо- сти, м <sup>3</sup> /мм	Уро- вень на- полне- ния, см	Вмести- мость, м <sup>3</sup>	Сред- ний ко- эффи- циент вме- стимо- сти, м <sup>3</sup> /мм	Уро- вень на- полне- ния, см	Вмести- мость, м <sup>3</sup>	Сред- ний ко- эффи- циент вме- стимо- сти, м <sup>3</sup> /мм
$H_{мп}$			$H_i + 1$			...		
$H_{мп} + 1$			...			...		
$H_{мп} + 2$			...			...		
...			...			...		
...			...			...		
...			...			...		
$H_i$			...			...		

Т а б л и ц а Г.2 – Вместимость в пределах «мертвой» полости резервуара<sup>1)</sup>

Уровень наполнения, см	Вместимость, м <sup>3</sup>	Уровень наполнения, мм	Вместимость, м <sup>3</sup>
0		...	
1		...	
...		$H_{мп}$	

<sup>1)</sup> Заполняют по согласованию с Заказчиком

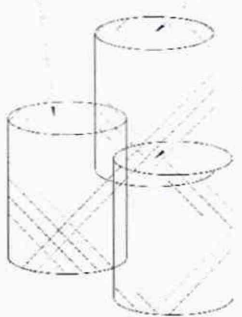

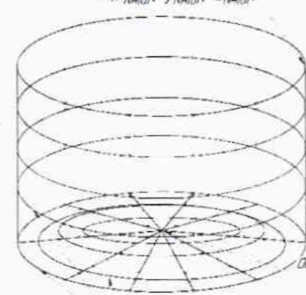
## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

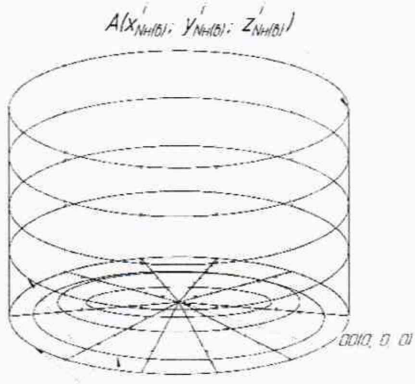
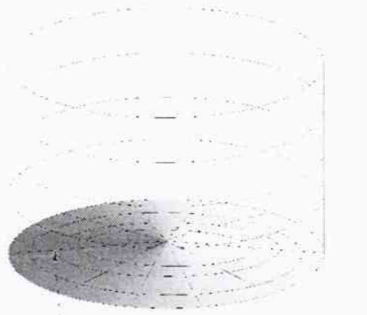
### Алгоритм обработки результатов измерений при применении сканера и функциональные требования к программному обеспечению (ПО)



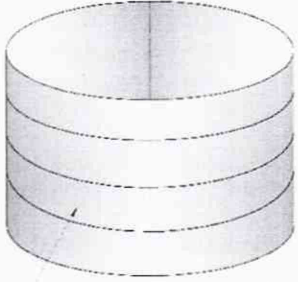
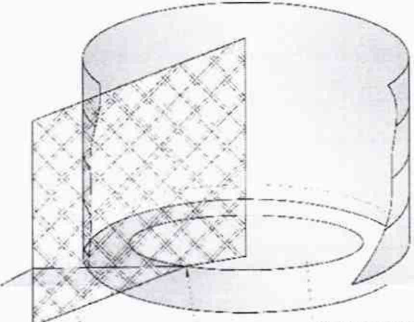
Т а б л и ц а Д.1

Наименование этапа	Объект реализации/режим/параметры	Результат
<p>Этап 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- внешнее ориентирование сканов;</li> <li>- объединение сканов;</li> </ul>	<p>ПО для создания единой точечной модели</p>	<p><math>A_1(X_{A1}; Y_{A1}; Z_{A1})</math>      <math>A_2(X_{A2}; Y_{A2}; Z_{A2})</math></p> <p><math>A_3(X_{A3}; Y_{A3}; Z_{A3})</math></p> 
<p>Этап 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сегментирование и разрежение точечной модели;</li> <li>- визуализация точечной модели</li> </ul>	<p>ПО для создания единой точечной модели</p>	<p><math>A_0(X_0; Y_0; Z_0)</math></p> 
<p>Этап 3</p> <p>создание из массива точек нерегулярной триангуляционной сети (TIN) и NURBS-поверхности</p>	<p>САПР/3D эскиз/узловые точки или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	<p><math>A(X_{нуд}; Y_{нуд}; Z_{нуд})</math></p>  <p>сплайны по узловым точкам</p>

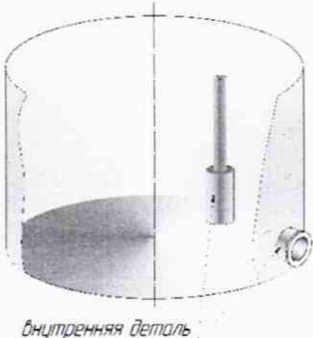
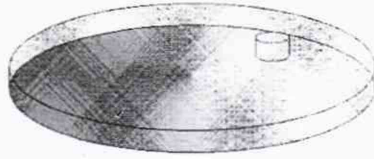
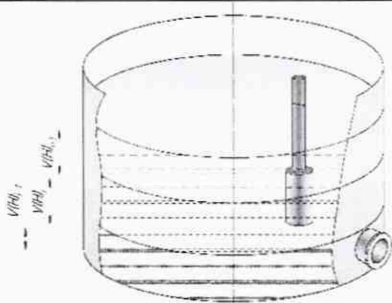
продолжение таблицы Д.1

<p>Этап 4 Построение сплайнов по узловым точкам</p>	<p>САПР/3D эс- киз/узловые точ- ки или ПО фор- мирования градуировочной таблицы</p>	 <p><math>A(X_{NH(i)}, Y_{NH(i)}, Z_{NH(i)})</math></p> <p><math>(0, 0, 0)</math></p> <p>сплайны по узловым точкам</p>
<p>Этап 5 Формирование поверхности днища</p>	<p>САПР/3D эс- киз/сплайны на днище или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	 <p>поверхность днища резервуара</p>

продолжение таблицы Д.1

<p>Этап 6 Формирование поверхности стенки резервуара по поясам</p>	<p>САПР/3D эскиз/сплайны на поясах резервуара или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	 <p><i>поверхность стенки резервуара</i></p>
<p>Этап 7 Формирование плоскости А и плоскости начала отсчета</p>	<p>САПР/3D модель или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	 <p><i>плоскость начала отсчета</i> <i>точка касания дна груза рулетки</i> <i>плоскость А</i></p>

продолжение таблицы Д.1

<p>Этап 8 Моделирование внутренних деталей</p>	<p>САПР/3D модель/параметры внутренних деталей или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	 <p>внутренняя деталь</p>
<p>Этап 9 Измерение объема «мертвой» полости</p>	<p>САПР/3D модель/сечение плоскостью на уровне высоты «мертвой» полости параллельной плоскости начала отсчета</p>	 <p><math>V_{\text{м}}</math></p>
<p>Этап 10 Измерения посантиметровой вместимости резервуара</p>	<p>ПО формирования градуировочной таблицы</p>	 <p><math>V(r)</math></p>
<p>Этап 11 Внесение поправки от деформации стенок к вместимости при стандартной температуре</p>	<p>Формула (Д.1) или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	<p>Значение поправки от деформации стенок к вместимости при стандартной температуре</p>



окончание таблицы Д.1

Этап 12 Приведение посанти- метровой вместимости к стандартной температу- ре 20 °С	Формула (5), или ПО формирования градуировочной таб- лицы	Приведенное значение посанти- метровой вместимости к стандартной температуре 20 °С
Этап 13 Формирование градуи- ровочной таблицы и протокола измерений	ПО формирования градуировочной таб- лицы	Оформленная градуировочная табли- ца с протоколом измерений

## Д.2 Вычисление поправки к вместимости за счет гидростатического давления

Д.2.1 Поправку к вместимости резервуара за счет гидростатического давления столба налитой жидкости  $\Delta V_{г.і}$  при наполнении  $k$ -го пояса вычисляют по формуле

$$\Delta V_{г.к} = A_2 \cdot \left\{ \frac{0,8H_1}{\delta_1} \left( \sum_{j=1}^k H_j - \frac{H_1}{2} \right) + \sum_{j=1}^i \left[ \frac{H_k}{\delta_k} \left( \sum_{j=1}^k H_j - \frac{H_k}{2} \right) \right] \right\}, \quad (3)$$

где  $H_1, \delta_1$  – высота уровня и толщина стенки первого пояса;

$H_k, \delta_k$  – высота уровня и толщина  $k$ -го вышестоящего пояса;

$k$  – номер наполненного пояса;

$A_2$  – постоянный коэффициент для калибруемого резервуара, вычисляемый по формуле

$$A_2 = \frac{\rho_{ж.х} \cdot g \cdot \pi D_1^2 \cdot \sqrt{1 + \eta^2}}{4 \cdot 10^{12} \cdot E}, \quad (4)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$  ( $g = 9,8066 m/c^2$ );

$\rho_{ж.х}$  – плотность хранимой жидкости, (графа 3 таблица Б.5);

$D_1$  – внутренний диаметр 1-го пояса, значение принимаемое по таблице Е.1, графа 4, мм;

$E$  – модуль упругости материала, Па, (для стали  $E = 2,1 \cdot 10^{11}$  Па).

## Д.3 Вычисление вместимости резервуара

Д.3.1 Вместимость резервуара  $V(H)$ , приведенную:

- к стандартной температуре 20 °С вычисляют по формуле

$$V(H)'' = V_t [1 + 2\alpha_{ст} (20 - t_{ст})], \quad (5)$$

где  $t_{ст}$  – температура стенки резервуара, принимаемая по таблице Б.2 (графа 2);  
 $\alpha_{ст}$  – коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара, для стали  
принимают значение:  $12,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ .

## БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Гигиенические нормативы  
ГН 2.2.5.3532-18  
Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, утвержден Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 13.02.2018 г. № 25
- [2] Руководящий документ  
РД-03-20—2007  
Положение об организации обучения и проверки знаний рабочих организаций, поднадзорных федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержден приказом Ростехнадзора от 29.01.2007 № 37