



## Предисловие

1 РАЗРАБОТАНА Федеральным государственным унитарным предприятием  
Всероссийским научно-исследовательским институтом  
расходомерии Государственным научным метрологическим  
центром  
(ФГУП «ВНИИР»)

ИСПОЛНИТЕЛИ: А. В. Кондаков, В. М. Мигранов

2 УТВЕРЖДЕНА ФГУП «ВНИИР» 9 августа 2018 г.

3 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

ЛИСТОВ: 25

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины и определения.....	2
4 Операции поверки .....	4
5 Средства поверки.....	5
6 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности.....	5
7 Условия поверки.....	6
8 Подготовка к проведению поверки .....	6
9 Проведение поверки резервуара методом внутренних измерений с применением сканера.....	7
9.1 Внешний осмотр .....	7
9.2 Измерение базовой высоты резервуара .....	7
9.3 Сканирование внутренней полости резервуара .....	8
9.4 Измерения прочих параметров резервуара .....	8
10 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы ...	8
10.1 Обработка результатов измерений .....	8
10.2 Составление градуировочной таблицы резервуара .....	8
11 Оформление результатов поверки.....	9
Приложение А .....	10
Приложение Б .....	11
Приложение В .....	13
Приложение Г.....	14
Приложение Д.....	16
Приложение Е.....	23
Приложение Ж.....	24
БИБЛИОГРАФИЯ.....	25

# ИНСТРУКЦИЯ

---

Государственная система обеспечения  
единства измерений

**Резервуары стальные вертикальные цилиндрические  
РВС-10000**

**Методика поверки. МП 0821-7-2018**

---

## 1 Область применения

Настоящая методика поверки (далее – методика) распространяется на стальные вертикальные цилиндрические резервуары номинальной вместимостью 10000 м<sup>3</sup> (РВС-10000) АО «ПНТ», предназначенные для измерения объема нефти и нефтепродуктов, а также для их приема, хранения и отпуска при выполнении операции учета нефти и нефтепродукта и устанавливает методику их поверки с применением лазерного-сканирующего устройства.

Межповерочный интервал составляет 5 лет.

## 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, нефтепродуктов. Технические требования

### 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 градуировочная таблица:** Зависимость вместимости от высоты уровня наполнения резервуара при нормированном значении температуры, равной 15 °С или 20 °С.

#### 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 таблице, указано на титульном листе.

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

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

**3.5 номинальная вместимость резервуара:** Вместимость резервуара, соответствующая предельному уровню наполнения его, установленная нормативным документом для конкретного типа резервуара.

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

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

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

**3.9 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.

**3.10 базовая высота резервуара:** Расстояние по вертикали от точки касания днища грузом рулетки до верхнего среза измерительного люка или до риски направляющей планки измерительного люка.

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

**3.15 жидкость при хранении:** Жидкость для хранения которой предназначен резервуар.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.30 **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).

3.31 **3D-моделирование:** Построение трехмерной модели объекта по объединенному («сшитому») облаку точек специализированным программным обеспечением.

3.32 **САПР:** Программное обеспечение, реализующее метод трехмерного геометрического проектирования объекта по заданным точкам.

#### 4 Операции 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 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	9.1
Измерение базовой высоты резервуара	9.2
Сканирование внутренней полости резервуара	9.3

4.3 Поверку резервуаров проводят юридические лица и индивидуальные предприниматели (далее – организация), аккредитованные в установленном порядке на право проведения поверки.

4.4 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 %; при внесении в резервуар конструктивных изменений, влияющих на его вместимость, и после очередного полного технического диагностирования.

## 5 Средства поверки

5.1 При поверке резервуара применяют следующие рабочие эталоны и вспомогательные средства:

5.1.1 Рулетку измерительную с грузом 2-го класса точности с верхним пределом измерений 20 м по ГОСТ 7502.

5.1.2 Рулетку измерительную 2-го класса точности с верхним пределом измерений 20 м по ГОСТ 7502.

5.1.3 Систему лазерную координатно-измерительную сканирующую Surphaser 25HSX IR с диапазоном измерений расстояний от 0,4 до 25 м, с допускаемой средней квадратической погрешностью измерения расстояний:  $\pm 0,3$  мм (до 10 м), с диапазоном сканирования: в горизонтальной плоскости от 0 до 360°, в вертикальной плоскости  $\pm 135^\circ$ ; с программой «Cyclone 8.0», устанавливаемой на персональном компьютере, предназначенной для хранения и обработки измеренных данных.

5.1.4 Вспомогательные средства:

1) Программа САПР AutoCAD 16.

2) Пирометр с диапазоном измерений температуры от минус 65 °С до плюс 180 °С, показателем визирования не менее 1:50, имеющий функцию фокусирования объекта измерений, с пределами допускаемой абсолютной погрешности:  $\pm 2$  °С.

3) Персональный компьютер.

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

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

## 6 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности

6.1 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].

6.2 К проведению работ допускают лиц, изучивших настоящий документ, техническую документацию на резервуар 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.

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

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

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



6.6 Перед началом работ проверяют исправность:

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

## 7 Условия поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- 7.1 Температура окружающего воздуха:.....от 5 °С до 35 °С .
- 7.2 Освещенность внутренней полости резервуара, не менее:..... 200 лк.
- 7.3 Относительная влажность воздуха:.....не более 95 %.
- 7.4 Атмосферное давление.....от 84,0 до 106,7 кПа.

**П р и м е ч а н и е** – Условия окружающей среды должны соответствовать значениям, приведенным в описании типа применяемого эталона (далее – средство измерений).

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

7.6 Резервуар при поверке должен быть порожним.

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

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

## 8 Подготовка к проведению поверки

При подготовке к поверке проводят следующие работы:

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

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

8.3 В сервисном ПО сканера формируют файл проекта записи данных.

8.4 Измеряют параметры окружающего воздуха.

8.5 Проводят измерение температуры стенки резервуара с применением 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.

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

8.6 Получают следующие документы, выданные соответствующими службами владельца резервуара:

- акт на зачистку резервуара;
- заключение лаборатории о состоянии воздуха внутри резервуара, о соответствии концентрации вредных веществ нормам ГОСТ 12.1.005;
- наряд-допуск на проведение работ с повышенной опасностью.

## 9 Проведение поверки резервуара методом внутренних измерений с применением сканера

### 9.1 Внешний осмотр

9.1.1 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;
- исправность лестниц и перил;
- чистоту внутренней поверхности резервуара.

9.1.2 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.

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

### 9.2 Измерение базовой высоты резервуара

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

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

9.2.2 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 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 %.

Если это условие не выполняется, то проводят повторное измерение базовой высоты при уровне наполнения резервуара, отличающимся от 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 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.

### 9.3 Сканирование внутренней полости резервуара

При проведении сканирования внутренней полости резервуара проводят следующие операции.

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

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

9.3.2 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 обеспечить видимость с каждой станции сферической марки (рисунок А.2).

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

9.3.4 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.

### 9.4 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.

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

## 10 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы

### 10.1 Обработка результатов измерений

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

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

### 10.2 Составление градуировочной таблицы резервуара

10.2.1 Градуировочную таблицу составляют, с шагом  $\Delta H_{и} = 1$  см или шагом  $\Delta H_{и} = 1$  мм (при необходимости по согласованию с Заказчиком), начиная с исходного

уровня (уровня, соответствующего высоте «мертвой» полости  $H_{мп}$ ) и до предельного уровня  $H_{пр}$ , равного суммарной высоте поясов резервуара.

10.2.2 Вместимость резервуара, соответствующую уровню жидкости  $H$ ,  $V(H)$ , вычисляют:

- при приведении к стандартной температуре 15 °С – по формуле (Д.3);
- при приведении к стандартной температуре 20 °С – по формуле (Д.4).

**П р и м е ч а н и я**

1 Значение температуры, к которой приведены данные градуировочной таблицы, согласовываются с Заказчиком;

2 Значение температуры указано на титульном листе градуировочной таблицы.

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

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

10.2.5 При составлении градуировочной таблицы значения вместимости округляют до 1 дм<sup>3</sup>.

10.2.6 Обработку результатов измерений проводят с помощью программного обеспечения.

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

## **11 Оформление результатов поверки**

11.1 Результаты поверки резервуара оформляют свидетельством о поверке.

11.2 К свидетельству о поверке прикладывают:

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

11.3 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 поверки.

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

11.4 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)

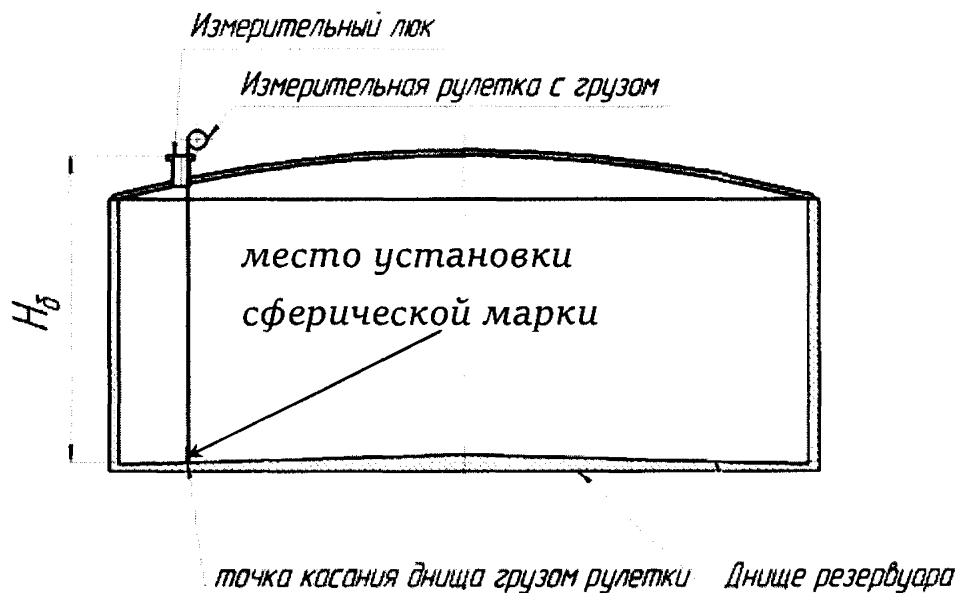
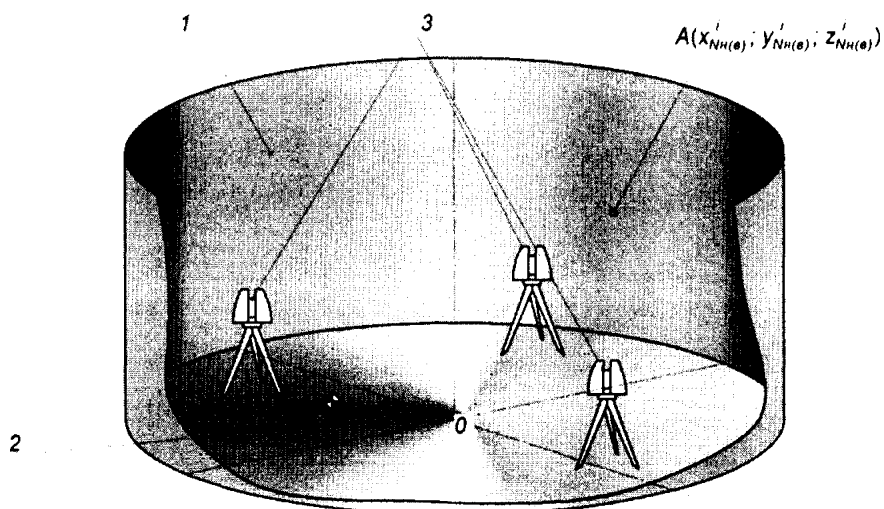


Рисунок А.1 – Схема измерения базовой высоты резервуара и эталонного расстояния уровнемера



1 – внутренняя полость резервуара; 2 – точка установки сферической марки в точке касания дна груза 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	Рабочие эталоны 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 $\rho_{жх}$ , 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		

Должности

Подписи и знак поверки

Инициалы, фамилии

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

(рекомендуемое)

### Форма акта измерений базовой высоты резервуара

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель предприятия - владельца  
резервуара (директор, гл. инженер)

АКТ

измерений базовой высоты резервуара

от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Составлен в том, что комиссия, назначенная приказом по \_\_\_\_\_  
наименование

\_\_\_\_\_, в составе председателя \_\_\_\_\_  
предприятия - владельца резервуара

\_\_\_\_\_ и членов: \_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия инициалы, фамилия

провела контрольные измерения базовой высоты резервуара стального вертикального  
цилиндрического РВС-\_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

при температуре окружающего воздуха \_\_\_\_\_ °С.

Измерения проведены рулеткой типа \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ со сроком  
действия поверки до «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Результаты измерений представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

В миллиметрах

Базовая высота резервуара		Уровень жидкости в резервуаре
Среднее арифметическое значение результатов двух измерений $(H_6)_k$	Значение базовой высоты, установленное при поверке резервуара $(H_6)_n$	
1	2	3

Относительное изменение базовой высоты резервуара  $\delta_6$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta_6 = \frac{(H_6)_k - (H_6)_n}{(H_6)_n} \cdot 100, \text{ где значения величин } (H_6)_k, (H_6)_n, \text{ приведены в 1-й, 2-й графах.}$$

Вывод – требуется (не требуется) внеочередная поверка резервуара.

Председатель комиссии

\_\_\_\_\_ инициалы, фамилия  
подпись

Члены комиссии:

\_\_\_\_\_ инициалы, фамилия  
подпись

\_\_\_\_\_ инициалы, фамилия  
подпись



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

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА  
на резервуар стальной вертикальный цилиндрический

РВС \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Организация \_\_\_\_\_

Данные соответствуют стандартной температуре 15 °С (20 °С)  
*(ненужное удалить)*

Погрешность определения вместимости \_\_\_ %

Срок очередной поверки \_\_\_\_\_

Поверитель

\_\_\_\_\_   
подпись

М.П.

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

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

Г.2 Форма градуировочной таблицы резервуара<sup>1)</sup>

Лист \_\_\_ из \_\_\_\_\_

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

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

Уровень наполнения, см	Вместимость, м <sup>3</sup>	Средний коэффициент вместимости, м <sup>3</sup> /мм	Уровень наполнения, см	Вместимость, м <sup>3</sup>	Средний коэффициент вместимости, 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>2)</sup>

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

<sup>1)</sup> Форма градуировочной таблицы не подлежит изменению

<sup>2)</sup> Заполняют по согласованию с Заказчиком

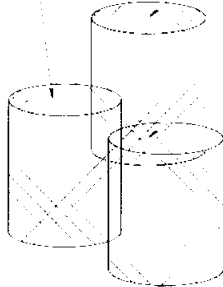
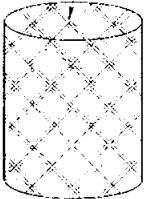
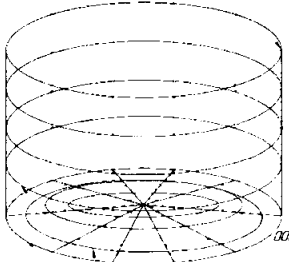
## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

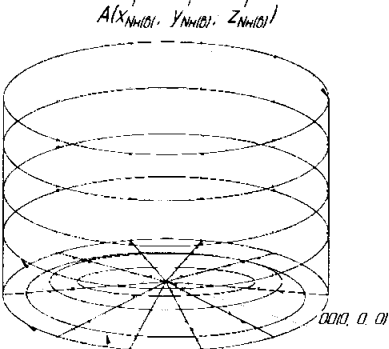
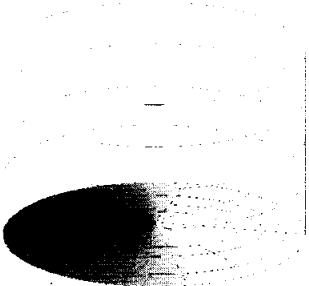
### Алгоритм обработки результатов измерений при применении сканера и функциональные требования к программному обеспечению (ПО)



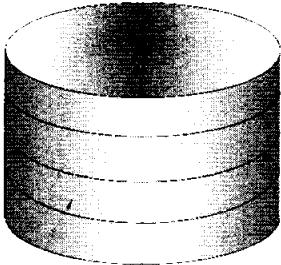
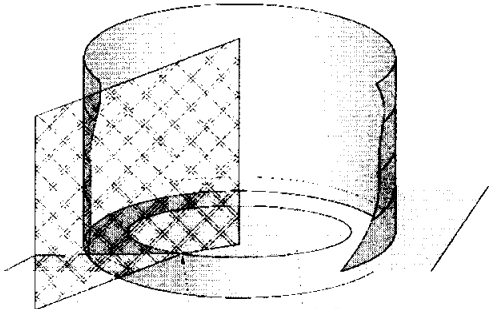
Т а б л и ц а Д.1

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 разрезание 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_{нмi}, Y_{нмi}, Z_{нмi})</math></p>  <p>сплайны по узловым точкам</p>

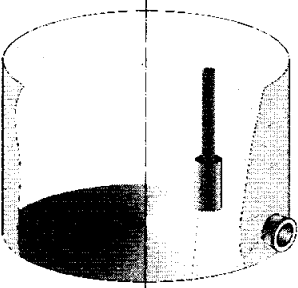
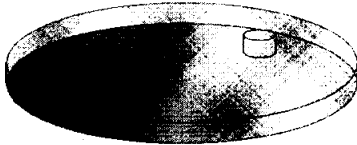
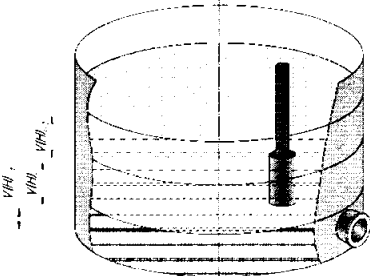
продолжение таблицы Д.1

<p>Этап 4 Построение сплайнов по узловым точкам</p>	<p>САПР/3D эскиз/узловые точки или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	 <p><i>сплайны по узловым точкам</i></p>
<p>Этап 5 Формирование поверхности днища</p>	<p>САПР/3D эскиз/сплайны на днище или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	 <p><i>поверхность днища резервуара</i></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 с рулеткой</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><i>внутренняя деталь</i></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{МТ}}</math></p>
<p>Этап 10 Измерения посантиметровой вместимости резервуара</p>	<p>ПО формирования градуировочной таблицы</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 посантиметровой вместимости к стандартной температуре 15 °С или 20 °С	Формулы (Д.3) или (Д.4) соответственно, или ПО формирования градуировочной таблицы	Приведенное значение посантиметровой вместимости к стандартной температуре 15 °С или 20 °С
Этап 13 Формирование градуировочной таблицы и протокола измерений	ПО формирования градуировочной таблицы	Оформленная градуировочная таблица 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

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

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 поверяемого резервуара, вычисляемый по формуле

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

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 15 °С вычисляют по формуле

$$V(H)' = V_t [1 + 2\alpha_{ст} (15 - t_{ст})]; \quad (Д.3)$$

- к стандартной температуре 20 °С вычисляют по формуле

$$V(H)'' = V_t [1 + 2\alpha_{ст} (20 - t_{ст})], \quad (Д.4)$$

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:  $12,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{С}$ .

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(справочное)

Форма журнала обработки результатов измерений

ЖУРНАЛ

обработки результатов измерений

Е.1 Вычисление внутренних диаметров и высот поясов

Т а б л и ц а Е.1 – Вычисление внутренних диаметров

В миллиметрах

№ пояса	Диаметры поясов $D_i^k$	Высота пояса $H_i$
1		
2		
...		
$k$		

Е.2 Вычисление параметров резервуара

Т а б л и ц а Е.2 – Вычисление параметров резервуара

Наименование параметра	Вычисление (значение) параметра	№ формулы
Степень наклона $\eta$		
Вычисление угла направления наклона резервуара $\varphi$ , град		
Базовая высота $H_6$ , мм		
Высота исходного уровня $H_{и}$ , мм		
Исходный уровень $H_{и}$ , мм		
Высота точки касания днища грузом рулетки с учетом наклона резервуара $f_{л}$ , мм		
Высота «мертвой» полости $H_{мп}$ , мм		
Вместимость «мертвой» полости $V_{мп}$ , м <sup>3</sup>		

Вычисление провел

(должность)

(подпись)

(расшифровка)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж  
(обязательное)

**Требования к точности измерений параметров резервуара**

Ж.1 Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуара приведены в таблице Ж.1.

Т а б л и ц а Ж.1

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

Ж.2 Погрешность определения вместимости резервуаров РВС-10000, при соблюдении требований таблицы Ж.1, находится в пределах  $\pm 0,10$  %

## 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, утверждено приказом Ростехнадзора от 29.01.2007 № 37