

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии»
Государственный научный метрологический центр
ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по

развитию



А. С. Тайбинский

«9» августа 2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Резервуары стальные вертикальные цилиндрические РВС-10000

Методика поверки

МП 0821-7-2018

Начальник ИИО-7

Кондаков А. В.

Тел. (843) 272-62-75; 272-54-55

Казань 2018 г.

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 м³ (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.

П р и м е ч а н и я

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 η , выражаемая через тангенс угла наклона вертикальной оси резервуара к горизонтальной плоскости, рассчитываемая по формуле

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

где β – 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: ± 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/м³, 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 дм³.

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)

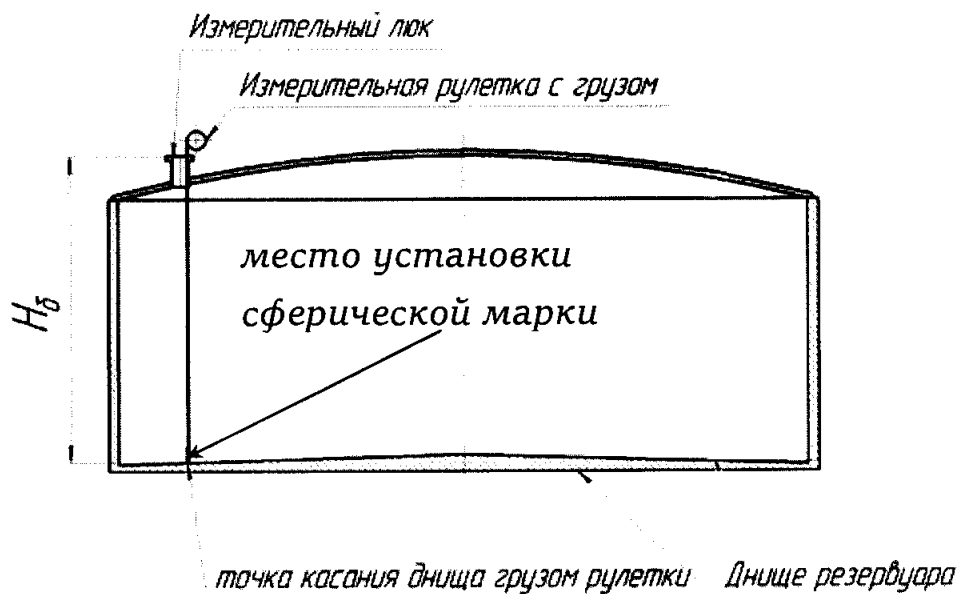
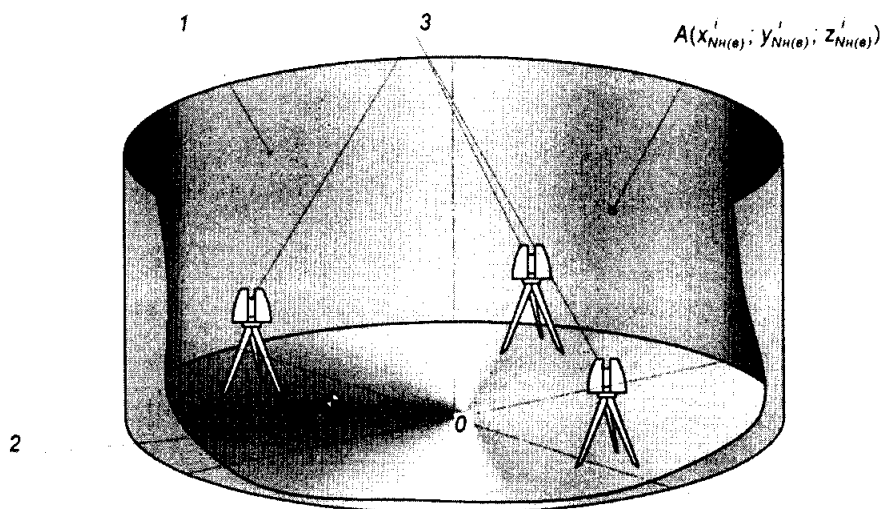


Рисунок А.1 – Схема измерения базовой высоты резервуара и эталонного расстояния уровнемера



1 – внутренняя полость резервуара; 2 – точка установки сферической марки в точке касания дна 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	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

Температура, °C				Загазованность, мг/м³
воздуха	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 ³
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 δ_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 таблицы¹⁾

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

¹⁾ Форма титульного листа не подлежит изменению

Г.2 Форма градуировочной таблицы резервуара¹⁾

Лист ____ из ____

Организация _____

Резервуар № _____

Место расположения _____

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

Уровень наполнения, см	Вместимость, м ³	Средний коэффициент вместимости, м ³ /мм	Уровень наполнения, см	Вместимость, м ³	Средний коэффициент вместимости, м ³ /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 резервуара²⁾

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

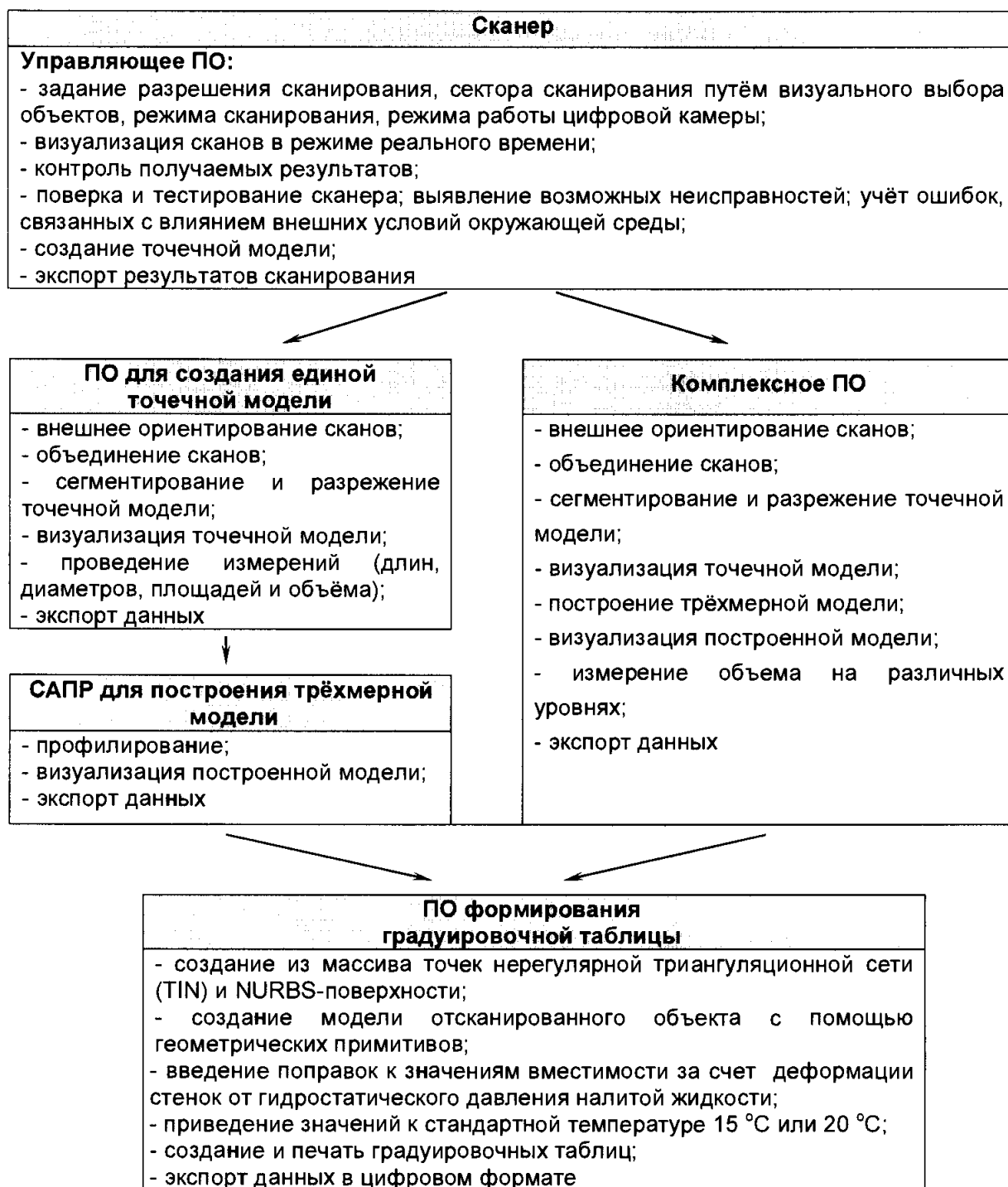
¹⁾ Форма градуировочной таблицы не подлежит изменению

²⁾ Заполняют по согласованию с Заказчиком

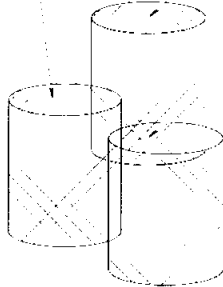
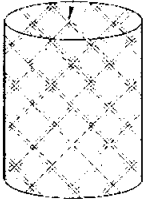
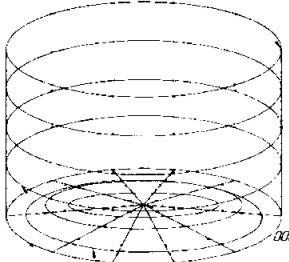
ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

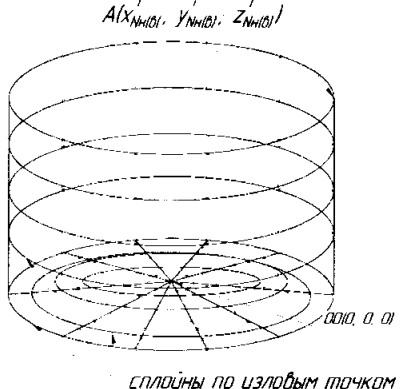
Алгоритм обработки результатов измерений при применении сканера и функциональные требования к программному обеспечению (ПО)



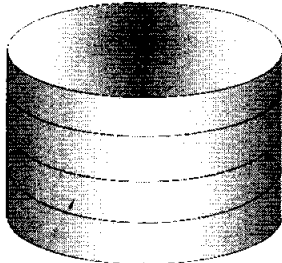
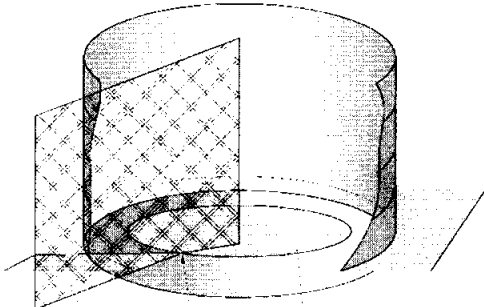
Т а б л и ц а Д.1

Наименование этапа	Объект реализации/режим/параметры	Результат
Этап 1 - внешнее ориентирование сканов; - объединение сканов;	ПО для создания единой точечной модели	$A_1(X_{A1}, Y_{A1}, Z_{A1})$ $A_2(X_{A2}, Y_{A2}, Z_{A2})$ $A_3(X_{A3}, Y_{A3}, Z_{A3})$ 
Этап 2 - сегментирование и разрежение точечной модели; - визуализация точечной модели	ПО для создания единой точечной модели	$A_0(X_0, Y_0, Z_0)$ 
Этап 3 создание из массива точек нерегулярной триангуляционной сети (TIN) и NURBS-поверхности	САПР/3D эскиз/узловые точки или ПО формирования градуировочной таблицы	$A(X_{нуд}, Y_{нуд}, Z_{нуд})$  сплайны по узловым точкам

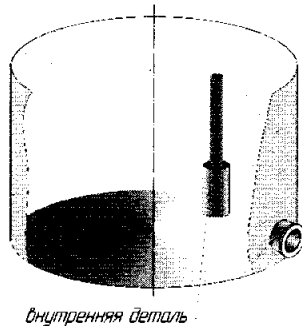
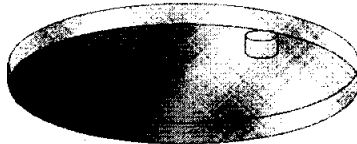
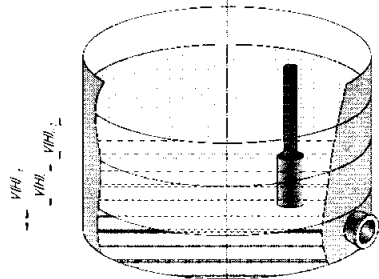
продолжение таблицы Д.1

Этап 4 Построение сплайнов по узловым точкам	САПР/3D эскиз/узловые точки или ПО формирования градуировочной таблицы	 сплайны по узловым точкам
Этап 5 Формирование поверхности днища	САПР/3D эскиз/сплайны на днище или ПО формирования градуировочной таблицы	 поверхность днища резервуара

продолжение таблицы Д.1

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

продолжение таблицы Д.1

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

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

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

где H_1, δ_1 – высота уровня и толщина стенки первого пояса;

H_k, δ_k – высота уровня и толщина k -го вышестоящего пояса;

k – номер наполненного пояса;

A_2 – постоянный коэффициент для поверяемого резервуара, вычисляемый по формуле

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

где g – ускорение свободного падения, м/с^2 ($g = 9,8066 \text{ м/с}^2$);

$\rho_{ж.х}$ – 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: $12,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$.

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 η		
Вычисление угла направления наклона резервуара φ , 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_d , мм		
Высота «мертвой» полости $H_{мп}$, мм		
Вместимость «мертвой» полости $V_{мп}$, м ³		

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	± 5
Измерение расстояний, мм	± 5
Температура стенки резервуара, °С	± 2
Объем внутренних деталей, м ³	$\pm (0,025 - 0,25)$

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 |