

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

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

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
развитию



А. С. Тайбинский

«09» сентября 2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

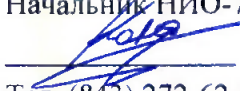
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**Резервуары стальные вертикальные цилиндрические
теплоизолированные РВС-40000**

Методика поверки

МП 0841-7-2018

Начальник НИО-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» 10 сентября 2018 г.

3 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

ЛИСТОВ: 26

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	9
11 Оформление результатов поверки.....	9
Приложение А	11
Приложение Б	12
Приложение В	14
Приложение Г	15
Приложение Д.....	17
Приложение Е.....	24
Приложение Ж.....	25
БИБЛИОГРАФИЯ.....	26

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения
единства измерений

**Резервуары стальные вертикальные цилиндрические
теплоизолированные РВС-40000**

Методика поверки. МП 0841-7-2018

1 Область применения

Настоящая методика поверки (далее – методика) распространяется на стальные вертикальные цилиндрические теплоизолированные резервуары, номинальной вместимостью 40000 м³ (РВС-40000) АО «Усть-Луга Ойл», предназначенные для измерения объема нефтепродуктов, а также для их приема, хранения и отпуска при выполнении операции учета 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 резервуар стальной вертикальный цилиндрический теплоизолированный: Резервуар стальной вертикальный цилиндрический, наружная поверхность которого покрыта слоем теплоизоляции.

3.3 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.

3.4 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 среза измерительного люка или до риски направляющей планки измерительного люка.

3.12 эталонная точка резервуара: Верхний срез фланца измерительного люка резервуара или риски на 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 резервуар или рассчитанный.

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 резервуар.

3.17 исходный уровень: Уровень жидкости в резервуаре, 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 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.

3.24 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 оборудования.

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

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, 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 $\Delta H_{\text{и}} = 1$ см или шагом $\Delta H_{\text{и}} = 1$ мм (при необходимости по согласованию с Заказчиком), начиная с исходного уровня (уровня, соответствующего высоте «мертвой» полости $H_{\text{мп}}$) и до предельного уровня $H_{\text{пр}}$, 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 $H_{\text{мп}}$, 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)

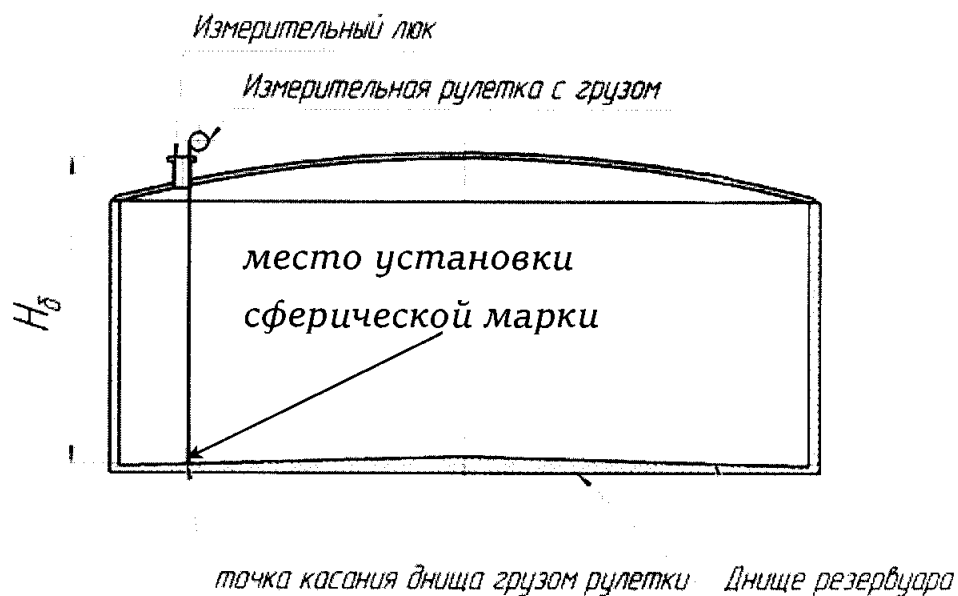
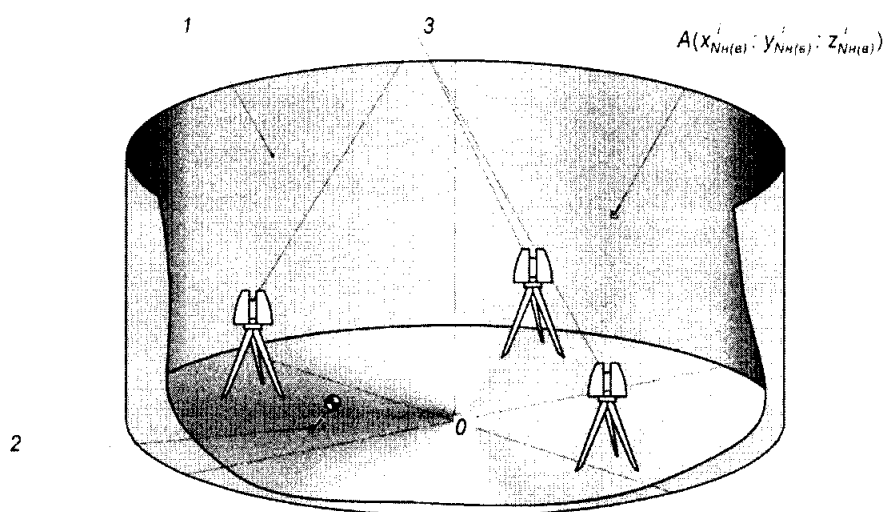


Рисунок А.1 – Схема измерения базовой высоты резервуара и эталонного расстояния уровня



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 теплоизолированного 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

_____ подпись _____ инициалы, фамилия

Члены комиссии:

_____ подпись _____ инициалы, фамилия

_____ подпись _____ инициалы, фамилия

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 теплоизолированный

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		...	
...		$H_{мп}$	

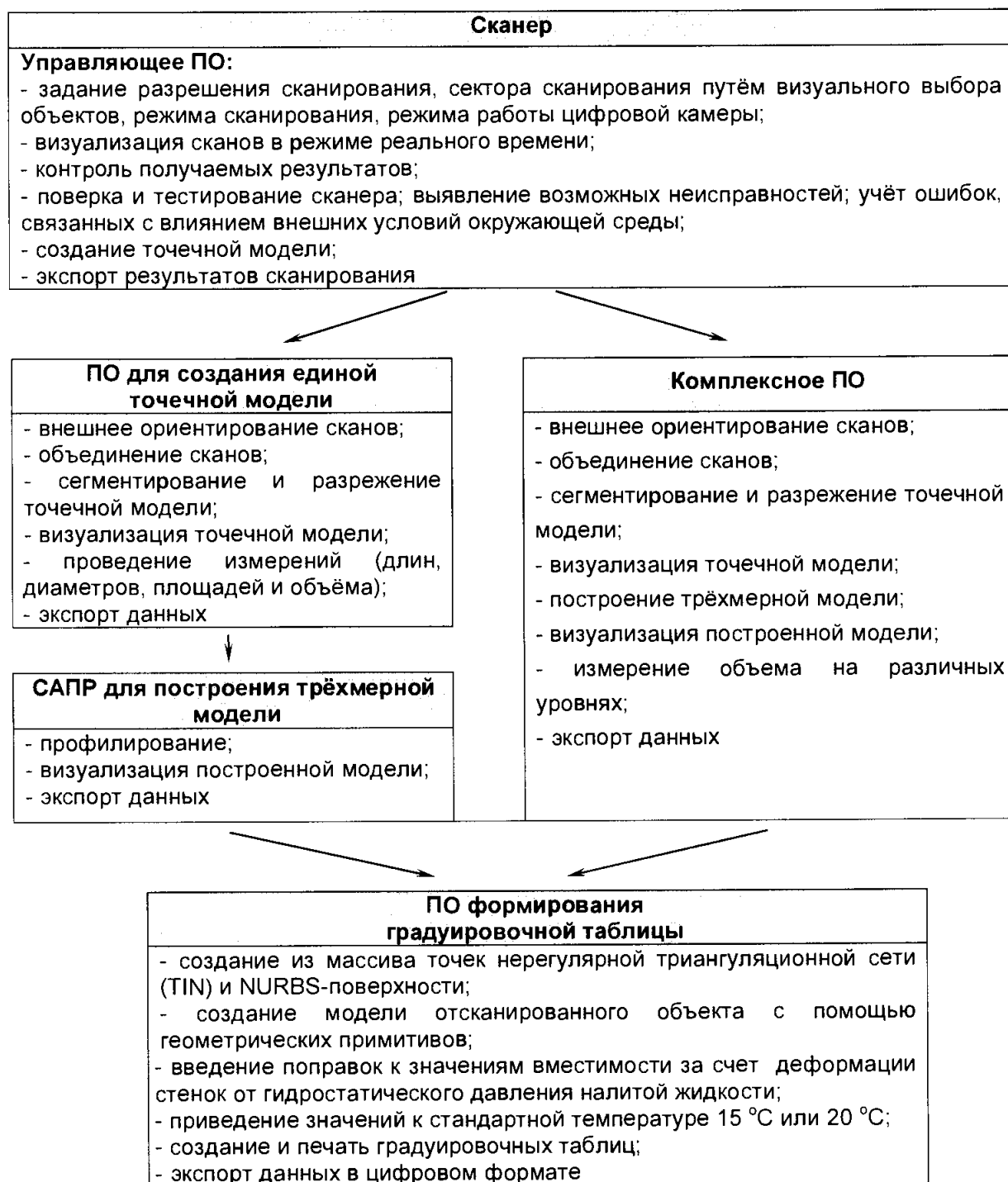
¹⁾ Форма градуировочной таблицы не подлежит изменению

²⁾ Заполняют по согласованию с Заказчиком

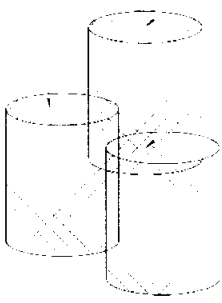
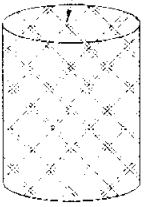
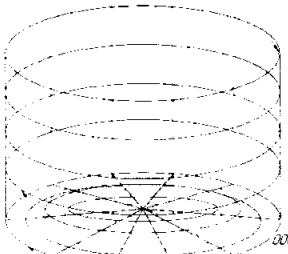
ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

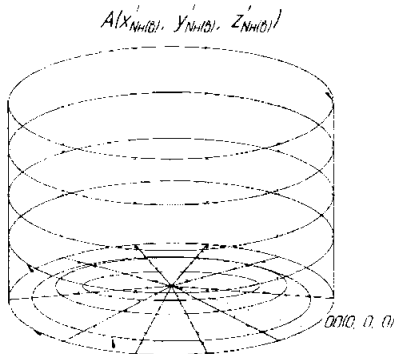
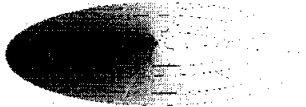
Алгоритм обработки результатов измерений при применении сканера и функциональные требования к программному обеспечению (ПО)



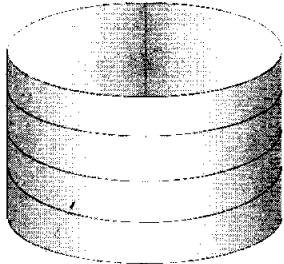
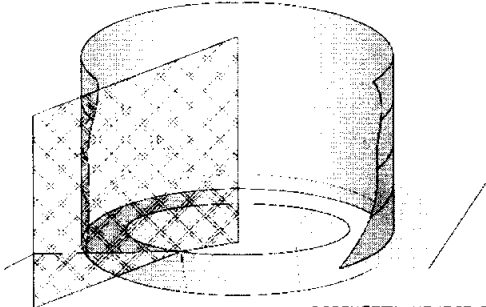
Т а б л и ц а Д.1

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	$A(X_{n00}, Y_{n00}, Z_{n00})$  сплайны по узловым точкам

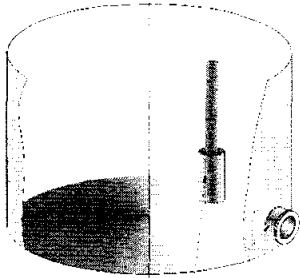
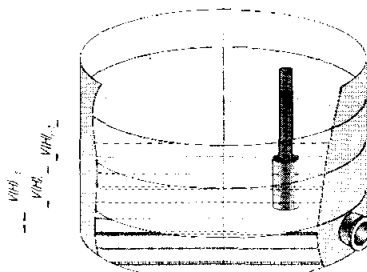
продолжение таблицы Д.1

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 дна	САПР/3D эскиз/сплайны на дне или ПО формирования градуировочной таблицы	 поверхность дна 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 дна грузом рулетки</i> <u><i>плоскость А</i></u>

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	 $V_{\text{м.п.}}$
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

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

где H_1, 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

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

где g – ускорение свободного падения, m/c^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

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

- к стандартной температуре 20 °С вычисляют по формуле

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

где $t_{\text{ст}}$ – температура стенки резервуара, принимаемая по таблице Б.2 (графа 2);

$\alpha_{\text{ст}}$ – коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара, для стали принимают значение: $12,5 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$.

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 $f_{л}$, 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, °C	± 2
Объем внутренних деталей, м ³	$\pm (0,025 - 0,25)$

Ж.2 Погрешность определения вместимости резервуаров РВС-40000, 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 |