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

«25» октября 2019 г.

# ИНСТРУКЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**Резервуар стальной горизонтальный цилиндрический**

**РГС-12,5**

Методика поверки

**МП 1026-7-2019**

Начальник НИО-7

Кондаков А. В.

Тел. (843) 272-62-75; 272-54-55

**Казань 2019 г.**

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

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

ИСПОЛНИТЕЛИ: В. М. Мигранов

2 УТВЕРЖДЕНА ФГУП «ВНИИР» 16 октября 2019 г.

3 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

Содержание

Стр.

**1 Область применения** ..... **4**

**2 Нормативные ссылки** ..... **4**

**3 Термины и определения** ..... **5**

**4 Операции поверки** ..... **6**

**5 Средства поверки** ..... **6**

**6 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности** ..... **7**

**7 Условия поверки** ..... **7**

**8 Подготовка к проведению поверки** ..... **8**

**9 Проведение поверки резервуара** ..... **8**

9.1 Внешний осмотр ..... 8

9.2 Измерения базовой высоты резервуара ..... 8

9.3 Сканирование внутренней полости резервуара ..... 9

**10 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы** ..... **9**

10.1 Обработка результатов измерений ..... 9

10.2 Составление градуировочной таблицы резервуара ..... 10

**11 Оформление результатов поверки** ..... **10**

Приложение А ..... 11

Приложение Б ..... 13

Приложение В ..... 14

Приложение Г ..... 15

Приложение Д ..... 17

Приложение Е ..... 21

БИБЛИОГРАФИЯ ..... 22

Государственная система обеспечения единства измерений

# Резервуар стальной горизонтальный цилиндрический РГС-12,5. Методика поверки. МП 1026-7-2019

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая инструкция распространяется на резервуар стальной горизонтальный цилиндрический РГС-12,5, номинальной вместимостью 12,5 $м^3$, предназначенный для измерения объема нефти и нефтепродуктов, а также для их приема, хранения и отпуска и устанавливает методику первичной, периодической и внеочередной поверок геометрическим методом с применением лазерного сканера.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей инструкции использованы ссылки на следующие стандарты:

| | |
|---|---|
| ГОСТ 12.0.004-2015 | Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения |
| ГОСТ 12.1.005-88 | Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны |
| ГОСТ 12.4.087-84 | Система стандартов безопасности труда. Строительство. Каски строительные. Технические условия |
| ГОСТ 12.4.137-2001 | Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия |
| ГОСТ 12.4.310-2016 | Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты работающих от воздействия нефти, нефтепродуктов. Технические требования |
| ГОСТ 28243-96 | Пирометры. Общие технические требования |
| ГОСТ 7502-98 | Рулетки измерительные металлические. Технические условия |

## 3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей инструкции применяют следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 **резервуар стальной горизонтальный цилиндрический**: Металлический цилиндрический сосуд, горизонтально расположенный подземный с усечено-коническими днищами, применяемый для хранения и измерения объема нефти и нефтепродукта (приложение А, рисунок А.1).

3.2 **базовая высота резервуара**: Расстояние по вертикали от точки касания обечайки резервуара грузом рулетки до риски в измерительном люке (приложение А, рисунок А.2).

3.3 **плоскость начала отсчета**: Горизонтальная плоскость, проходящая через точку на обечайке резервуара, которой касается груз измерительной рулетки при измерении базовой высоты.

3.4 **высота «мертвой» полости**: Расстояние по вертикали от плоскости начала отсчета до нижнего среза патрубка выдачи.

3.5 **«мертвая» полость резервуара**: Нижняя часть резервуара, из которой нельзя осуществить отпуск (прием) жидкости, используя стационарный патрубок выдачи.

3.6 **исходный уровень**: Уровень жидкости в резервуаре, соответствующий плоскости начала отсчета.

3.7 **обечайка**: Внутренняя поверхность резервуара за исключением днищ (переднего, заднего).

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

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

3.10 **посантиметровая вместимость резервуара**: Вместимость резервуара, соответствующая уровню налитых в него доз жидкости, приходящихся на 1 см высоты наполнения.

3.11 **предельный уровень наполнения:** Уровень $H_{пр}$ определения посантиметровой вместимости, соответствующий расстоянию по вертикали от точки касания обечайки резервуара грузом рулетки до верхней образующей резервуара.

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

3.13 **градуировочная таблица:** Зависимость вместимости от уровня наполнения резервуара при стандартной температуре, 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, которому соответствуют данные в градуировочной таблицы указано на титульном листе.

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

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

3.16 **станция**: Место установки сканера во время проведения измерений.

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

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

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

3.20 **3D-моделирование**: Построение трехмерной модели объекта, по объединенному («сшитому») облаку точек специализированным программным комплексом.

## 4 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

4.1 Поверку резервуара проводят по результатам внутренних измерений геометрических параметров лазерно-сканирующим устройством (далее – сканер).

4.2 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.

При выполнении измерений геометрических параметров внутренней полости резервуара выполняют следующие операции, указанные в таблице 1. Требования к погрешности измерений параметров резервуара указаны в таблице Е.1 (приложение Е.)

Таблица 1

| Наименование операции | Номер пункта |
|---|---|
| Внешний осмотр | 9.1 |
| Измерение базовой высоты резервуара | 9.2 |
| Сканирование внутренней полости резервуара | 9.3 |

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

4.4 Устанавливают следующие виды поверок резервуара:

- первичную, которую проводят после строительства резервуара перед его вводом в эксплуатацию и капитального ремонта;

- периодическую, которую проводят по истечению срока действия градуировочной таблицы и при внесении в резервуар конструктивных изменений, влияющих на его вместимость;

- внеочередную поверку – проводят при изменении значений базовой высоты резервуара более чем на 0,1 % по результатам ежегодных её измерений.

Первичную поверку резервуара проводят после их гидравлических испытаний.

4.5 Интервал между поверками - 5 лет.

## 5 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При поверке резервуара применяют следующие рабочие эталоны и вспомогательные средства.

5.1 Рулетку измерительную с грузом 2-го класса точности с верхним пределом измерений 30 м по ГОСТ 7502-98.

5.2 Сканер с верхним значением диапазона измерений не менее 20 м и пределами допускаемой абсолютной погрешности во всем диапазоне измерений не более ± 2 мм,

Применяемое ПО - 3DReshaper или аналогичное программное обеспечение [1].

5.3 Термометр (пирометр) инфракрасный с диапазоном измерений температуры поверхности от минус 10 °С до плюс 65 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 2 °С.

5.4 Вспомогательные средства:

- анализатор-течеискатель типа АНТ-3М;
- программа САПР AutoCAD 16.

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

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

## 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 в качестве поверителя в установленном порядке.

6.2 К проведению работ допускаются лица, изучившие настоящую инструкцию, техническую документацию на резервуар и его конструкцию и прошедших инструктаж по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-2015.

6.3 Лица, проводящие работы, используют спецодежду по ГОСТ 12.4.310-2016, спецобувь по ГОСТ 12.4.137-2001, строительную каску по ГОСТ 12.4.087-84.

6.4 Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе, измеренная газоанализатором вблизи или внутри танка на высоте 2000 мм, не должна превышать ПДК, определенной по ГОСТ 12.1.005-88 и соответствовать гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.3532.

6.5 При необходимости для дополнительного освещения при проведении измерений параметров резервуара применяют переносные светильники.

6.6 Перед началом работ проверяют исправность лестниц, перил и помостов с ограждениями.

## 7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

7.1 Температура окружающего воздуха: от плюс 5 °С до плюс 35 °С.

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

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

7.4 Резервуар должен быть порожним.

7.5 Загазованность в воздухе вблизи или внутри резервуара не более ПДК вредных веществ, установленных по ГОСТ 12.1.005-88 и соответствующей гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.1313-03 [2].

7.6 При поверке резервуара измеряют его линейные физические величины (далее – величина или параметр). Число измерений каждой величины – не менее двух. Среднее арифметическое значение результатов двух измерений принимают за действительное значение линейной величины.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

8.1 При подготовке к поверке проводят следующие работы:

- изучают техническую документацию на резервуар, рабочие эталоны и вспомогательные средства;
- подготавливают их, согласно технической документации на них, утвержденной в установленном порядке;
- измеряют температуру внутренней поверхности обечайки резервуара пирометром;
- измеряют переносным газоанализатором состояние воздуха внутри резервуара.

8.2 Результаты измерений вносят в протокол, форма которого приведена в таблице Б.2 (приложение Б).

8.3 При проведении периодической (внеочередной) поверки получают следующие документы, выданные соответствующими службами владельца резервуара:

- акт на зачистку резервуара;
- наряд-допуск на проведение работ с повышенной опасностью.

## 9 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ РЕЗЕРВУАРА

### *9.1 Внешний осмотр*

9.1.1 При внешнем осмотре резервуара проверяют:

- соответствие конструкции и внутренних деталей резервуара технической документации (паспорту, технологической карте на резервуар);
- исправность лестниц и перил;
- чистоту внутренней поверхности резервуара.

### *9.2 Измерения базовой высоты резервуара*

9.2.1 Базовую высоту резервуара $H_б$ измеряют измерительной рулеткой с грузом не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно превышать более 2 мм (приложение А, рисунок А.2).

Фиксируют мелом точку касания обечайки резервуара грузом рулетки.

9.2.2 Результаты измерений базовой высоты $H_б$ с указанием места отсчета вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.3).

9.2.3 Базовую высоту измеряют ежегодно. Ежегодные измерения базовой высоты резервуара проводит комиссия, назначенная приказом руководителя предприятия - владельца резервуара, в состав которой должен быть включен специалист, прошедший курсы повышения квалификации по поверке и калибровке резервуара.

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

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

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

9.2.4 При изменении базовой высоты по сравнению с ее значением, установленным при поверке резервуара, более чем на 0,1 % устанавливают причину и устраняют ее. При отсутствии возможности устранения причины проводят внеочередную поверку резервуара.

***9.3 Сканирование внутренней полости резервуара***

При проведении сканирования внутренней поверхности 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 место их расположения, обеспечивающих исключение не просканированного пространства (теней).

Количество станций должно быть не менее двух.

9.3.3 Сканирование проводят последовательно с каждой станции (приложение А, рисунок А.3) 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.

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

## 10 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И СОСТАВЛЕНИЕ ГРАДУИРОВОЧНОЙ ТАБЛИЦЫ

***10.1 Обработка результатов измерений***

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

Обработку результатов измерений при поверке проводят в следующей последовательности.

10.1.1 Файлы данных измерений экспортируют в прикладное программное обеспечение «Cyclone 8.0» по 5.2.1.3.

10.1.2 Проводят сшивку облаков точек.

10.1.3 По сшитому облаку точек создают 3D модель.

10.1.4 3D модель экспортируют в AutoCAD с учетом степени наклона, значение которого указано в таблице Б.5.

10.1.5 В 3D модели проводят измерения параметров:

а) высоту предельного уровня наполнения резервуара $H_{пр}$, мм;

б) высоту «мертвой» полости $H_{МП}$, мм, как расстояние по вертикали от плоскости начала отсчета до нижней образующей расходного патрубка.

Значение мертвой полости $H_{МП}$, мм, также указывается на титульном листе градуировочной таблицы.

10.1.6 Проводят сечение поверхностями в горизонтальной плоскости с шагом 10 мм от точки касания обечайки грузом рулетки до предельного уровня $H_{пр}$, принимаемого по таблице Б.4.

В каждом сечении определяют объем $V_m$, м$^3$, встроенными функциями AutoCAD.

10.1.7 К значениям посантиметровой вместимости вносят поправку на температурное расширение обечайки резервуара по формуле (Д.1), в зависимости от температуры приведения (20 °С или 15 °С) с учетом формул (Д.2) или (Д.3), соответственно.

Значение стандартной температуры, которому соответствует градуировочная таблица, указывается на её титульном листе.

***10.2 Составление градуировочной таблицы резервуара***

10.2.1 Градуировочную таблицу составляют, с шагом $\Delta H$ = 1 см, начиная от плоскости, принятой за начало отсчета, до предельного уровня наполнения $H_{пр}$, с учетом поправки на температурное расширение стенки резервуара.

## 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 поверки (оригинал прикладывают к первому экземпляру градуировочной таблицы).

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

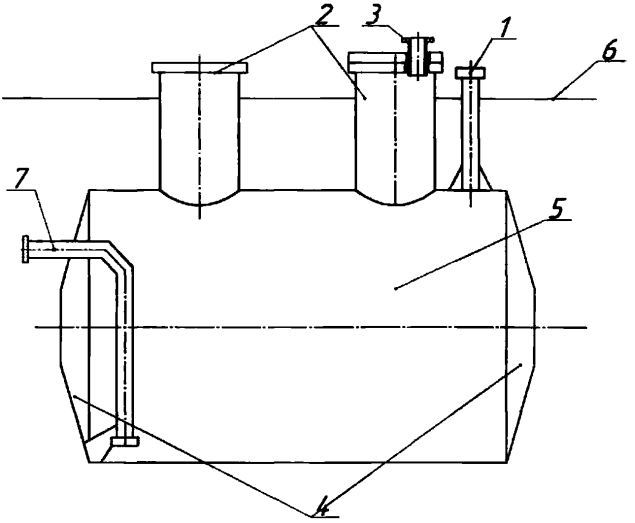
Форма акта ежегодных измерений базовой высоты резервуара приведена в приложении В.

Протокол поверки подписывает поверитель и лица, участвующие при проведении поверки резервуара.

Титульный лист и последнюю страницу градуировочной таблицы подписывает поверитель.

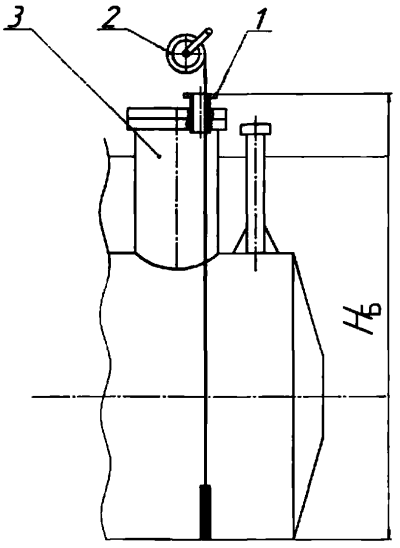
11.4 Градуировочную таблицу утверждает руководитель или уполномоченное лицо организации, аккредитованной на право проведения поверки.

## Приложение А



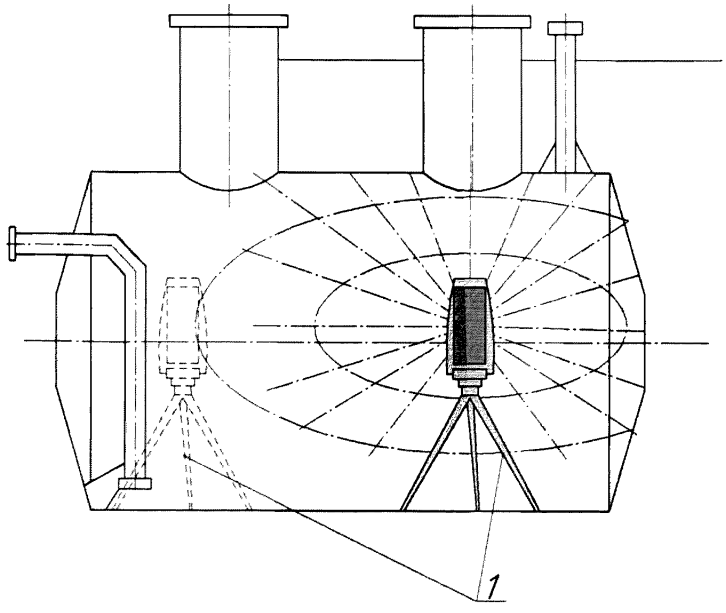

1 – направляющая труба уровнемера; 2 – горловина; 3 – измерительный люк; 4 – усеченно-коническое днище; 5 – внутренняя поверхность резервуара; 6 – поверхность земли; 7 – расходный патрубок

Рисунок А.1 – Общий вид резервуара РГС-12,5



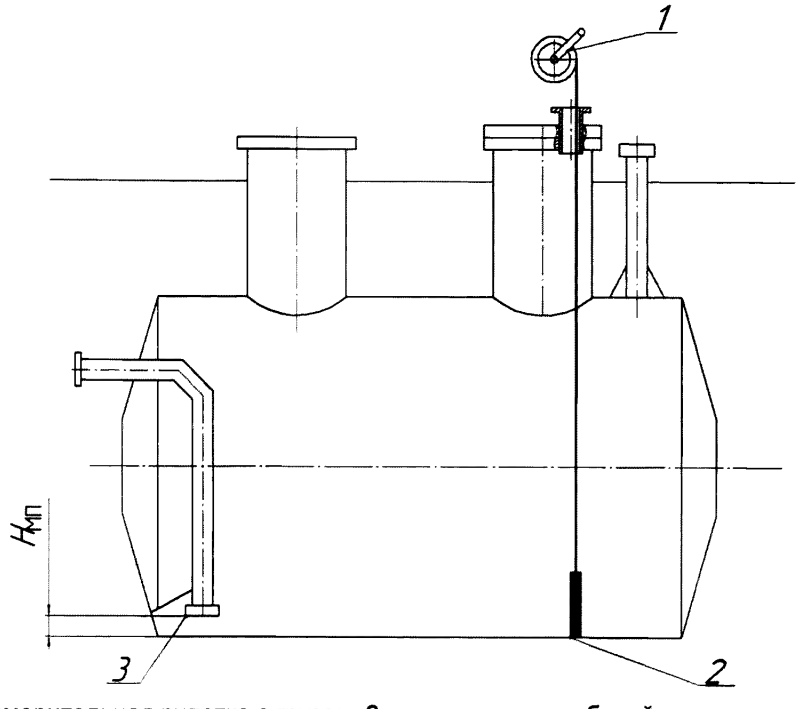

1 – измерительный люк; 2 – измерительная рулетка с грузом; 3 – горловина резервуара

Рисунок А.2 – Схема измерений базовой высоты




1 – точки стояния станций съемки

Рисунок А.3 – Схема измерений внутренней полости резервуара




1 – измерительная рулетка с грузом; 2 – точка касания обечайки грузом рулетки;
3 – расходный патрубок; $H_{мп}$ – высота «мертвой» полости резервуара

Рисунок А.4 – Схема измерений высоты мертвой полости

## Приложение Б
(обязательное)

Форма протокола поверки резервуара

ПРОТОКОЛ

поверки резервуара геометрическим методом с применением сканера

Таблица 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 поверки | Рабочие эталоны и вспомогательные средства |
|---|---|
| 7 | 8 |
| | по МП 1026-7-2019 |

Окончание таблицы Б.1

| Резервуар | | |
|---|---|---|
| Тип | Номер | Погрешность определения вместимости резервуара, % |
| 9 | 10 | 11 |
| РГС-12,5 | | ± 0,25 |

Таблица Б.2 – Условия проведения измерений

| Температура, °С | | Загазованность, мг/м$^3$ |
|---|---|---|
| воздуха | стенки обечайки резервуара | |
| | | |

Таблица Б.3 – Базовая высота резервуара В миллиметрах

| Точка измерения базовой высоты $H_б$ | Номер измерения | |
|---|---|---|
| | 1 | 2 |
| Риска измерительного люка | | |

Таблица Б.4 – Параметры резервуара В миллиметрах

| Наименование параметра | Номер измерения | |
|---|---|---|
| | 1 | 2 |
| Высота «мертвой» полости $H_{МП}$ | | |
| Предельный уровень наполнения $H_{пр}$ | | |

Должности Личная подпись Инициалы, фамилии

## Приложение В
(рекомендуемое)
Форма акта измерений базовой высоты резервуара

УТВЕРЖДАЮ

_____

**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, фамилии

провела контрольные измерения базовой высоты резервуара стального горизонтального цилиндрического РГС-12,5, заводской номер № _____

при температуре окружающего воздуха _____ °С.

Измерения проведены рулеткой типа _____ № _____ со сроком действия поверки до «___» _____ 20__ г.

Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1 В миллиметрах

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

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

$$\delta_б = \frac{(H_б)_к - (H_б)_п}{(H_б)_п} \cdot 100,$$ где значения величин $(H_б)_к$, $(H_б)_п$, приведены в 1-й, 2-й графах.

Вывод – требуется (не требуется) внеочередная поверки 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 таблицы[1]

УТВЕРЖДАЮ

_____

_____

«___» _____ 201_ г.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА
на резервуар стальной горизонтальный цилиндрический
**РГС-12,5 № _____**

Организация_____

Погрешность определения вместимости: ± 0,25 %
Стандартная температура: 20 °С (15 °С )
(ненужное удалить)

Участок ниже $H_{МП}$ = ..... мм для учетных операций
с нефтью и нефтепродуктами не используется.

Срок очередной поверки_____

Поверитель

_____
подпись

_____
должность, инициалы, фамилия

[1] Форма градуировочной таблицы не подлежит изменению

## Г.2 Форма градуировочной таблицы резервуара

Организация _____

Резервуар № _____

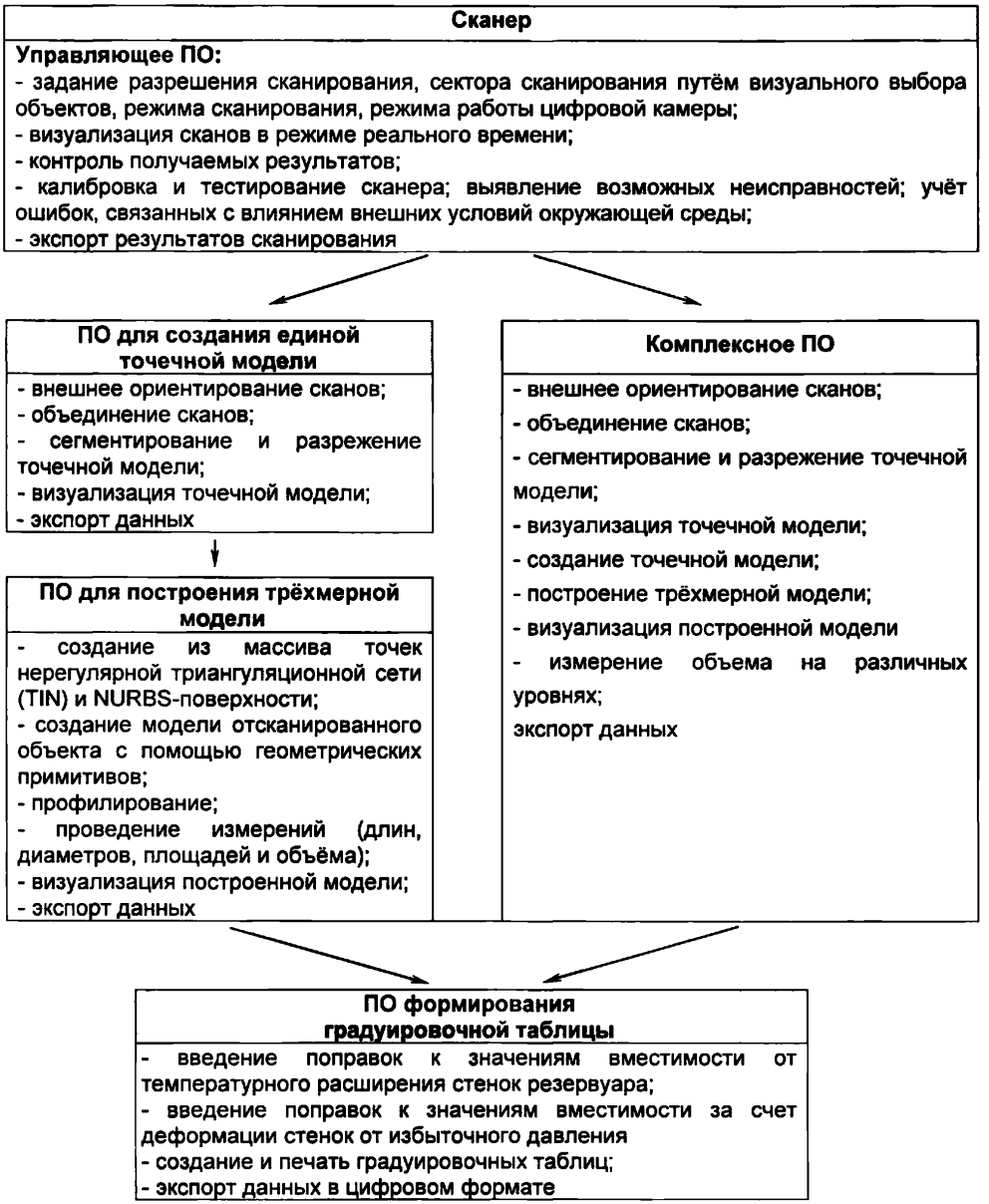
### Г.2.1 Форма градуировочной таблицы резервуара

Таблица Г.2 – Посантиметровая вместимость резервуара

| Уровень наполнения, см | Вместимость, $м^3$ | Коэффициент вместимости, $м^3/мм$ | Уровень наполнения, см | Вместимость, $м^3$ | Коэффициент вместимости, $м^3/мм$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | | $H_{МП}$ | | |
| $H+1$ | | | ... | | |
| $H+2$ | | | ... | | |
| . | | | | | |
| ... | | | $H_{пр}$ | | |

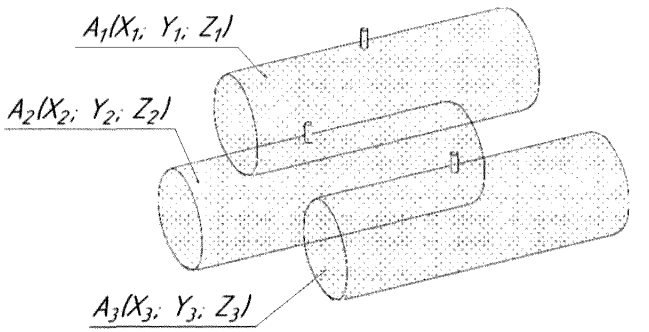
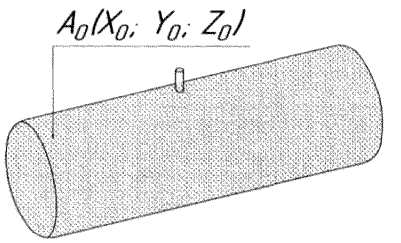
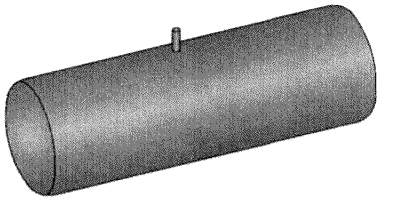
**Приложение Д**
(обязательное)

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

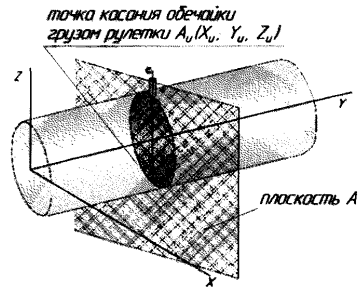
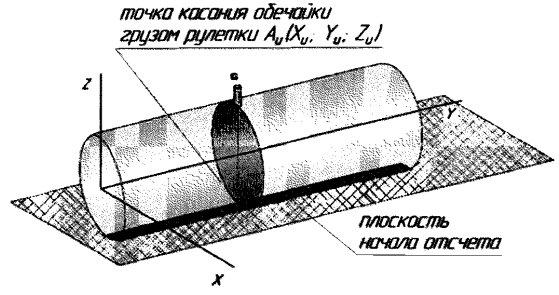
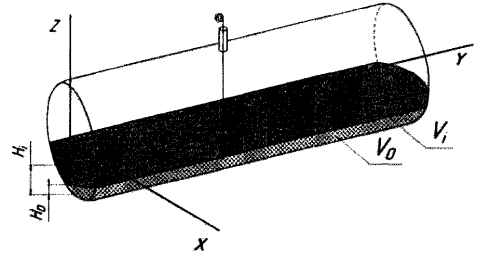


Д.1 Операции, выполняемые при обработке результатов сканирования

Таблица Д.1

| Наименование этапа | Объект реализации/режим/параметры | Результат |
|---|---|---|
| Этап 1<br>- внешнее ориентирование сканов;<br>- объединение сканов; | ПО для создания единой точечной модели |  |
| Этап 2<br>- сегментирование и разрежение точечной модели;<br>- визуализация точечной модели | ПО для создания единой точечной модели |  |
| Этап 3<br>Создание из массива точек нерегулярной триангуляционной сети (TIN) и NURBS-поверхности | ПО построения трёхмерной модели/3D моделирование |  |

продолжение таблицы Д.1

| | | |
|---|---|---|
| Этап 4<br>1) Построение плоскости А, проходящей через точку касания обечайки резервуара грузом рулетки по нормали к продольной оси резервуара.<br>2) Определение координаты точки касания стенки грузом рулетки $A_и(X_и; Y_и; Z_и)$ | ПО построения трёхмерной модели/3D моделирование |  |
| Этап 5<br>Построение горизонтальной плоскости начала отсчета, проходящей через точку касания обечайки резервуара грузом рулетки | ПО построения трёхмерной модели/3D моделирование |  |
| Этап 6<br>1) Построение горизонтальных секущих плоскостей с шагом 10 мм (1 см) начиная от плоскости начала отсчета;<br>2) Вычисления объемов, ограниченных нижней образующей резервуара и секущими плоскостями | ПО построения трёхмерной модели/3D моделирование/секущая плоскость/вычисление объема |  |

окончание таблицы Д.1

| | | |
|---|---|---|
| Этап 7<br>Приведение посантиметровой вместимости к стандартной температуре 20 °С или 15 °С | Формулы (Д.2) или (Д.3) соответственно | Значение поправки от теплового расширения стенок к вместимости при стандартной температуре |
| Этап 8<br>Формирование градуировочной таблицы и протокола измерений | ПО формирования градуировочной таблицы | Оформленная градуировочная таблица с протоколом измерений |

***Д.2 Вычисление вместимости резервуара, приведенных к стандартным температурам 15 °С или 20 °С***

Д.2.1 Поправку на температурное расширение стенок резервуара к значения вместимости резервуара, вычисленные по Д.1 вычисляют по формуле

$$V_t = V \cdot K_t, \qquad (Д.1)$$

где $K_t$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры стенки пояса на вместимость, 1/°С.

Величину $K_t$:

а) при приведении значений вместимости к стандартной температуре 20 °С величину $K_t'$ вычисляют по формуле

$$K_t' = \left[1 + 3\alpha_p\left(20 - T_p\right)\right]; \qquad (Д.2)$$

б) при приведении значений вместимости к стандартной температуре 15 °С величину $K_t''$ вычисляют по формуле

$$K_t' = \left[1 + 3\alpha_p\left(15 - T_p\right)\right]; \qquad (Д.3)$$

где $\alpha_p$ – коэффициент линейного расширения (сжатия) металла, из которого изготовлен резервуар. Значение его для стали может быть принято равным: $12{,}5 \cdot 10^{-6}$ 1/°С;

$T_p$ – температура стенки пояса, °С;

20(15) – значение стандартной температуры, при которой определена вместимость резервуара в целом, °С.

## Приложение Е

### Требования к погрешности измерений параметров резервуара

Е.1 Погрешности измерений параметров резервуара не должны превышать значений, указанных в таблице Е.1.

Таблица Е.1 – Погрешность измерений параметров резервуара

| Измеряемый параметр | Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуара |
|---|---|
| Внутреннее сечение, % | ± 0,13 |
| Длина резервуара, % | ± 0,15 |
| Координата точки измерения базовой высоты, мм | ± 3 |

Е.2 Погрешность определения вместимости резервуара РГС-12,5, при соблюдении требований таблицы Е.1, находится в пределах ± 0,25 %.

## БИБЛИОГРАФИЯ

[1] Сканер лазерный трехмерный SURPHASER 25HSX IR, реестр утвержденных средств измерений ФИФОЕИ № 49151-12

[2] Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03 — Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

[3] Руководящий документ РД 03-20-2007 — Положение о порядке подготовки и аттестации работников организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденное приказом Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору от 29 января 2007 № 37

gost.e-ecolog.ru