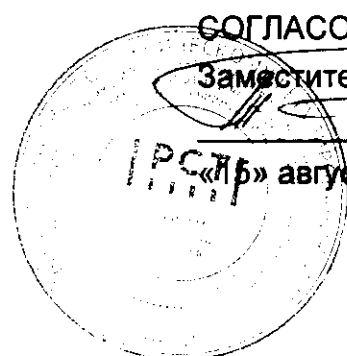


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ -
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора филиала
_____ А. С. Тайбинский
«19/08/2022» августа 2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

РЕЗЕРВУАРЫ СТАЛЬНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РВС-2000

Методика поверки
МП 1257-7-2020 с Изменением №1

Начальник научно-
исследовательского отдела
_____ А.В. Кондаков
Тел. отдела: (843) 272-62-75

г. Казань
2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1 Общие положения | 3 |
| 2 Нормативные ссылки..... | 3 |
| 3 Перечень Операций поверки | 4 |
| 4 Требования к условиям проведения поверки | 4 |
| 5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку | 4 |
| 6 Метрологические и технические требования к средствам поверки..... | 4 |
| 7 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки | 6 |
| 8 Внешний осмотр | 6 |
| 9 Подготовка к поверке..... | 6 |
| 10 Определение метрологических характеристик резервуара | 7 |
| 10.1 Измерение базовой высоты резервуара | 7 |
| 10.2 Сканирование внутренней полости резервуара | 7 |
| 10.3 Измерения прочих параметров резервуара | 8 |
| 10.4 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы | 8 |
| 11 Подтверждение соответствия резервуара метрологическим требованиям..... | 9 |
| 12 Оформление результатов поверки..... | 9 |
| Приложение А..... | 10 |
| Приложение Б | 11 |
| Приложение В..... | 12 |
| Приложение Г | 13 |
| Приложение Д..... | 15 |
| БИБЛИОГРАФИЯ..... | 22 |

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на резервуары стальные вертикальные цилиндрические (далее – резервуар) номинальной вместимостью 2000 м³ (РВС-2000 №№1/1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9, изготовленных АО «Рузхиммаш», г.Рузаевка) расположенные на территории Нижнетагильской нефтебазы ООО «Газпромнефть-Терминал» и устанавливает порядок проведения их поверки электронно-оптическим методом.

Прослеживаемость резервуаров к Государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2018 и к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 обеспечивается в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости (Приложение В часть 3), утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 февраля 2018 года № 256.

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 19781-90 | Обеспечение систем обработки информации программное. Термины и определения |
| ГОСТ 7502-98 | Рулетки измерительные металлические. Технические условия |
| ГОСТ 12.4.310-2016 | Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты работающих от воздействия нефти, нефтепродуктов. Технические требования |

3 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

3.1 При выполнении измерений геометрических параметров внутренней полости резервуара выполняют операции, указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

| Наименование операции | Первичная поверка | Периодическая поверка |
|--|-------------------|-----------------------|
| Внешний осмотр | Да | Да |
| Измерение базовой высоты резервуара | Да | Да |
| Сканирование внутренней полости резервуара | Да | Да |
| Измерения прочих параметров резервуара | Да | Да |

4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдают следующие условия.

4.1 Температура окружающего воздуха:.....от -5 °С до +35 °С.

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

4.3 Резервуар при поверке должен быть порожним.

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

5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

5.1 Измерения параметров при поверке резервуара проводит группа лиц (не менее двух человек), включая не менее одного специалиста, прошедшего курсы повышения квалификации.

5.2 (Исключен, изм.№1).

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

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

5.5 Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе, измеренная газоанализатором вблизи или внутри резервуара на высоте 2000 мм, не должна превышать ПДК, определенной по ГОСТ 12.1.005 и соответствовать санитарным правилам СанПиН 1.2.3685-21 [2].

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

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

6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и обеспечивать пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуара, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

| Наименование параметра | Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуаров |
|--------------------------|--|
| Диаметр, % | $\pm 0,022$ |
| Высота пояса, мм | ± 5 |
| Измерение расстояний, мм | ± 5 |

При соблюдении, указанных в таблице 2, пределов допускаемой погрешности измерений погрешность определения вместимости резервуара находится в пределах: $\pm 0,20$ %.

При проведении поверки резервуаров должны применяться следующие основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

| Наименование средства измерений | Диапазон измерений | Пределы погрешности |
|---|-------------------------------------|--|
| Основные средства поверки | | |
| Сканер лазерный Leica RTC360 диапазон измерения углов: – горизонтальных, град – вертикальных, град – расстояний, м | от 0 до 360 150 от 0,5 до 130 | $\pm 36''$ $\pm 36''$ $\pm 2 \cdot (1 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ |
| Рулетка измерительная металлическая типа Р30Н2Г, м | от 0 до 30 | $(0,30 + 0,15(L-1))$ |
| Вспомогательные средства поверки и оборудование | | |
| Термометр инфракрасный Testo 830-T2, °C | от -30 до +400 | $\pm 1,5$ |
| Анализатор-течеискатель АНТ-3М, % | | 25 |
| Марки, листы формата А4 с контрастным изображением (рис. 1). | | |

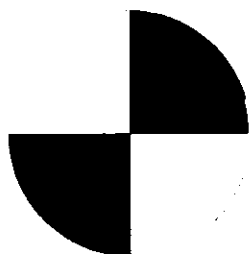


Рисунок 1 – Пример изображения марки.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

7 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

К работе по проведению поверки резервуаров стальных вертикальных цилиндрических допускаются лица, прошедшие обучение и аттестованные по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004.

Поверитель перед началом проведения работ должен изучить порядок работы с применяемым при поверке оборудованием.

При проведении поверки с целью сохранения жизни и здоровья поверителей, предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе, измеренная газоанализатором вблизи или внутри резервуара на высоте 2000 мм, не должна превышать ПДК, определенной по ГОСТ 12.1.005-88 и соответствовать санитарным правилам СанПиН 1.2.3685-21 [2].

8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

8.1 При внешнем осмотре резервуара проверяют:

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

8.2 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.

8.3 Фиксируют мелом точку касания днища грузом рулетки и устанавливают в ней марку.

8.4 В результате внешнего осмотра поверитель принимает решение по проведению дальнейшей поверки или устранению выявленных дефектов до проведения поверки. В случае невозможности устранения дефектов проведение поверки прекращается.

9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

При подготовке к поверке проводят следующие работы:

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

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

9.3 Измеряют параметры окружающего воздуха.

9.4 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).

9.5 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.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗЕРВУАРА

10.1 Измерение базовой высоты резервуара

10.1.1 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.

10.1.2 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.

10.2 Сканирование внутренней полости резервуара

При проведении сканирования внутренней полости резервуара проводят следующие операции.

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

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

10.2.2 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 марки (рисунок А.2).

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

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

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

10.3 Измерения прочих параметров резервуара

При наполнении резервуара продуктом его вместимость изменяется не только от уровня его наполнения, но и в результате деформации стенок от гидростатического давления столба налитой жидкости.

10.3.1 Вносят значение плотности $\rho_{жж}$, кг/м³, жидкости, для хранения которой предназначен резервуар (таблица Б.2).

10.4 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы

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

10.4.2 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.

10.4.3 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.

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

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

10.4.6 При составлении градуировочной таблицы значения вместимости округляют до 1 дм³.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ РЕЗЕРВУАРА МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Обработку результатов измерений проводят с помощью программного обеспечения 3DReshaper или аналогичного программного обеспечения.

Подтверждение соответствия резервуара метрологическим требованиям принимается при выполнении разделов 8, 10 данной методики поверки.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, с учетом требований методик поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельства о поверке.

При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности.

(Измененная редакция, изм.№1)

12.2 К свидетельству о поверке прикладывают:

- а) градуировочную таблицу;
- б) протокол поверки.

Форма протокола поверки приведена в приложении Б.

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

12.4 Протокол поверки подписывает поверитель.

12.5 Титульный лист и последнюю страницу градуировочной таблицы подписывает поверитель.

12.6 Знак поверки наносится в свидетельство о поверке.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

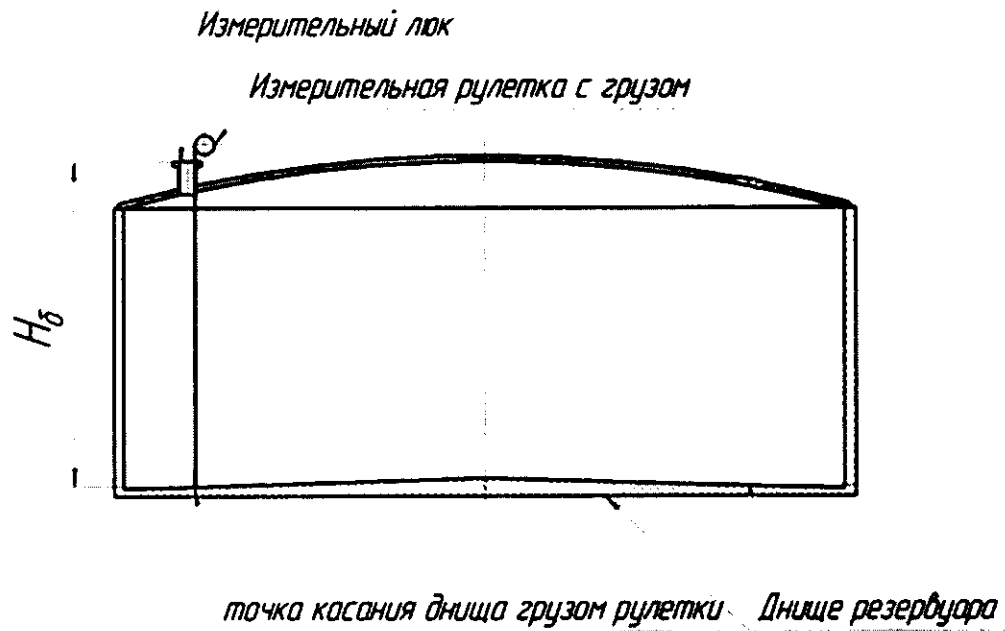
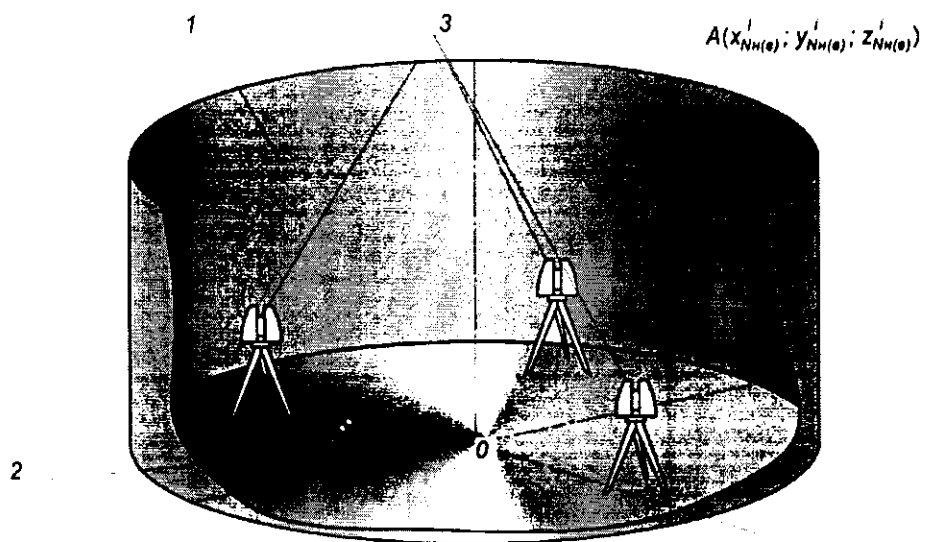


Рисунок А.1 – Схема измерения базовой высоты резервуара и эталонного расстояния уровнемера



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

Рисунок А.2 – Схема сканирования внутренней полости резервуара

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

**ПРОТОКОЛ
измерений параметров резервуара**

Т а б л и ц а Б.1 – Общие данные

| Дата | | | Основание для проведения поверки |
|-------|-------|-----|--|
| число | месяц | год | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | Первичная, периодическая, внеочередная |

Продолжение таблицы Б.1

| Место проведения | Средства поверки |
|------------------|------------------|
| 5 | 6 |
| | |

Окончание таблицы Б.1

| Резервуар | |
|-----------|-------|
| Тип | Номер |
| 7 | 8 |
| | |

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

| Температура, °С | | Плотность хранимой жидкости $\rho_{жж}$, кг/м ³ | Базовая высота резервуара, мм |
|-----------------|----------------------|--|----------------------------------|
| воздуха | стенки резервуара | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | |

Т а б л и ц а Б.3 – Высота поясов и толщина стенок резервуара

| Номер пояса | Высота пояса h_i , мм | Толщина стенки, δ_i , мм |
|-------------|-------------------------|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Должность

Подпись

Инициалы, фамилия

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 $(H_б)_к$ | Значение базовой высоты, установленное при поверке резервуара $(H_б)_п$ | |
| 1 | 2 | 3 |
| | | |

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

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

Вывод – требуется (не требуется) внеочередная поверка резервуара.

Председатель комиссии

подпись

инициалы, фамилия

Члены комиссии:

подпись

инициалы, фамилия

подпись

инициалы, фамилия

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(рекомендуемое)

Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

Г.1 Форма титульного листа градуировочной таблицы¹⁾

УТВЕРЖДАЮ

«___» _____ 20__ г.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА №
на резервуар стальной вертикальный цилиндрический

РВС- №

Организация _____

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

Погрешность определения вместимости: 0,20%

Срок очередной поверки _____

Поверитель

подпись

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 резервуара

| Уровень наполнения по взливу, см | Уровень наполнения, по газовому пространству, см | Вместимость, м ³ | Коэффициент вместимости, м ³ /мм | Уровень наполнения по взливу, см | Уровень наполнения, по газовому пространству, см | Вместимость, м ³ | Коэффициент вместимости, м ³ /мм |
|----------------------------------|--|-----------------------------|---|----------------------------------|--|-----------------------------|---|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Т а б л и ц а Г.1 - Вместимость в пределах «мертвой» полости резервуара

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

¹⁾ Форма градуировочной таблицы не подлежит изменению

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

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

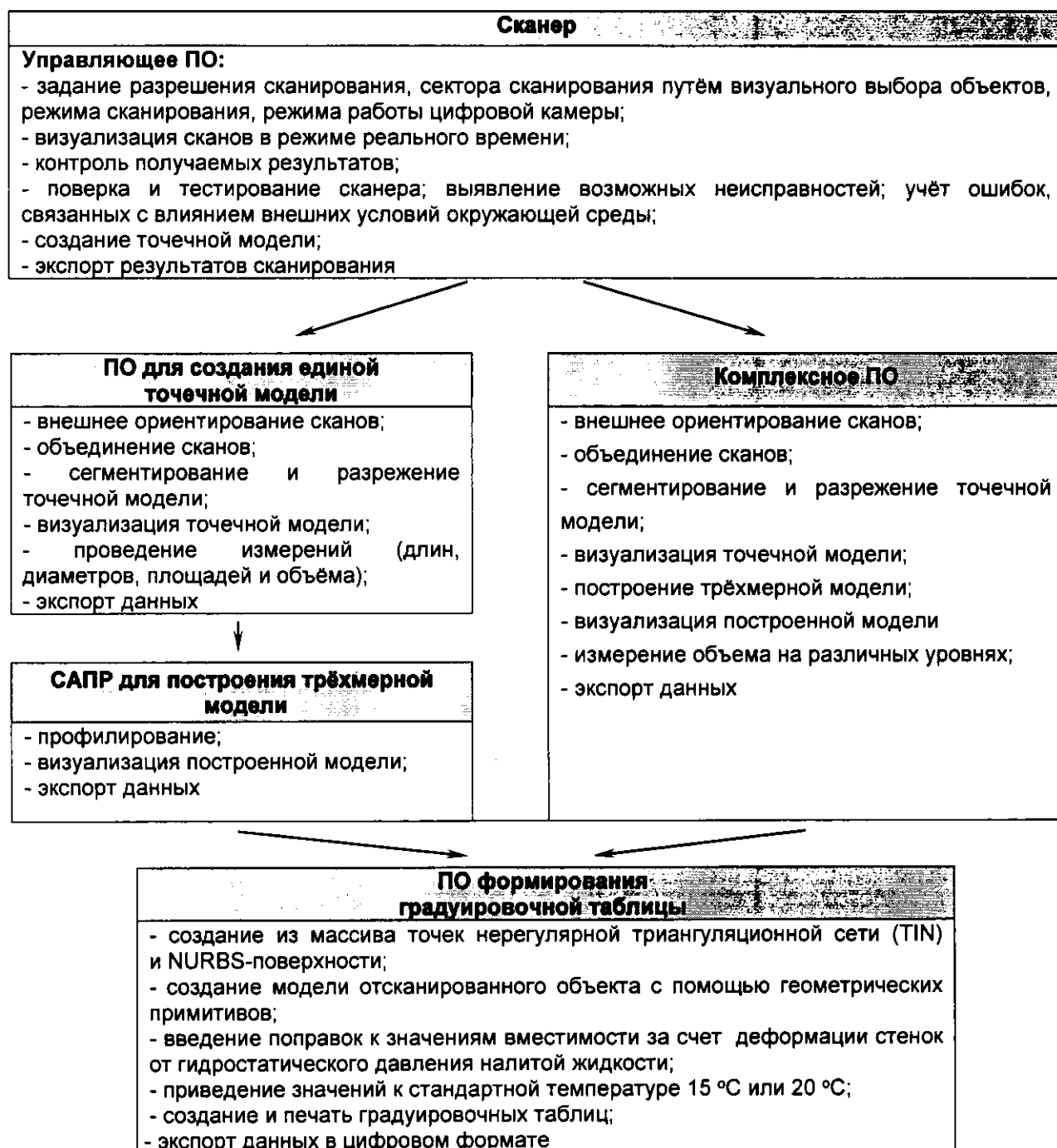
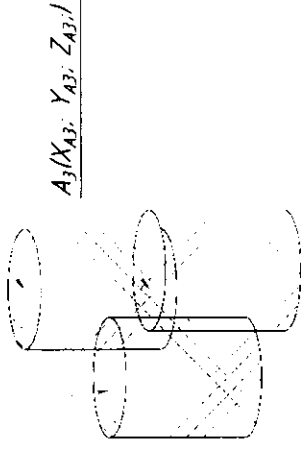
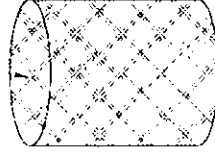
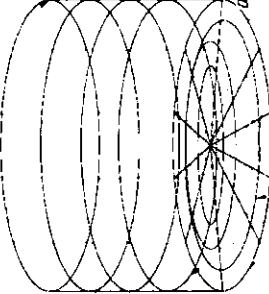
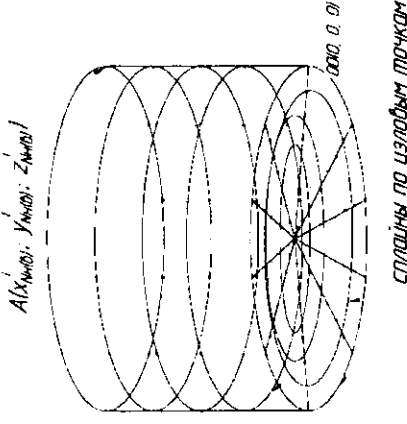
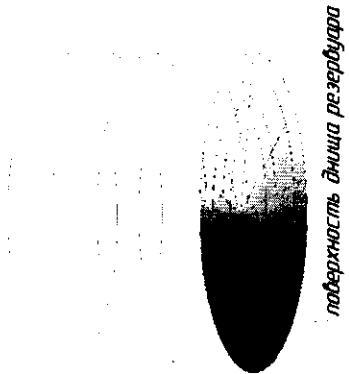


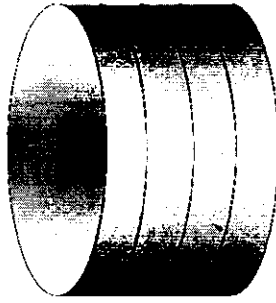
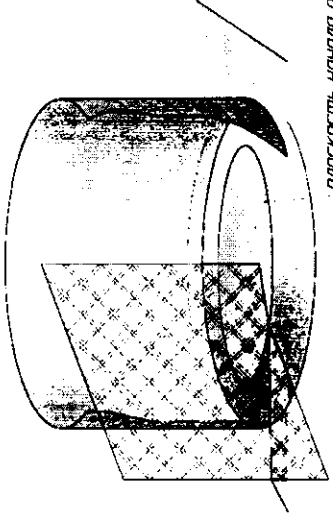
Таблица Д.1

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

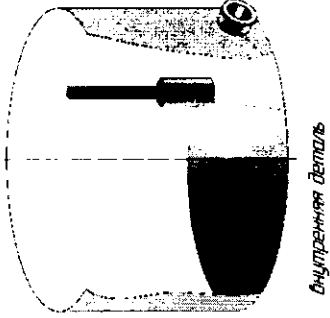
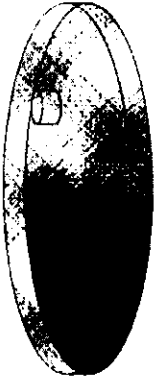
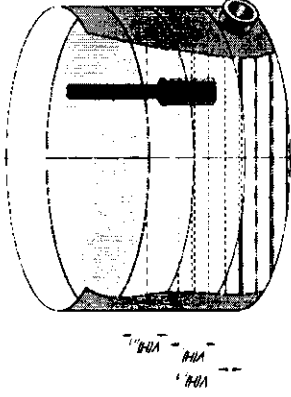
продолжение таблицы Д.1

| | | |
|---|--|--|
| <p>Этап 4 Построение сплайнов по узловым точкам</p> | <p>САПР/3D эскиз/узловые точки или ПО формирования градуировочной таблицы</p> |  |
| <p>Этап 5 Формирование поверхности днища</p> | <p>САПР/3D эскиз/сплайны на днище или ПО формирования градуировочной таблицы</p> |  |

продолжение таблицы Д.1

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

окончание таблицы Д.1

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

окончание таблицы Д.1

| | | |
|---|---|---|
| <p>Этап 12 Приведение посантиметровой вместимости к стандартной температуре 15 °С или 20 °С</p> | <p>Формулы (Д.3) или (Д.4) соответственно, или ПО формирования градуировочной таблицы</p> | <p>Приведенное значение посантиметровой вместимости к стандартной температуре 15 °С или 20 °С</p> |
| <p>Этап 13 Формирование градуировочной таблицы и протокола измерений</p> | <p>ПО формирования градуировочной таблицы</p> | <p>Оформленная градуировочная таблица с протоколом измерений</p> |

Д.2 Вычисление поправки к вместимости за счет гидростатического давления

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

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

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, м/с² ($g = 9,8066$ м/с²);

$\rho_{ж.х}$ – 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/°С.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Сканер лазерный Leica RTC360, реестр утвержденных средств измерений ФИФОЕИ № 74358-19
- [2] СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания