

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

ИНСТРУКЦИЯ

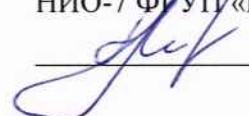
Государственная система обеспечения единства измерений

**Резервуары стальные вертикальные цилиндрические
с защитной стенкой, номинальной вместимостью от 100 до 20000 м³**

Методика поверки геометрическим методом

МП 0737-7-2018

Начальник отдела
НИО-7 ФГУП «ВНИИР»

 А. В. Кондаков

Казань 2018 г.

Предисловие

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

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

2 УТВЕРЖДЕНА ФГУП «ВНИИР» 15 января 2018 г.

3 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

ЛИСТОВ: 33

СОБСТВЕННОСТЬ

АО «Метролог», ИНН 6367011336
443125, г. Самара, ул. Губанова, 20А,
офис 13,
info@metrolog-samara.ru,
www.metrolog-samara.ru

М. П. Конев

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и (или) распространен без разрешения ФГУП «ВНИИР» office@vniir.org и
ОА «Метролог», 443125, г. Самара, ул. Губанова, 20А, офис 13, info@metrolog-samara.ru,
www.metrolog-samara.ru

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----------|
| 1 Область применения | 1 |
| 2 Нормативные ссылки | 1 |
| 3 Термины и определения | 2 |
| 4 Сокращения | 4 |
| 5 Метод поверки | 4 |
| 6 Технические требования | 4 |
| 6.1 Требования к точности измерений параметров резервуара | 4 |
| 6.2 Требования по применению рабочих эталонов и вспомогательных средств | 5 |
| 6.3 Требования к условиям поверки | 6 |
| 7 Требования к организации проведения поверки | 6 |
| 8 Требования к квалификации специалистов, проводящих поверку и требования безопасности | 6 |
| 9 Подготовка к проведению поверки | 7 |
| 10 Операции поверки | 8 |
| 11 Проведение поверки | 8 |
| 11.1 Внешний осмотр | 8 |
| 11.2 Измерение базовой высоты резервуара | 8 |
| 11.3 Измерения параметров первого пояса | 9 |
| 11.4 Сканирование внутренней полости резервуара | 11 |
| 12 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы . | 11 |
| 12.1 Обработка результатов измерений | 11 |
| 12.2 Составление градуировочной таблицы резервуара | 12 |
| 13 Оформление результатов поверки | 12 |
| Приложение А | 14 |
| Приложение Б | 16 |
| Приложение В | 18 |
| Приложение Г | 19 |
| Приложение Д | 21 |
| Приложение Е | 28 |
| Приложение Ж | 29 |
| БИБЛИОГРАФИЯ | 33 |

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения
единства измерений

РЕЗЕРВУАРЫ СТАЛЬНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ С ЗАЩИТНОЙ СТЕНКОЙ

Методика поверки геометрическим методом

МП 0737-7-2018

1 Область применения

Настоящая методика поверки (далее – методика) распространяется на стальные вертикальные цилиндрические резервуары с защитной стенкой, номинальной вместимостью от 100 до 20 000 м³, используемые в качестве мер вместимости для нефти и нефтепродуктов, подтоварной воды, химических продуктов (далее – продукт) и устанавливает методику их поверки с применением лазерного-сканирующего устройства.

Методика поверки разработана для применения в АО «Метролог».

2 Нормативные ссылки

В настоящей методике использованы ссылки на следующие стандарты:

| | |
|--------------------|--|
| ГОСТ 8.570—2000 | Государственная система обеспечения единства измерений. Резервуары стальные вертикальные цилиндрические. Методика поверки |
| ГОСТ 12.0.004—90 | 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 19781—90 | Обеспечение систем обработки информации программное. Термины и определения |
| ГОСТ 28243—96 | Пирометры. Общие технические требования |
| ГОСТ 31385—2016 | Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия |

| | |
|--|--|
| ГОСТ Р 12.4.290—2013 | Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты работающих от воздействия нефти, нефтепродуктов. Технические требования |
| ГОСТ Р 54500.3—2011 (ИСО/МЭК 98-3:2008) | Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения |
| ГОСТ Р 55614—2013 | Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие 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 (по ГОСТ 8.570).

3.2 резервуар с защитной стенкой: Конструктивное решение резервуара (рисунок А.1) стального вертикального, включающее в себя внутренний основной резервуар со стационарной или плавающей крышей и наружный защитный резервуар (по ГОСТ 31385).

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

Примечания

а) таблицу прилагают к свидетельству о поверке резервуара и применяют для определения в нем объема жидкости;

б) значение стандартной температуры, которой соответствуют данные в градуировочной таблицы 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 с грузом при эксплуатации резервуара.

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

3.12 эталонная точка резервуара: Верхний край фланца измерительного люка резервуара или риски в планке измерительного люка резервуара.

3.13 эталонная точка уровнемера: Верхний край фланца горловины резервуара, на котором смонтирован уровнемер.

3.14 предельный уровень: Предельный уровень определения посантиметровой вместимости резервуара при его поверке.

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

3.16 уровень жидкости (высота наполнения): Расстояние по вертикали между свободной поверхностью жидкости, находящейся в резервуаре, и плоскостью, принятой за начало отсчета.

3.17 жидкость при хранении: Жидкость для хранения которой предназначен резервуар.

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

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

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

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

3.22 станция: Точка стояния лазерного сканера во время проведения измерений.

3.23 сканирование: Операция по измерению линейных и угловых координат точек, лежащих на поверхности стенки резервуара, внутренних деталей и оборудовании.

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

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

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

3.27 скан: Визуализированное трехмерное изображение облака точек.

3.28 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).

3.29 3D-моделирование: Построение трехмерной модели объекта, по объединенному («сшитому») облаку точек специализированным программным обеспечением.

3.30 САПР: Программное обеспечение реализующая метод трехмерного геометрического проектирования объекта по заданным точкам.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

- ПО – программное обеспечение, управляющая программа;
РВС – резервуар стальной вертикальный цилиндрический со стационарной крышей;
РВС(ЗС) – резервуар стальной вертикальный цилиндрический с защитной стенкой;
СИ – средство измерений

5 Метод поверки

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.

6 Технические требования

6.1 Требования к точности измерений параметров резервуара

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

Т а б л и ц а 1

| Наименование параметра | Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуаров вместимостью, м ³ | |
|--|---|------------------|
| | 100 – 5000 (вкл.) | 5000 – 20000 |
| Длина окружности первого пояса, % | ± 0,022 | |
| Высота пояса, мм | ± 5 | |
| Измерение расстояний, мм | ± 5 | |
| Толщина стенок (включая слой покраски), мм | ± 0,2 | |
| Температура стенки резервуара, °С | ± 2 | |
| Объем внутренних деталей, м ³ | ± (0,005 – 0,025) | ± (0,025 – 0,25) |

6.1.2 При соблюдении, указанных в таблице 1, пределов допускаемой погрешности измерений неопределенность вместимости резервуара находится в пределах:

| | | | | |
|--------------|---|---|---|--|
| $\pm 0,20$ % | – | » | » | от 100 до 3000 (вкл.) м ³ ; |
| $\pm 0,15$ % | – | » | » | от 3000 до 5000 м ³ ; |
| $\pm 0,10$ % | – | » | » | от 5000 (вкл.) до 20000 м ³ . |

6.2 Требования по применению рабочих эталонов и вспомогательных средств

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

6.2.1.1 Рулетку измерительную 2-го класса точности с верхним пределом измерений 20 м Р20У2К по ГОСТ 7502, регистрационный № 51171-12.

6.2.1.2 Рулетку измерительную с грузом 2-го класса точности с верхним пределом измерений 20 м Р20Н2Г по ГОСТ 7502, регистрационный №60606-15.

6.2.1.3 Рабочий эталон единицы длины в диапазоне значений от 0,6 до 120 м регистрационный номер ФИФ 3.2.ГАФ.0003.2017. Лазерную координатно-сканирующую систему (далее – сканер) FARO Focus 3D120, зав.№ LLS061304047).

Применяемое ПО:

– FARO Scene ver 5.1.6.32766 или более поздняя;

– АРМИГ (Автоматизированное Рабочее Место Инженера Геодезиста) версия 1995 года или более поздняя;

– Geomagic Studio 2013.0.1.1206 (при наличии VGS использовать не обязательно)

– VGS (Vessel Graduation Systems) версия 9.5 модуль ver.3.

6.2.1.4 Пирометр по ГОСТ 28243, с диапазоном измерений температуры от минус 10 °С до плюс 65 °С, показателем визирования не менее 16:1, имеющий функцию фокусирования объекта измерений, с пределами допускаемой абсолютной погрешности: ± 2 °С.

6.2.1.5 Толщиномер ультразвуковой А1208, регистрационный № 49605-12 по ГОСТ Р 55614, с диапазоном измерений (0,6 – 30) мм и пределами допускаемой погрешности $\pm 0,1$ мм, .

6.2.2 Вспомогательные средства:

- динамометр общего назначения ДПУ-0,01-2 по ГОСТ 13837, регистрационный №1808-63.

- сферические и(или) другие маркеры в количестве, необходимом для объединения данных полученных с нескольких станций;

- чертилка, маркер, мел, шпатель, щетки (металлические);

- переносные светильники (прожекторы) во взрывозащищенном исполнении.

6.2.3 Рабочие эталоны должны быть аттестованы в установленном порядке.

6.2.4 Допускается применение других, вновь разработанных или находящихся в эксплуатации эталонов, удовлетворяющих по точности и пределам измерений требованиям настоящего стандарта.

6.3 Требования к условиям поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- 6.3.1 Температура окружающего воздуха:.....от 5 °С до 35 °С .
- 6.3.2 Состояние погоды:.....без осадков.
- 6.3.3 Освещенность внутренней полости резервуара, не менее:..... 40 лк.
- 6.3.4 Относительная влажность воздуха:.....не более 95 %.
- 6.3.5 Атмосферное давление.....от 84,0 до 106,7 кПа.

П р и м е ч а н и е – Условия окружающей среды, указанные в 6.3.1; 6.3.5 должны соответствовать значениям, приведенным в описании типа, применяемого эталона (далее – средство измерений).

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

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

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

7 Требования к организации проведения поверки

7.1 Поверку резервуаров проводят юридические лица и индивидуальные предприниматели (далее – организация), аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки.

7.2 Поверку 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 % по 11.2.

7.3 Межповерочный интервал должен быть не более 5 лет и определяется при проведении испытаний в целях утверждения типа.

8 Требования к квалификации специалистов, проводящих поверку и требования безопасности

8.1 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 [3].

8.2 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.

8.3 Лица, проводящие работы, используют спецодежду по ГОСТ Р 12.4.290, спецобувь по ГОСТ 12.4.137, строительную каску по ГОСТ 12.4.087.

8.4 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 соответствующей гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.1313-03.

8.5 Проведение измерений, во время грозы **категорически запрещены**.

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

8.7 Перед началом работ проверяют исправность:

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

9 Подготовка к проведению поверки

9.1 При подготовке к поверке проводят следующие работы:

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

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

9.1.3 В сервисном ПО сканера формируют файл проекта записи данных.

9.1.4 Измеряют параметры окружающего воздуха анемометром (6.2.1.6).

9.1.5 Проводят измерение температуры стенки резервуара с применением пирометра (6.2.1.4). 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.

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

9.1.7 Перед проведением работ 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.

9.1.8 Вносят значение плотности хранимой жидкости $\rho_{жж}$, кг/м³, в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.1, графа 11).

10 Операции поверки

10.1 При выполнении измерений геометрических параметров выполняют операции, указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

| Наименование операции | Номер пункта |
|--|--------------|
| Внешний осмотр | 11.1 |
| Измерение базовой высоты резервуара | 11.2 |
| Измерение параметров первого пояса | 11.3 |
| Сканирование внутренней полости резервуара | 11.4 |
| Обработка результатов измерений | 12 |
| Оформление результатов поверки | 13 |

11 Проведение поверки

11.1 Внешний осмотр

11.1.1 При внешнем осмотре резервуара проверяют:

- состояние 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.

11.1.2 Определяют перечень внутренних деталей, оборудования, влияющих на вместимость резервуара, например, незаполненные продуктом трубопроводы, тумбы пригруза, неперфорированные колонны, герметичные стойки плавающего покрытия и т.д. и фиксируют их в копии технического проекта для дальнейшего исключения их из расчета.

11.1.3 Фиксируют мелом точку касания днища грузом рулетки и устанавливают в ней марку (рисунок А.1, А.4).

11.2 Измерение базовой высоты резервуара

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

11.2.2 Для резервуаров, не оборудованных измерительным люком, базовую высоту резервуара измеряют как эталонную высоту уровнемера, измеряющего общий уровень продукта (расстояние по вертикали от верхнего фланца установки уровнемера до проекции его вертикальной оси на днище резервуара или горизонтальной плоскости проходящей через точку начала отсчета. Измеряют рулеткой с грузом не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно превышать 2 мм (рисунок А.1).

Результаты измерений H_6 по 11.2.1, 11.2.2 вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.3).

11.2.3 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 по окончании 12 месяцев с даты поверки.

При ежегодных измерениях базовой высоты резервуара без плавающего покрытия резервуар может быть наполнен до произвольного уровня, резервуар с плавающим покрытием – до минимально допустимого уровня.

Результат измерений базовой высоты резервуара не должен отличаться от ее 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 его 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 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.

11.3 Измерения параметров первого пояса

При измерениях параметров первого пояса проводят измерения длины окружности первого пояса и его толщины.

11.3.1 Длину окружности первого пояса L_n , мм, измеряют на высоте равной:

- 3/4 высоты первого пояса, при высоте пояса: от 1500 до 2250 мм;
- 1800 мм, если высота пояса составляет 3000 мм.

Перед началом измерений проводят обход по периметру пояса с целью определения деталей мешающих проведению измерений на данной высоте (наличие люка-лаза; системы пожаротушения и т.п.). При наличии таких деталей, допускается уменьшать высоту на величину в пределах до 300 мм от отметки 3/4 высоты первого пояса или 1800 мм.

11.3.2 Проводят разметку горизонтальной плоскости, для чего, на высоте, указанной в 11.3.1 через каждые 5 м наносят горизонтальные отметки на стенке резервуара (поз.4 рисунок А.2).

11.3.3 Укладывают рулетку по нанесенной разметке.

11.3.4 Начало отсчета длины окружности выбирают на образующей №0 по 11.1.2 и отмечают двумя взаимно перпендикулярными штрихами.

11.3.5 Начало ленты рулетки укладывают нижней кромкой по горизонтальному штриху и начальную отметку шкалы рулетки совмещают вертикальным штрихом начала отсчета.

11.3.6 При выполнении измерений лента рулетки должна быть натянута, плотно прилегать к стенке резервуара, не перекручиваться и лежать нижней кромкой на горизонтальных штрихах.

11.3.7 Натяжение рулетки контролируют при помощи динамометра усилием:

- (100 ± 10) Н – для рулеток длиной 10 м и более;
- (10 ± 1) Н – для рулеток длиной 1-5 м.

Для рулеток с желобчатой лентой - без натяжения.

11.3.8 После создания необходимого натяжения против конечной отметки шкалы рулетки на стене резервуара отмечают вертикальный штрих, а по нижней кромке ленты – горизонтальный.

11.3.9 Последующие укладки рулетки проводят в том же порядке. Число укладок ленты n вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (графа 4 таблица Б.9).

11.3.10 При измерениях контролируют, чтобы начало шкалы рулетки совпало с конечным штрихом предыдущей укладки.

11.3.11 Длину окружности L_n , мм, измеряют не менее двух раз.

11.3.12 Начальную точку второго измерения смещают по горизонтали от начала первого не менее чем на 500 мм.

11.3.13 Относительное расхождение между результатами двух измерений длины окружности δL_n , %, рассчитываемое по формуле

$$\delta L_n = 2 \cdot \frac{L_{n1} - L_{n2}}{L_{n1} + L_{n2}} \cdot 100 \quad (1)$$

должно находиться в пределах $\pm 0,01$ %.

11.3.14 При расхождении, превышающем указанным в 11.3.13 измерения следует повторять до получения двух последовательных измерений, удовлетворяющих условию 11.3.13.

11.3.15 Результаты двух измерений величины L_n , удовлетворяющих условию 11.3.13, вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (графа 2 таблица Б.5).

11.3.16 При измерениях длины окружности резервуара учитывают поправки на ее увеличение при наложении рулетки на вертикальные сварные соединения, накладки и другие выступающие детали во всех случаях, если между лентой рулетки и стенкой резервуара имеется зазор.

11.3.17 Поправку на длину окружности $\Delta l_{обхj}$ первого пояса резервуара при наложении рулетки на вертикальные сварные соединения, накладки и другие выступающие детали (далее - поправку на обход) определяют при помощи металлических скоб длиной 600 - 1000 мм (рисунок А.3).

Выступающую часть на высоте измерений длины окружности первого пояса перекрывают скобой и на стенке резервуара у обоих концов скобы наносят штрихи. Затем, плотно прижимая ленту рулетки к стенке резервуара, измеряют длину дуги, находящуюся между этими штрихами.

Скобу переносят на свободное от выступающих деталей место на том же уровне первого пояса, отмечают штрихами и измеряют расстояние между ними рулеткой, плотно прижимая ленту рулетки к стенке резервуара. Разность между результатами первого и второго измерений длины дуги - значение поправки на обход, которое учитывают при вычислении длины окружности первого пояса.

Значение поправок $\sum \Delta l_{\text{обх}}$ (суммарных при наличии двух и более) на обход в миллиметрах вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (графа 4 таблица Б.5).

11.3.18 Толщину стенок пояса резервуара δ , слоя краски $\delta_{\text{СК}}$ и антикоррозионного покрытия $\delta_{\text{СП}}$ измеряют с помощью ультразвукового толщиномера с погрешностью в пределах $\pm 0,1$ мм. Проводят не менее двух измерений, расхождение между результатами измерений должно находиться в пределах $\pm 0,2$ мм, или его принимают равным указанному в технической документации.

11.3.19 Результаты измерений величин h_k , δ , $\delta_{\text{СК}}$, $\delta_{\text{СП}}$ вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.4).

11.4 Сканирование внутренней полости резервуара

При проведении сканирования внутренней полости резервуара проводят следующие операции.

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

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

11.4.2 Определяют необходимое количество станций сканирования и место их расположения, обеспечивающих исключение не просканированного пространства (теней).

Количество станций должно обеспечивать сканирование всей внутренней полости резервуара.

Рекомендуется размещать станции вблизи точки касания днища лотом рулетки, приёмо-раздаточных патрубков;

При наличии центральной стойки, количество станций должно быть не менее двух;

При наличии сложных внутренних элементов (змеевиков подогрева и пр.) количество станций должно быть не менее трёх;

Схема размещения станций должна обеспечить видимость с каждой станции сферической марки (рисунок А.4).

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

11.4.4 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.

12 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы

12.1 Обработка результатов измерений

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

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

12.2 Составление градуировочной таблицы резервуара

12.2.1 Градуировочную таблицу составляют, с шагом $\Delta H_{и} = 1$ см или шагом $\Delta H_{и} = 1$ мм (при необходимости по согласованию с Заказчиком), начиная с исходного уровня (уровня, соответствующего высоте «мертвой» полости $H_{мп}$) и до предельного уровня $H_{пр}$, равного суммарной высоте поясов резервуара.

12.2.2 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 или (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.

12.2.3 Расширенную неопределенность вместимости резервуара (погрешность) вычисляют по формуле (Ж.13).

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

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

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

12.2.7 Обработку результатов измерений проводят программным обеспечением в соответствии с 6.2.1.3.

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

13 Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки резервуара оформляют свидетельством о поверке.

13.2 К свидетельству прикладывают:

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

13.3 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.

13.4 Градуировочную таблицу утверждает руководитель организации аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки данного типа СИ.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

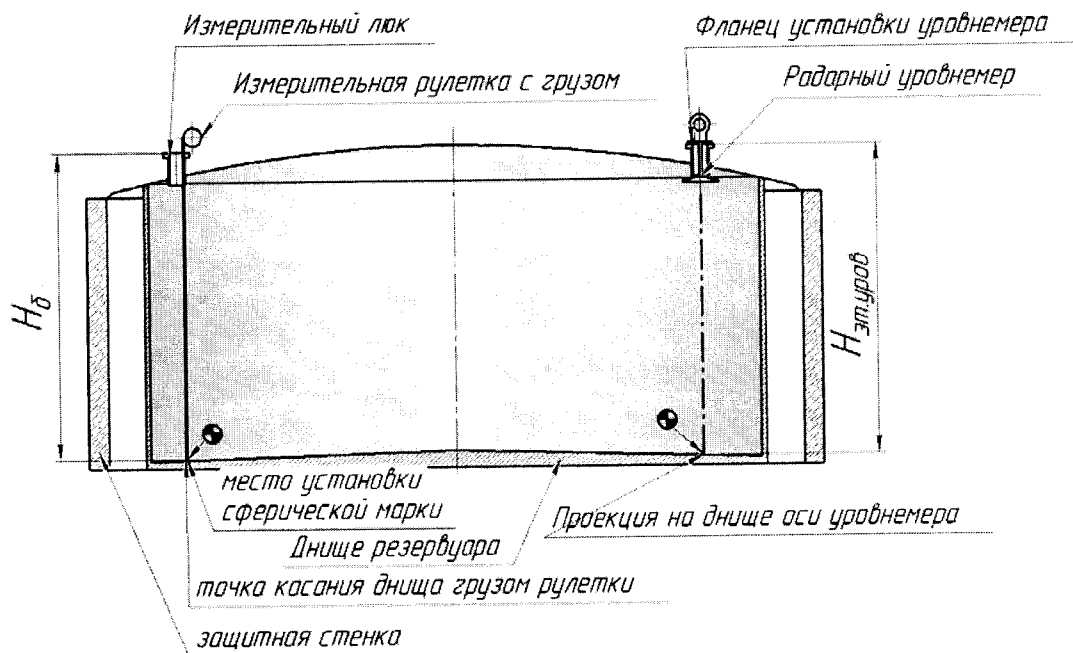
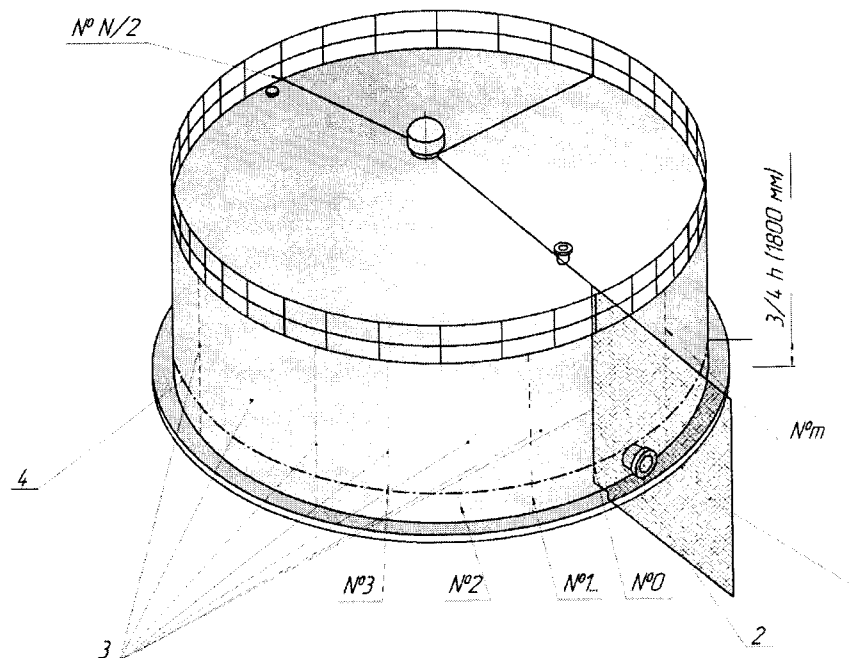


Рисунок А.1 – Схема резервуара с защитной стенкой и измерений базовой высоты и эталонного расстояния уровнемера



1 – плоскость А, проходящая через центр резервуара и центр измерительного люка;
 2 – образующая №0; 3 – образующие №1, №2, ..., № m; 4 – горизонтальная плоскость измерения длины окружности 1-го пояса резервуара

Рисунок А.2 – Схема измерения длины окружности 1-го пояса резервуара, разметки образующих на цилиндрической стенке

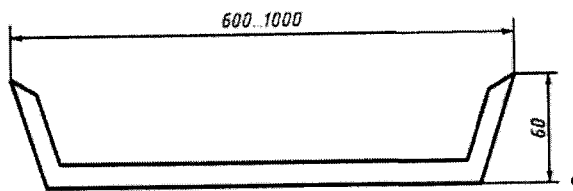


Рисунок А.3 – Скоба для измерений оправок на обход рулеткой накладок и других выступающих частей

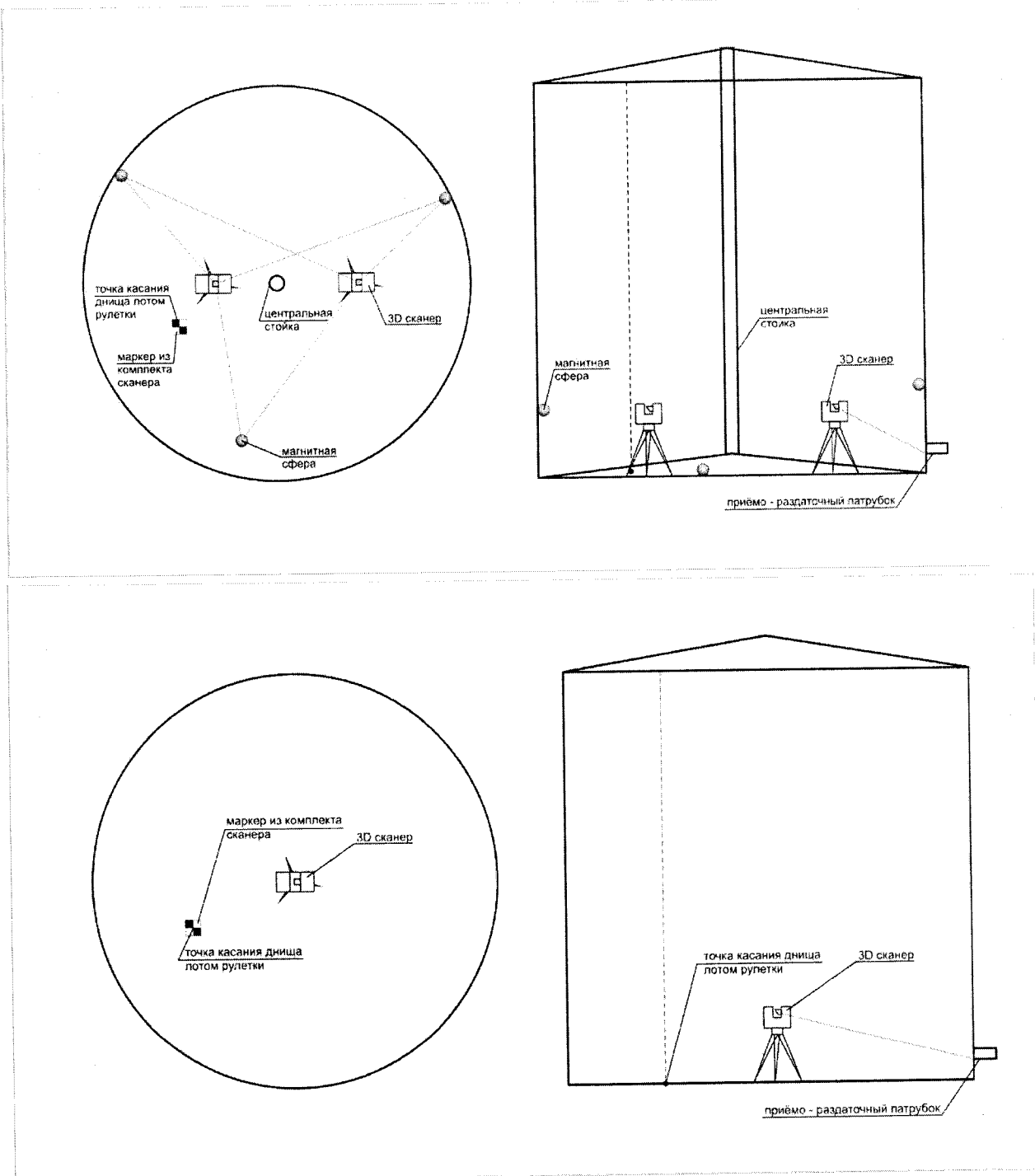


Рисунок А.4 – Схема сканирования внутренней полости резервуара

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 | Плотность хранимой жидкости $\rho_{жж}$, кг/м ³ | Погрешность определения вместимости резервуара, % |
| 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | |

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

| Температура, °С | | | | Загазованность, мг/м ³ |
|-----------------|-------------------|--------------|--------------|-----------------------------------|
| воздуха | стенки резервуара | | | |
| | t_p | t_p^{\max} | t_p^{\min} | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | |

окончание таблицы Б.2

| Скорость ветра, м/с | Влажность воздуха, % | Материал стенки резервуара |
|---------------------|----------------------|----------------------------|
| 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 | | |
| Фланец патрубка установки уровнемера | | |

Т а б л и ц а Б.4 – Параметры поясов резервуара В миллиметрах

| Номер пояса | Толщина | | |
|-------------|------------------|----------------------------|-------------------------|
| | Пояса δ_k | слоя краски $\delta_{с.к}$ | Покрытия $\delta_{с.п}$ |
| 1 | | | |
| | | | |

Т а б л и ц а Б.5 – Длина окружности первого пояса

| Номер измерения | Высота плоско-сти измерений, h^* , мм | Длина окружности L_n , мм | Поправка на обход накладок $\sum \Delta l_{обх.}$, мм | Число укладок ленты S , шт. |
|-----------------|---|-----------------------------|--|-------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |

Должности

знак поверки

Инициалы, фамилии

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(рекомендуемое)

Форма акта измерений базовой высоты резервуара

УТВЕРЖДАЮ

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

АКТ

измерений базовой высоты резервуара

от «___» _____ 20__ г.

Составлен в том, что комиссия, назначенная приказом по _____
наименование

_____, в составе председателя _____
предприятия - владельца резервуара

_____ и членов: _____
инициалы, фамилия инициалы, фамилия

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

при температуре окружающего воздуха _____ °С.

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

Результаты измерений представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

В миллиметрах

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

Относительное изменение базовой высоты резервуара δ_6 , %, вычисляют по формуле

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

фах.

Вывод – требуется (не требуется) внеочередная поверка резервуара.

Председатель комиссии

_____ инициалы, фамилия
подпись

Члены комиссии:

_____ инициалы, фамилия
подпись

_____ инициалы, фамилия
подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

Г.1 Форма титульного листа градуировочной таблицы¹⁾

Приложение к свидетельству
о поверке № _____

УТВЕРЖДАЮ

«___» _____ 201_ г.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА
на стальной вертикальный цилиндрический резервуар

РВС _____ № _____

Организация _____

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

Расширенная неопределенность (погрешность) 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 пояса резервуара

| Уровень наполнения, см | Вместимость, м ³ | Уровень наполнения, см | Вместимость, м ³ |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| $H_{мп}$ | | $H_i + 1$ | |
| $H_{мп} + 1$ | | ... | |
| $H_{мп} + 2$ | | ... | |
| ... | | ... | |
| ... | | ... | |
| ... | | ... | |
| H_i | | ... | |

Т а б л и ц а Г.2 – Средняя вместимость в пределах вместимости пояса, приходящейся на 1 мм высоты наполнения

| Уровень наполнения, мм | Вмести- мость, м ³ | Уровень наполнения, мм | Вмести- мость, м ³ | Уровень наполнения, мм | Вмести- мость, м ³ |
|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| 1 | | 4 | | 7 | |
| 2 | | 5 | | 8 | |
| 3 | | 6 | | 9 | |

Т а б л и ц а Г.3 – Вместимость в пределах «мертвой» полости резервуара²⁾

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

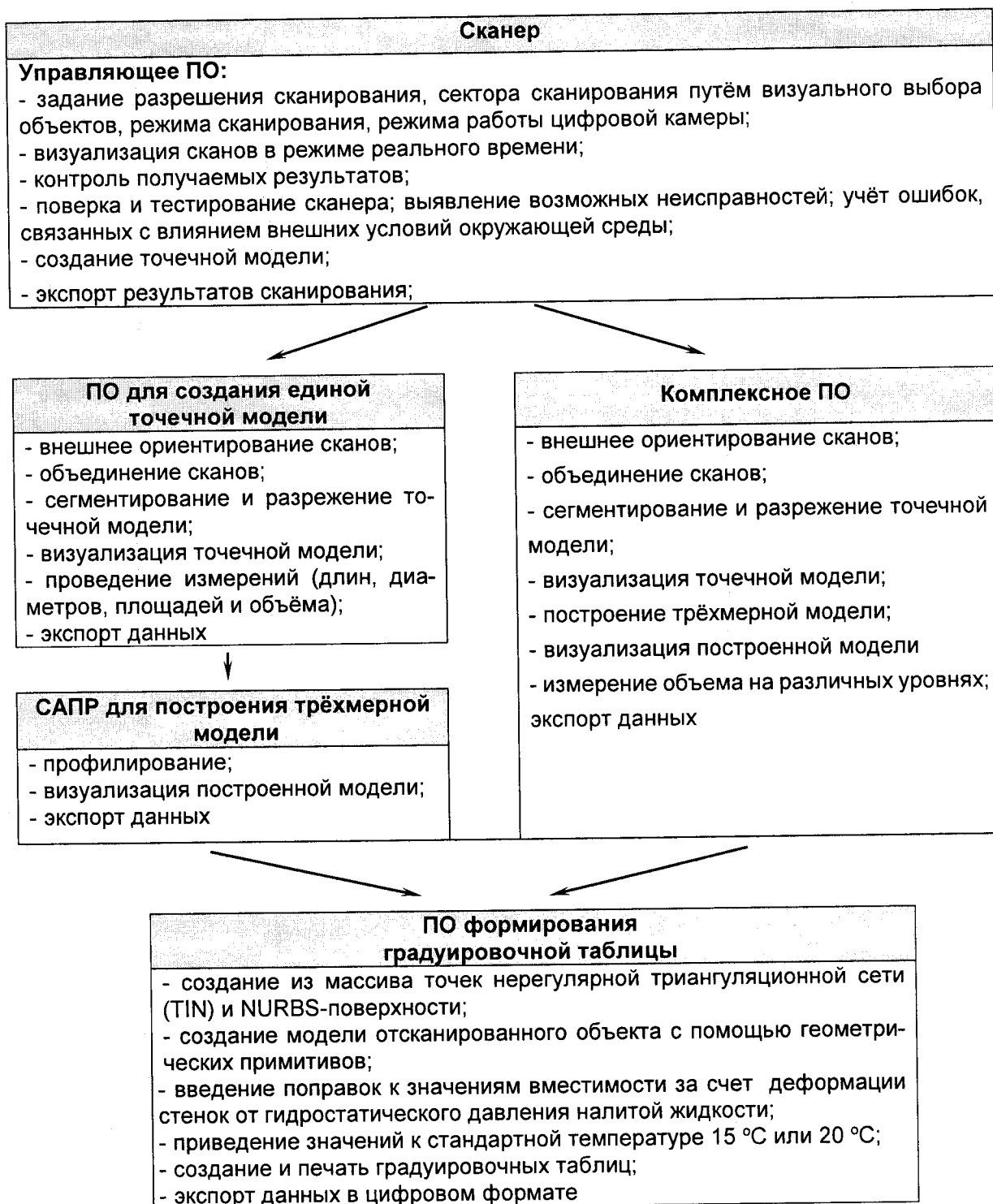
¹⁾ Форма градуировочной таблицы не подлежит изменению

²⁾ Заполняют по согласованию с Заказчиком

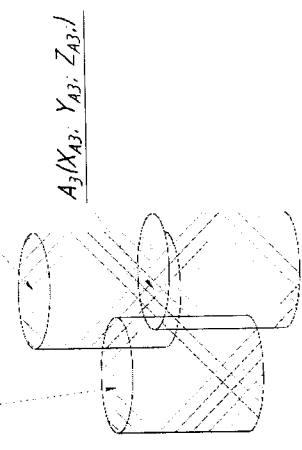
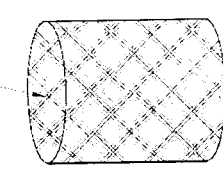
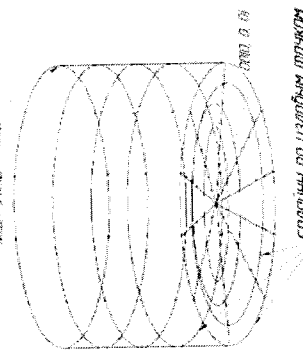
ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

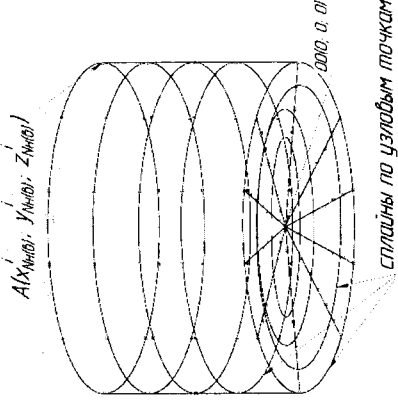
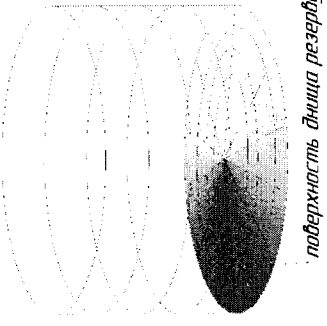
Алгоритм обработки результатов измерений при применении сканера и функциональные требования к программному обеспечению (ПО)



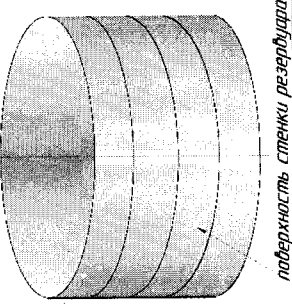
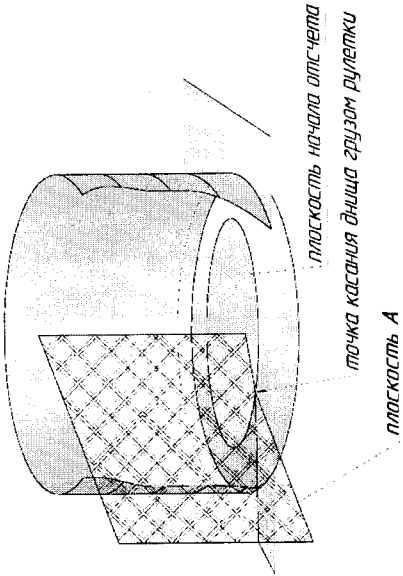
Т а б л и ц а Д.1

| Наименование этапа | Объект реализации/режим/параметры | Результат |
|---|---|---|
| <p>Этап 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - внешнее ориентирование сканов; - объединение сканов; | <p>ПО для создания единой точечной модели</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>Этап 3</p> <p>создание из массива точек нерегулярной триангуляционной сети (TIN) и NURBS-поверхности</p> | <p>САПР/3D эскиз/узловые точки</p> |  |

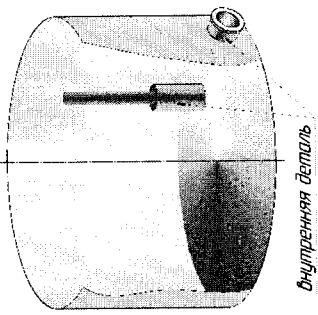
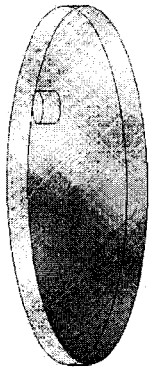
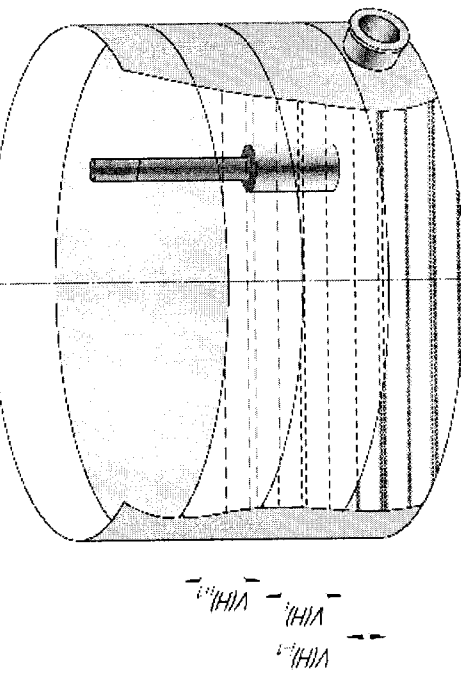
продолжение таблицы Д.1

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

продолжение таблицы Д.1

| | | |
|--|---|--|
| <p>Этап 6 Формирование поверхности стенки резервуара по поясам</p> | <p>САПР/3D эскиз/сплайны на поясах резервуара</p> |  |
| <p>Этап 7 Формирование плоскости А и плоскости начала отсчета</p> | <p>САПР/3D модель/рисунок А.18, таблица Б.7</p> |  |

продолжение таблицы Д.1

| | | |
|---|---|---|
| <p>Этап 8 Задание параметров внутренних деталей</p> | <p>ПО формирования градуировочной таблицы/3D модель/параметры внутренних деталей (таблицы Б.7, Б.8)</p> |  |
| <p>Этап 9 Измерение объема «мертвой» полости</p> | <p>ПО формирования градуировочной таблицы/3D модель/сечение плоскостью на уровне высоты «мертвой» полости параллельной плоскости начала отсчета</p> |  |
| <p>Этап 10 Измерения посантиметровой вместимости резервуара</p> | <p>САПР/3D модель/сечение модели плоскостями параллельными плоскости начала отсчета с шагом 1 см</p> |  |

| | | |
|---|---|--|
| Этап 11 Внесение поправки от деформации стенок к вместимости при стандартной температуре | Формула (Д.1) | Значение поправки от деформации стенок к вместимости при стандартной температуре |
| Этап 12 Приведение посантиметровой вместимости к стандартной температуре 15 °С или 20 °С | Формулы (Д.3) или (Д.4) соответственно, | 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 $\Delta V_{r,i}$ при наполнении k -го пояса вычисляют по формуле

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

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

H_j, δ_j – высота уровня и толщина j -го вышестоящего пояса (графа 3, таблица Е.1);

i – номер наполненного пояса;

A_2 – постоянный коэффициент для поверяемого резервуара, вычисляемый по формуле

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

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

$\rho_{ж.х}$ – плотность хранимой жидкости, (графа 11 таблица Б.1);

D_1 – внутренний диаметр 1-го пояса, значение принимаемое по таблице Е.1, графа 1, 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

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

- к стандартной температуре 20 °С вычисляют по формуле

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

где V_t – значение вместимости резервуара на уровне H (этап 11), м³;

$t_{ст}$ – 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

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 | Внутренний диаметр пояса D_i | Высота пояса H_i | Толщина стенки δ_k |
|---------|--------------------------------|--------------------|---------------------------|
| 1 | 1 | 2 | 3 |
| 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 |
|---|---------------------------------|-----------|
| Базовая высота H_6 , мм | | |
| Высота «мертвой» полости $H_{мп}$, мм | | |
| Вместимость «мертвой» полости $V_{мп}$, м ³ | | |

Вычисление провел

_____ (должность) _____ (подпись) _____ (расшифровка)

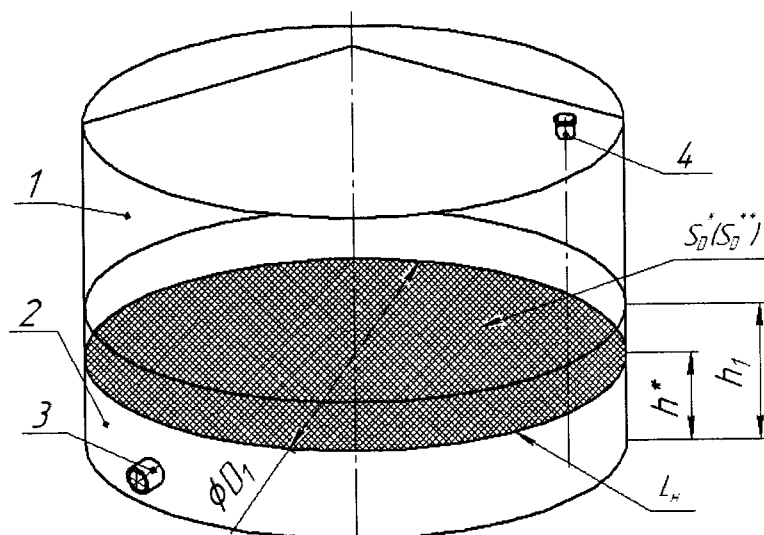
« ____ » _____ 201_ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(обязательное)

Оценка неопределенности вместимости резервуара при обработке результатов измерений ПО построения трехмерной модели (применение сканера) Equation Section (Next)

Ж.1 Неопределенность вместимости резервуара вычисляют по результатам оценки неопределенностей площадей S_D^* и S_D^{**} , вычисленных по результатам измерений длины наружной окружности первого пояса и сечения по построенной 3D модели резервуара (рисунок Ж.1).



1 – внутренняя полость резервуара; 2 – объем V_1 1 пояса; 3 – прямо-раздаточный патрубок; 4 – измерительный люк (точка измерений базовой высоты); h^* – высота плоскости измерения длины окружности 1 пояса; $S_D^*(S_D^{**})$ – площадь сечения в плоскости измерения длины окружности 1 пояса.

Рисунок Ж.1 – Схема измерений объема

Ж.2 Площадь сечения S_D^* , m^2 , вычисляют по результатам измерений длины наружной окружности первого пояса по формуле

$$S_D^* = 10^{-6} \cdot \frac{\pi(D_1)^2}{4}, \quad (Ж.1)$$

Внутренний диаметр первого пояса, мм, вычисляют по формуле

$$D_1 = \frac{L_{\text{вн}}}{\pi} \quad (\text{Ж.2})$$

Длину внутренней окружности первого пояса, мм, вычисляют по формуле

$$L_{\text{вн}} = L_{\text{н}} - 2\pi \cdot (\delta_1 + \delta_{\text{с.к}} + \delta_{\text{с.п}}). \quad (\text{Ж.3})$$

где δ_1 , $\delta_{\text{с.к}}$, $\delta_{\text{с.п}}$ – толщины стенок, слоя краски, покрытия соответственно, мм.

Длина наружной окружности первого пояса, мм, вычисляют по формуле

$$L_{\text{н}} = \frac{L_{\text{н1}} + L_{\text{н2}}}{2} - \sum_{i=1}^{n_1} \Delta l_{\text{обх.}j}, \quad (\text{Ж.4})$$

где $L_{\text{н1}}$, $L_{\text{н2}}$, $\Delta l_{\text{обх.}j}$ – величины, принимаемые по таблице Б.5, мм.

Ж.3 При вычислении неопределенности вместимости резервуара применяют методы, соответствующие требованиям ГОСТ Р 54500.3 и с учетом международного стандарта. [4].

Ж.4 Вычисления неопределенности параметров измерений.

Ж.4.1 Стандартную неопределенность отсчета показаний ленты, мм, вычисляют по формуле

$$u(L_{\text{н}})_r = e \sqrt{\frac{S}{12}}, \quad (\text{Ж.5})$$

где S – число укладок ленты при измерении длины окружности первого пояса, приведено в таблице Б.5 (графа 5);

e – цена деления шкалы ленты рулетки, принимаемая 1 мм.

Ж.4.2 Стандартную неопределенность расположения ленты рулетки к поверхности стенки резервуара, мм, вычисляют по формуле

$$u(L_{\text{н}})_p = \frac{e_1}{2\sqrt{3}}, \quad (\text{Ж.6})$$

где e_1 – неопределенность расположения ленты рулетки на окружности первого пояса, принимаемая по таблице Ж.2, мм;

Ж.4.3 Стандартную неопределенность совмещения ленты рулетки, мм, вычисляют по формуле

$$u(L_{\text{н}})_c = e \sqrt{\frac{S}{12}}, \quad (\text{Ж.7})$$

где S – число укладок ленты при измерении длины окружности первого пояса, приведено в таблице Б.5 (графа 5).

Ж.4.4 Стандартную неопределенность длины наружной окружности первого пояса, мм, вычисляют по формуле

$$u(L_H) = \sqrt{\left(\frac{[u(L_H)_r]^2 + [u(L_H)_p]^2 + [u(L_H)_c]^2}{2} + (2u^{ML})^2 \right)}, \quad (\text{Ж.8})$$

где L_{H1}, L_{H2} – значения длин наружной окружности первого пояса, мм, принимаемые по таблице Б.5, мм;

U^{ML} – расширенная неопределенность измерительной рулетки (с грузом), мм, вычисляемая по ГОСТ 7502, для рулетки 2-го класса точности по формуле

$$U^{ML} = \pm(0,30 + 0,15[L - 1]);$$

где L – число полных и неполных метров в отрезке.

Ж.4.5 Стандартную неопределенность толщины стенки резервуара, слоя краски, покрытия (ст, кр, п), мм, вычисляют по формуле

$$u^\delta = \sqrt{\frac{[(U^\delta)_{\text{ст}}]^2 + [(U^\delta)_{\text{кр}}]^2 + [(U^\delta)_{\text{п}}]^2}{2\sqrt{3}}}, \quad (\text{Ж.9})$$

где $\delta_k, \delta_{с.к}, \delta_{с.п}$ – величины, принимаемые по таблице Б.4, мм;

$U(\delta)$ – расширенная неопределенность толщины стенки, краски, покрытия, принимаемая по описанию типа толщиномера ультразвукового, мм.

Ж.4.6 Стандартную неопределенность длины внутренней окружности первого пояса, мм, вычисляют по формуле

$$u(L_{\text{вн}}) = \sqrt{[u(L_H)]^2 + [u^\delta]^2}. \quad (\text{Ж.10})$$

Ж.4.7 Стандартную неопределенность внутреннего диаметра первого пояса, мм, вычисляют по формуле

$$u(D_1) = \frac{u(L_{\text{вн}})}{\pi}. \quad (\text{Ж.11})$$

Ж.4.8 Стандартную неопределенность площади сечения S_D^* , %, первого пояса, вычисленную по результатам измерений длины окружности первого пояса, вычисляют по формуле

$$u(S_D^*) = \frac{[D_1 + u(D_1)]^2 - D_1^2}{D_1^2} \cdot 100. \quad (\text{Ж.12})$$

Ж.4.9 Расширенную неопределенность (погрешность) вместимости, %, вычисляют по формуле

$$UV = K \cdot \sqrt{[u(S_D^*)]^2 + \left[\left(\frac{S_D^* - S_D^{**}}{S_D^*} \right) \cdot 100 \right]^2}, \quad (\text{Ж.13})$$

где K – коэффициент обхвата при доверительной вероятности $P = 0,95$, его значение принимают равным 1,1;

S_D^* – площадь поперечного сечения в первом поясе на высоте h^* , вычисленную с использованием результатов измерений длины окружности первого пояса, по формуле (Ж.1), м²;

(измерения длины наружной окружности первого пояса), м²;

S_D^{**} – площадь поперечного сечения в первом поясе на высоте h^* (измерения длины наружной окружности первого пояса), вычисленное ПО на заданном уровне, м².

Ж.5 Результат вычисления расширенной неопределенности (погрешность) вместимости, %, вносят в графу 12 таблицы Б.1 протокола измерений, форма которого приведена в приложении Б и на титульный лист градуировочной таблицы, форма которой приведена в приложении Г.

Т а б л и ц а Ж.2 – Поправка к длине окружности за счет расположения рулетки к стенке резервуара

| Длина окружности пояса | В миллиметрах | |
|------------------------|-------------------------|--|
| | Значение поправки e_1 | |
| до 25000 | 2 | |
| от 25000 до 50000 | 3 | |
| от 50000 до 100000 | 5 | |
| от 100000 до 200000 | 6 | |

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 29—2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения
- [2] Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03 ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, утвержден приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 30.04.2003 г. № 76
- [3] Руководящий документ РД-03-20—2007 Положение об организации обучения и проверки знаний рабочих организаций, поднадзорных федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержден приказом Ростехнадзора от 29.01.2007 № 37
- [4] Международный стандарт ISO 7507-3:2006 Нефть и нефтепродукты. Калибровка вертикальных цилиндрических резервуаров. Часть 3. Метод оптической триангуляции (Petroleum and liquid petroleum products – Calibration of vertical cylindrical tanks – Part 3: Optical triangulation method)

