

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель директора  
ФБУ «Пензенский ЦСМ»

Ю.Г. Тюрина

«09» сентября 2024 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**РЕЗЕРВУАР ВЕРТИКАЛЬНЫЙ СТАЛЬНОЙ  
ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ РВС-2000**

Методика поверки

МП 649-2024

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки (далее — методика) распространяется на резервуар вертикальный стальной цилиндрический номинальной вместимостью 2000 м<sup>3</sup> (далее — РВС-2000) с заводским номером № МБ-2, предназначенный для измерения объема нефти и нефтепродуктов, а также для их приема, хранения и отпуска.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Номинальная вместимость, м <sup>3</sup>	2000
Пределы допускаемой относительной погрешности определения вместимости, %	±0,20

Настоящая методика поверки обеспечивает прослеживаемость поверяемого резервуара вертикального стального цилиндрического РВС-2000 в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2356 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости» к государственному первичному эталону единицы объема жидкости ГЭТ 216-2018 при условии, что средства поверки проверены в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Изготовитель — СТЭМ (резервуар изготовлен в 1961 году).

Место эксплуатации — Василеостровская теплоэлектроцентраль филиала «Невский» Публичного акционерного общества «ТERRиториальная генерирующая компания № 1» (ТЭЦ-7 филиала «Невский» ПАО «ТГК-1»).

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте 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 12.4.310-2020 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты работающих от воздействия нефти, нефтепродуктов. Технические требования

ГОСТ 19781-90 Обеспечение систем обработки информации программное. Термины и определения

ГОСТ 31385-2023 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 28243-96 Пирометры. Общие технические требования

## 3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей методике проверки применяются следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 резервуар вертикальный стальной:** Стальной сосуд в виде стоящего цилиндра с днищем, стационарный с кровлей или плавающей крышей, применяемый для хранения и измерений объема жидкостей.

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

**3.3 градуировочная таблица:** Зависимость вместимости от уровня наполнения резервуара при нормированном значении температуры, равной 20 °C.

Таблицу прилагают к свидетельству о поверке резервуара и применяют для определения в нем объема нефтепродукта.

**3.4 базовая высота резервуара:** Расстояние по вертикали от точки касания днища грузом рулетки до верхнего края измерительного люка или до риски направляющей планки измерительного люка (при наличии).

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

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

**3.7 действительная (фактическая) полная вместимость резервуара:** Вместимость резервуара, соответствующая предельному уровню его наполнения, установленная при его поверке.

**3.8 посантиметровая вместимость резервуара:** Вместимость резервуара, соответствующая высоте уровня (далее - уровень) налитых в него доз жидкости, приходящихся на 1 см высоты наполнения.

**3.9 коэффициент вместимости:** Вместимость, приходящаяся на 1 мм высоты наполнения.

**3.10 точка касания днища грузом рулетки (начало отсчета):** Точка на днище резервуара или на опорной плите (при наличии), которой касается груз измерительной рулетки при измерении базовой высоты резервуара и от которой проводят измерение уровня продукта при эксплуатации резервуара.

**3.11 эталонная точка резервуара:** Верхний срез фланца измерительного люка резервуара или риски на планке измерительного люка резервуара.

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

**3.13 максимальный уровень:** Максимально допустимый уровень наполнения резервуара жидкостью при его эксплуатации, установленный технической документацией на резервуар или рассчитанный.

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

**3.15 жидкость при хранении:** Жидкость, для хранения которой предназначен резервуар.

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

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

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

**3.19 «мертвый» остаток:** Объем жидкости, находящейся в «мертвой» полости резервуара.

**3.20 высота неровностей днища:** Расстояние по вертикали от точки касания днища грузом рулетки до уровня покрытия неровностей днища.

**3.21 объем неровностей днища:** Объем днища резервуара в пределах высоты неровностей днища.

**3.22 степень наклона резервуара:** Величина  $\eta$ , выражаемая через тангенс угла наклона вертикальной оси резервуара к горизонтальной плоскости, рассчитываемая по формуле

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

где  $\beta$  - угол наклона вертикальной оси резервуара (далее - угол наклона резервуара), в градусах.

**3.23 машина координатно-измерительная мобильная:** Машина координатно-

измерительная мобильная (далее - КИМ) предназначена для измерения методом трехмерного сканирования приращений координат и длин линий и определения по этим измерительным данным координат и геометрических размеров объектов.

**3.24 станция:** Точка стояния КИМ во время проведения измерений.

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

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

**3.27 объединенное («шитое») облако точек:** Приведенные к одной системе координат облака точек, измеренные с соответствующими станций.

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

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

**3.30 3D-моделирование:** Построение трехмерной модели объекта по объединенному («шитому») облаку точек специализированным программным обеспечением.

**3.31 рабочее программное обеспечение КИМ (рабочее ПО КИМ):** Встроенное программное обеспечение координатно-измерительной машины позволяющее создавать и управлять проектами сканирования и осуществлять сканирование.

**3.32 программное обеспечение «FARO SCENE» (ПО «FARO SCENE»):** Программа позволяющая управлять и обрабатывать данные сканирования в реальном времени.

**3.33 программный комплекс «Расходомер ИСО. Модуль «Расчет градуировочных таблиц резервуаров и танков»:** Программное обеспечение, представляющее собой математическую информационную систему для обработки результатов измерений при определении вместимости вертикальных резервуаров.

Реализован алгоритм по ГОСТ Р 8.996-2020 «Государственная система обеспечения единства измерений. Резервуары стальные вертикальные цилиндрические. Методика калибровки электронно-оптическим методом».

## 4 ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

4.2 Проводят следующие поверки резервуара:

- первичную – после 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 результатам ежегодных ее измерений; при внесении в резервуар конструктивных изменений, влияющих на его вместимость, и после очередного полного технического диагностирования.

## 5 МЕТОД ПОВЕРКИ

5.1 Поверку резервуара проводят геометрическим методом внутренних измерений с применением рабочего эталона единицы объема (вместимости) 2 разряда в составе: машины координатно-измерительной мобильной (далее - КИМ) со встроенным программным обеспечением (далее – ПО), рулетки измерительной металлической с грузом, пирометра инфракрасного.

При поверке резервуара вместимость резервуара определяют на основании вычисленно-го объема 3D-модели резервуара, построенной с помощью специализированного программного обеспечения по результатам измерений пространственных координат точек, лежащих на внутренней поверхности резервуара.

## **6 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ (ДАЛЕЕ - ПОВЕРКА)**

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

Таблица 2

Наименование операции	Номер раздела, пункта МП	Проведение операции при	
		первичной проверке	периодической проверке
1. Внешний осмотр	11	да	да
2. Подготовка к поверке	12	да	да
3. Определение метрологических характеристик резервуара	13	да	да
4. Измерение базовой высоты резервуара	13.1	да	да
5. Сканирование полости резервуара	13.2	да	да
6. Измерения прочих параметров резервуара	13.3	да	да
7. Подтверждение соответствия резервуара метрологическим требованиям	14	да	да

## **7 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

Температура окружающего воздуха: ..... от 5 °C до 35 °C.

**П р и м е ч а н и е** - Условия окружающей среды должны соответствовать значениям, приведенным в описании типа применяемого эталона (далее - средство измерений).

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

Резервуар при поверке должен быть порожним.

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

## **8 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ**

Измерения параметров при поверке резервуара проводит группа лиц (не менее двух человек), включая не менее одного специалиста, прошедшего курсы повышения квалификации [1].

Работы по поверке должны проводить лица, соответствующие требованиям пунктов 41, 42 Приказа Министерства экономического развития РФ от 26 октября 2020 № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

## **9 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ**

9.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 12	<p>Диапазон измерения массовой концентрации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– по изобутилену от 30 до 300 мг/м<sup>3</sup> с пределами допускаемой относительной погрешности ±5 %;</li> <li>– по гексану от 2 до 12 г/м<sup>3</sup> с пределами допускаемой относительной погрешности ±10 %;</li> <li>– по кислороду (% объемной доли) от 5 до 30 мг/м<sup>3</sup> с пределами допускаемой относительной погрешности ±5 %</li> </ul> <p>Диапазон измерений температуры от минус 20 до 60 °C, ПГ ±0,3 °C; диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, ПГ ±2 %; диапазон измерений атмосферного давления от 70 до 110 кПа, ПГ ±0,25 кПа</p> <p>Диапазон измерений температуры от минус 30 °C до плюс 900 °C, показатель визирования 60:1, имеющий функцию фокусирования объекта измерений, с пределами допускаемой абсолютной погрешности ±2 °C</p>	Анализатор-течесискатель АНТ-ЗМ (рег. № 39982-14 в ФИФ ОЕИ)
		Термогигрометр ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11 в ФИФ ОЕИ)
		Пирометр инфракрасный Fluke модели 572-2 (рег. № 56269-14 в ФИФ ОЕИ)
Раздел 13	<p>Диапазон измерений от 6 до 160000 м<sup>3</sup> Доверительные границы суммарной погрешности измерений объема (вместимости) от 0,05 до 0,15 %</p> <p>Диапазон измерений от 0,6 до 70 м Доверительные границы абсолютной погрешности измерений длины при доверительной вероятности 0,67, мм ±1,0 мм</p> <p>Номинальная длина шкалы 50000 мм Класс точности 2</p>	Рабочий эталон единицы объема (вместимости) 2 разряда в составе:
		Машина координатно-измерительная мобильная (далее - КИМ) FARO Laser Scanner Focus S70 (рег. № 70272-18 в ФИФ ОЕИ);  рулетка измерительная металлическая с грузом Р50Н2Г (рег. № 60606-15 в ФИФ ОЕИ);
	Диапазон измерений температуры от минус 30 °C до плюс 900 °C, показатель визирования 60:1, имеющий функцию фокусирования объекта измерений, с пределами допускаемой абсолютной погрешности ±2 °C	Пирометр инфракрасный Fluke модели 572-2 (рег. № 56269-14 в ФИФ ОЕИ)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в данной таблице.		

## 9.2 Вспомогательные средства:

1) Программное обеспечение «FARO SCENE», устанавливаемое на персональном компьютере, предназначенное для хранения и обработки измеренных данных или аналогичное программное обеспечение.

2) Программный комплекс «Расходомер ИСО». Модуль «Расчет градуировочных таблиц резервуаров и танков», устанавливаемый на персональном компьютере, для обработки результатов измерений резервуаров геометрическим методом или аналогичное программное обеспечение.

3) Персональный компьютер.

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

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

## 10 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

К проведению работ допускают лиц, освоивших настоящую методику, техническую документацию на резервуар и его конструкцию, средства измерений и прошедших инструктаж по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-2015.

Лица, проводящие работы, используют спецодежду по ГОСТ 12.4.310-2020, спецобувь по ГОСТ 12.4.137-2001, строительную каску по ГОСТ 12.4.087-84.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе, измеренная газоанализатором внутри резервуара на высоте 2000 мм, не должна превышать ПДК, установленной по ГОСТ 12.1.005-88 и соответствовать СанПиН 1.2.3685-21 [2].

Проведение измерений во время грозы **категорически запрещено**.

При необходимости для дополнительного освещения при проведении измерений параметров резервуара применяют переносные светильники во взрывозащищенном исполнении.

Перед началом работ проверяют исправность:

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

## 11 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

11.1 При внешнем осмотре резервуара проверяют:

- соответствие конструкции и внутренних деталей резервуара технической документации на него (паспорту, технологической карте на резервуар);
- наличие необходимой арматуры и оборудования;
- состояние отмостки резервуара (отсутствие трещин и целостность);
- чистоту внутренней поверхности резервуара.

Резервуар, не соответствующий перечисленным требованиям, к дальнейшей поверке не допускается.

11.2 Объемы внутренних деталей, влияющих (не влияющих) на вместимость резервуара, определяют по данным технической документации или по данным измерений геометрических параметров внутренних деталей с указанием их расположения по высоте от днища резервуара для дальнейшего включения (исключения) их из расчета.

## **12 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

При подготовке к поверке проводят следующие работы:

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

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

12.3 В рабочем ПО КИМ формируют файл проекта записи данных.

12.4 Измеряют параметры окружающего воздуха.

12.5 Проводят измерение температуры стенки резервуара с применением пиromетра.

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 2).

## **13 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗЕРВУАРА**

### **13.1 Измерение базовой высоты резервуара**

13.1.1 Базовую высоту  $H_6$  измеряют рулеткой с грузом не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно превышать 2 мм. Схема измерения базовой высоты резервуара приведена в приложении А (рисунок А.1). Отсчет проводят от риски измерительного люка или от его верхнего среза. Результаты измерений  $H_6$  вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица 3).

13.1.2 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 Г.

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.

### **13.2 Сканирование полости резервуара**

При проведении сканирования внутренней полости резервуара проводят следующие операции:

13.2.1 Подготавливают КИМ к работе в соответствии с требованиями его технической документации.

13.2.2 Определяют необходимое количество станций сканирования и места их расположения, обеспечивающих исключение неприсканированного пространства (теней).

Количество станций должно быть не менее трех.

Схема размещения станций должна обеспечивать видимость с каждой станции марки (рисунок А.2).

13.2.3 Операции сканирования и взаимной привязки станций проводят в соответствии с требованиями технической документации на КИМ и применяемого ПО «FARO SCENE».

Результаты измерений автоматически фиксируются и записываются в памяти процессора КИМ в заранее сформированном проекте.

### 13.3 Измерения прочих параметров резервуара

13.3.1 Вносят значение плотности  $\rho_{жк}$ , кг/м<sup>3</sup>, жидкости, для хранения которой предназначен резервуар (приложение Б, графа 7 таблица 2).

### 13.4 Обработка результатов измерений

Обработку результатов измерений при поверке проводят в соответствии с приложением Е. Результаты обработки измерений вносят в журнал, форма которого приведена в приложении В.

### 13.5 Составление градуировочной таблицы резервуара

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

13.5.2 Вместимость резервуара, соответствующую уровню жидкости  $H$ ,  $V(H)$ , вычисляют при приведении к стандартной температуре 20 °C по формуле:

$$V(H) = V_t \cdot [1 + 2\alpha_{ct} (t_{ct} - 20)]^{-1} \quad (2)$$

где  $V_t$  – вместимость резервуара при температуре калибровки, м<sup>3</sup>;

$t_{ct}$  – температура стенки резервуара, принимаемая по таблице 2 (графа 2) приложения Б;

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

П р и м е ч а н и е - Значение температуры указано на титульном листе градуировочной таблицы.

13.5.3 В пределах каждого пояса вычисляют коэффициент вместимости, равный вместимости, приходящейся на 1 мм высоты наполнения по формуле, приведенной в приложении Д.

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

13.5.5 При составлении градуировочной таблицы значения вместимости округляют до 1 дм<sup>3</sup>.

13.5.6 Обработку результатов измерений проводят с помощью программного обеспечения.

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

## 14 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ РЕЗЕРВУАРА МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Обработку результатов измерений проводят с помощью программного обеспечения «FARO SCENE», программного комплекса «Расходомер ИСО. Модуль «Расчет градуировочных таблиц резервуаров и танков» или аналогичного программного обеспечения.

Резервуар считают соответствующим метрологическим требованиям, и результаты поверки положительными, если:

- полученное (рассчитанное) значение погрешности не превышает значения, приведенного в таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности определения вместимости резервуара, %	±0,20

В случае, если значение погрешности определения вместимости резервуара не соответствует значению, приведенному в таблице 4, результаты поверки считаются отрицательными.

## 15 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

15.1 Результат поверки резервуаров подтверждается сведениями о результатах поверки средств измерений (СИ), включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФ по ОЕИ).

15.2 При положительных результатах поверки резервуара оформляют свидетельство о поверке в соответствии с действующими нормативными и правовыми актами проведения поверки.

15.3 Результаты измерений оформляются протоколом, форма которого приведена в приложении Б, который является исходным документом для расчета градуировочной таблицы.

15.4 К свидетельству о поверке прикладывают градуировочную таблицу с результатами обработки измерений и эскизом резервуара.

15.5 Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы приведены в приложении Д.

15.6 Титульный лист, протокол измерений параметров резервуара и последнюю страницу градуировочной таблицы подписывают поверители, подписи заверяют знаком поверки.

15.7 Градуировочную таблицу утверждает руководитель организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки данного типа средств измерений.

15.8 При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное)

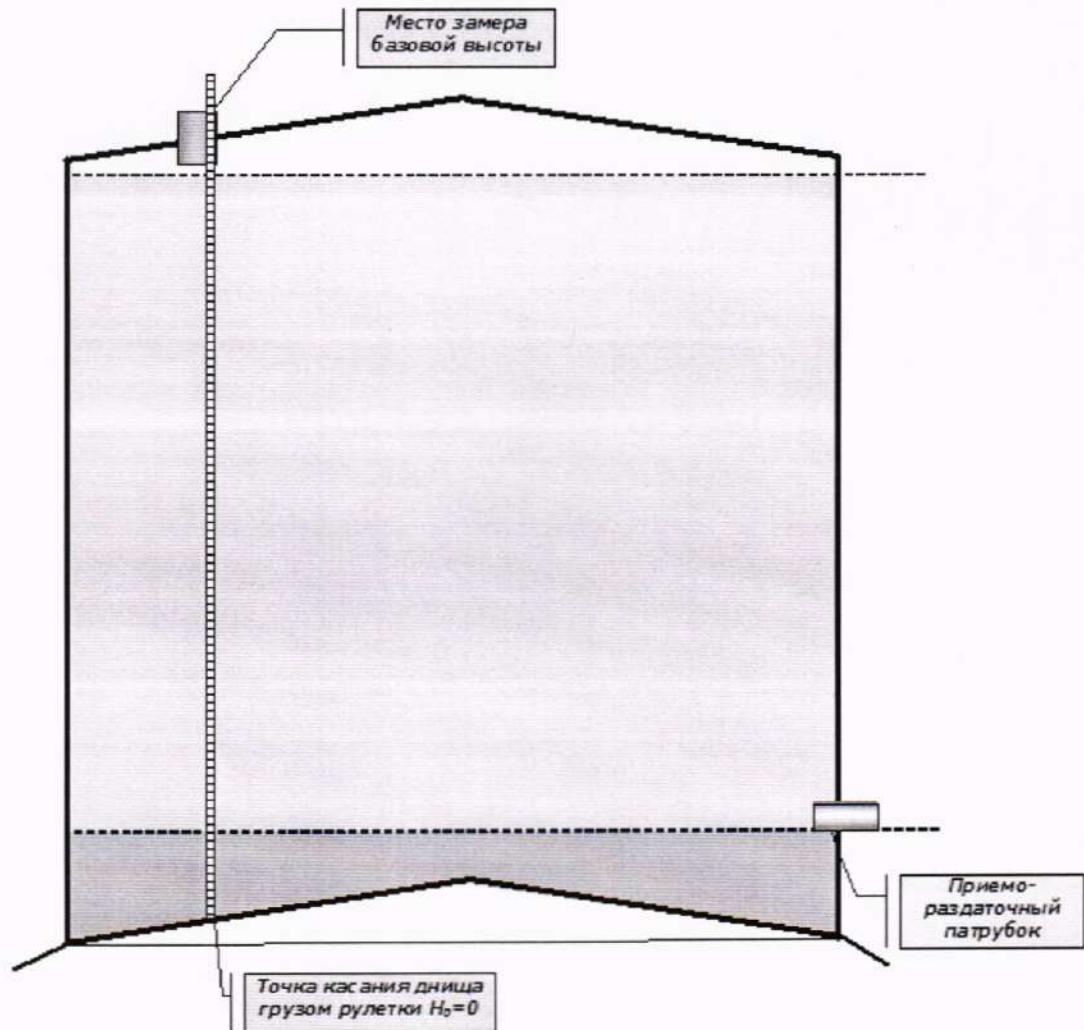
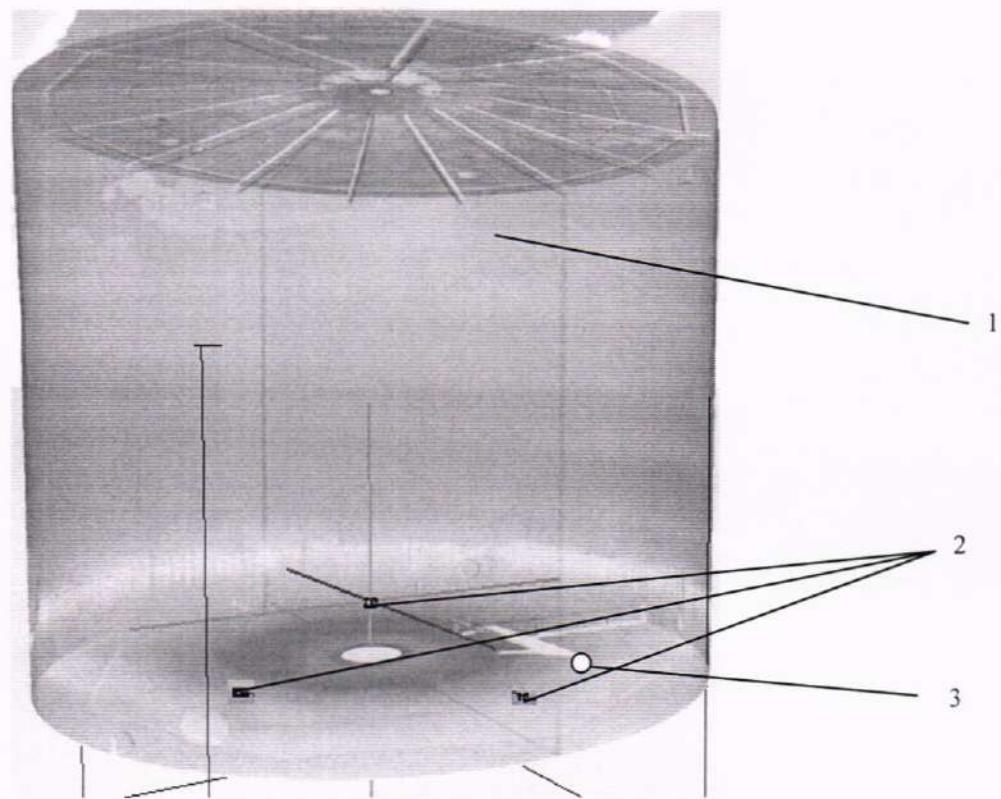


Рисунок А.1. Схема измерения базовой высоты резервуара



1 – внутренняя полость резервуара;

2 – станции, точки стояния КИМ во время измерения;

3 – точка установки сферической марки в точке касания днища грузом рулетки.

Рисунок А.2. Схема сканирования внутренней полости резервуара

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**(рекомендуемое)**  
**Форма протокола измерений параметров резервуара**  
**ПРОТОКОЛ**  
**измерений параметров резервуара**

Таблица 1 - Общие данные

Код документа	Регистрационный номер	Дата			Основание для проведения поверки
		Число	Месяц	Год	
1	2	3	4	5	6

Продолжение таблицы 1

Место проведения поверки	Рабочие эталоны и вспомогательные средства
7	8

Окончание таблицы 1

Резервуар		
Тип	Номер	Погрешность определения вместимости резервуара, %
9	10	11

Таблица 2 - Условия проведения измерений и параметры резервуара

воздуха	Температура, С°			Загазованность, мг/м <sup>3</sup>	
	стенки резервуара				
	t <sub>p</sub>	t <sub>p</sub> <sup>max</sup>	t <sub>p</sub> <sup>max</sup>		
1	2	3	4	5	

Окончание таблицы 2

Материал стенки резервуара	Плотность хранимой жидкости ρ <sub>жк</sub> , кг/м <sup>3</sup>
6	7

Таблица 3 – Базовая высота резервуара

В миллиметрах

Точка измерения базовой высоты H <sub>б</sub>	Номер измерения	
	1	2
Риска измерительного люка		
Верхний срез измерительного люка		

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
**(рекомендуемое)**  
**Форма журнала результатов обработки измерений**

**РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ**

Таблица 4 – Параметры вместимости резервуара

Название параметра резервуара	Значение

Таблица 5 – Файл облака точек

Имя файла	Количество точек	Контрольная сумма, MD5

Таблица 6 – Дополнительные параметры сканирования

Нижняя точка стенки рядом со сливным патрубком	Точка начала отсчета

Таблица 7 – Погрешность определения координат

Способ определения погрешности координат	Погрешность определения расстояния, мм	Доверительная вероятность

Должность.  
Инициалы Фамилия

Должность.  
Инициалы Фамилия

Должность.  
Инициалы Фамилия

ПРИЛОЖЕНИЕ Г  
(рекомендуемое)  
**Форма акта измерения базовой высоты резервуара**  
УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_ Руководитель предприятия- владельца резервуара

Инициалы Фамилия

**АКТ**  
измерений базовой высоты резервуара  
от «\_\_» 20\_\_ года

Составлен в том, что комиссия, назначенная приказом № \_\_ от «\_\_» 20\_\_ года по  
\_\_\_\_\_, в составе председателя \_\_\_\_\_  
и членов: \_\_\_\_\_

провела контрольные измерения базовой высоты резервуара вертикального стального цилиндрического РВС-\_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ при температуре окружающего воздуха \_\_\_\_ °C.

Измерения базовой высоты проведены рулеткой с грузом \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_.

Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1

Базовая высота резервуара, мм		Уровень наполнения резервуара, мм
Среднее арифметическое значение результатов двух измерений, $(H_\delta)_k$	Значение базовой высоты, установленное при поверке резервуара, $(H_\delta)_n$	
1	2	3

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

$$\delta\delta = \frac{(H_\delta)_k - (H_\delta)_n}{(H_\delta)_n} \cdot 100 \% = \text{_____ \%},$$

где значения величин  $(H_\delta)_k$ ,  $(H_\delta)_n$  приведены в 1-й и 2-й графах.

Вывод: требуется (не требуется) корректировка градуировочной таблицы

Председатель комиссии:

подпись

инициалы фамилия

Члены:

подпись

инициалы фамилия

подпись

инициалы фамилия

подпись

инициалы фамилия

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное)

## Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

#### Д.1 Форма титульного листа градуировочной таблицы

### Наименование исполнителя

**УТВЕРЖДАЮ**

« » 20 г.

## ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА

резервуар стальной вертикальный цилиндрический

Тип резервуара: номер:

### Организация-владелец:

Погрешность определения вместимости резервуара:

Участок ниже \_\_\_\_\_ мм для учетных и торговых операций не используется

Интервальные вместимости резервуара приведены к 20 °С

Дата проведения поверки:

Дата очередной поверки:

Должность,  
Имя отчества Фамилии

Должность.

Должность:

Д.2 Форма градуировочной таблицы резервуара

Страница \_\_\_\_\_ Всего страниц \_\_\_\_\_

Регистрационный номер № \_\_\_\_\_

Градуировочная таблица

Организация \_\_\_\_\_

Наименование организации – вкладыш резервуара

Тип: \_\_\_\_\_ Номер: \_\_\_\_\_

Уровень наполнения, см	Вместимость, м <sup>3</sup>	Коэффициент вместимости, м <sup>3</sup> /мм <sup>1)</sup>	Уровень наполнения, см	Вместимость, м <sup>3</sup>	Коэффициент вместимости, м <sup>3</sup> /мм
H <sub>МП</sub>	508,502	1,068	H <sub>i</sub> +1		
H <sub>МП</sub> +1	519,183		H <sub>i</sub> +2		
H <sub>МП</sub> +2			.....		
.....			.....		
.....			.....		
H <sub>i</sub>			H <sub>пр</sub>		

<sup>1)</sup>Коэффициент вместимости, равный:

$$\frac{519,183 - 508,502}{10} = 1,068 \text{ м}^3/\text{мм.}$$

\_\_\_\_\_  
Должность.  
Инициалы Фамилия

\_\_\_\_\_  
Должность.  
Инициалы Фамилия

\_\_\_\_\_  
Должность.  
Инициалы Фамилия

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е  
(обязательное)**

**Алгоритм обработки результатов измерений при применении координатно-измерительной машины (КИМ) и функциональные требования к программному обеспечению (ПО)**

Координатно-измерительная машина (КИМ)

Рабочее ПО КИМ:

- проверка и тестирование КИМ; выявление возможных неисправностей; учет ошибок, связанных с влиянием внешних условий окружающей среды;
- задание: разрешения сканирования; сектора сканирования, путем визуализации выбора объектов; режима сканирования; режима работы цифровой камеры;
- выполнение сканирования в реальном времени;
- контроль получаемых результатов;
- экспорт результатов сканирования



ПО FARO SCENE

- импорт результатов сканирования;
- ориентирование сканов в пространстве;
- распознавание сканов;
- объединение сканов;
- создание облака точек;
- проведение измерений (длин, диаметров);
- разрежение облака точек;
- экспорт облака точек.



**Программный комплекс «Расходомер ИСО. Модуль «Расчет градуировочных таблиц резервуаров и танков»:**

- импорт облака точек;
- формирование и ведение базы данных об объектах работ, резервуарах и организациях-владельцах;
- обработка результатов измерений по данным облака точек;
- введение поправок к значениям вместимости за счет деформации стенок от гидростатического давления налитой жидкости;
- приведение значений к стандартной температуре 20,0 °C;
- создание и печать протокола измерений параметров резервуара, результатов обработки и эскиза резервуара;
- создание и печать градуировочных таблиц;
- экспорт данных в цифровом формате.

## БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Руководящий документ РД-03-20-2007 Положение об организации обучения и проверки знаний рабочих организаций, поднадзорных федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утверждено приказом Ростехнадзора от 29.01.2007 г. № 37
- [2] Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"