

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

«31» июля 2019 г.

ИНСТРУКЦИЯ

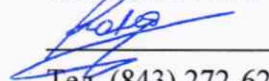
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Резервуар стальной вертикальный цилиндрический РВС-42000

Методика поверки

МП 0996-7-2019

Начальник НИО-7


Кондаков А. В.
Тел. (843) 272-62-75; 272-54-55

Казань 2019 г.

Предисловие

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

ИСПОЛНИТЕЛИ: В. М. Мигранов

2 УТВЕРЖДЕНА ФГУП «ВНИИР» 31 июля 2019 г.

3 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения.....	2
4 Требования к организации проведения поверки	3
5 Метод поверки.....	3
6 Операции поверки	4
7 Средства поверки.....	4
8 Требования безопасности.....	5
9 Условия поверки и показатели точности измерений.....	5
10 Подготовка к поверке.....	6
11 Проведение поверки	7
11.1 Внешний осмотр	7
11.2 Измерение эталонных высот уровнемеров	7
11.3 Сканирование внутренней полости резервуара.....	7
12 Обработка результатов измерений	8
12.1 Обработка результатов измерений	8
12.2 Составление градуировочной таблицы резервуара	8
13 Оформление результатов поверки	8
Приложение А	10
Приложение Б	12
Приложение В	14
Приложение Г	16
Приложение Д.....	21
БИБЛИОГРАФИЯ.....	22

Инструкция.

Государственная система обеспечения
единства измерений

Резервуар стальной вертикальный
цилиндрический РВС-42000.

Методика поверки. МП 0996-7-2019

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая инструкция распространяется на резервуар стальной вертикальный цилиндрический (далее - резервуар), номинальной вместимостью 42000 м³ РВС-42000 с заводским номером 73D01 расположенный по адресу: Ленинградская область, Выборгский район, п. Кондратьево, Комплекс по производству, хранению и отгрузке сжиженного природного газа в районе КС «Портовая», предназначенный для измерения объема, а также для приема, хранения и отпуска сжиженного природного газа (СПГ) и устанавливает методику его первичной и периодической поверки.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей инструкции использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.004—2015	Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения
ГОСТ 12.1.005—88	Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
ГОСТ 12.4.087—84	Система стандартов безопасности труда. Строительство. Каски строительные. Технические условия
ГОСТ 12.4.137—2001	Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия
ГОСТ 19781—90	Обеспечение систем обработки информации программное. Термины и определения
ГОСТ 28243—96	Пирометры. Общие технические требования
ГОСТ 12.4.310—2016	Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты работающих от воздействия нефти, нефтепродуктов. Технические требования

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 резервуар стальной вертикальный цилиндрический: Конструкция, включающая в себя внутренний металлический вертикальный цилиндрический резервуар с кровлей и наружный железобетонный резервуар, применяемый для изотермического хранения, отпуска, приема и измерения количества сжиженного природного газа [рисунок А.1¹⁾].

3.2 градуировочная таблица: Зависимость вместимости от высоты уровня наполнения резервуара при нормированном значении температуры, равной минус 162 °С.

Примечание – Таблицу прилагают к свидетельству о поверке резервуара и применяют для определения в нем объема жидкости.

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

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

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

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

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

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

3.9 начало отсчета: Точка проекции вертикальной оси уровнемера на опорную плиту уровнемерной трубы резервуара, от которой начинается градуировочная таблица для данного уровнемера (рисунок А.2).

Примечание – Для каждого установленного уровнемера составляется индивидуальная градуировочная таблица

3.10 эталонное расстояние уровнемера $H_{\text{эт.уров}}$: расстояние по вертикали от точки начала отсчета до верхнего фланца установки уровнемера (рисунок А.2).

3.11 «мертвая» полость резервуара: Нижняя часть резервуара, из которой нельзя выбрать жидкость, используя раздаточное устройство.

3.12 высота «мертвой» полости $H_{\text{МП}}$: Расстояние по вертикали от точки начала отсчета до нижнего среза раздаточного устройства (рисунок А.2).

¹⁾ Здесь и далее по тексту первый символ указывает соответствующее приложение

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

3.14 **станция**: Точка стояния лазерного сканера во время проведения измерений.

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

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

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

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

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

3.21 **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.

3.22 **3D-моделирование**: Построение трехмерной модели объекта, по объединенному («сшитому») облаку точек специализированным программным обеспечением.

3.23 **тень**: Не отсканированная область танка, возникающая при перекрытии луча сканера внутренними деталями и другими объектами.

4 ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.1 Поверку резервуара, проводят юридические лица и индивидуальные предприниматели (далее – организация), аккредитованные в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации на право проведения поверки.

4.2 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.

4.3 Интервал между поверками - 5 лет.

5 МЕТОД ПОВЕРКИ

5.1 Поверку резервуара проводят геометрическим методом с применением лазерной координатно-сканирующей системы (далее – сканер).

5.2 При геометрическом методе поверки 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 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Т а б л и ц а 1

Наименование операции	Номер пункта
Внешний осмотр	10.1
Измерение эталонных высот уровнемеров	10.2
Сканирование внутренней полости резервуара	10.3

7 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При поверке резервуара применяют следующие рабочие эталоны и вспомогательные средства.

7.1.1 При поверке применяют следующие рабочие эталоны, средства измерений и вспомогательные средства:

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

Применяемое ПО - 3DReshaper или аналогичное программное обеспечение с результатами сличения с 3DReshaper не превышающими $\pm 0,05$ % (далее – ПО).

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

7.1.2 Вспомогательные средства:

- анализатор-течеискатель типа АНТ-3М;
- марки, листы формата А4 с контрастным изображением (рис. 1).

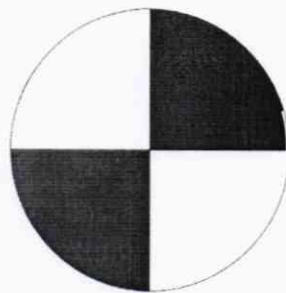


Рисунок 1 – Пример изображения марки.

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

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

8 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении первичной поверки соблюдают следующие требования.

8.1 Измерения параметров при первичной 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 [1].

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 12.4.310, 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 внутри резервуара на высоте 2000 мм, не должна превышать ПДК, определенной по ГОСТ 12.1.005 и соответствующей гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.3532-18 [2].

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

8.6 Перед началом работ проверяют исправность:

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

9 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 При проведении первичной поверки соблюдают следующие условия.

9.1.1 Температура окружающего воздуха:.....от 5 °С до 35 °С.

9.1.2 Относительная влажность воздуха:.....не более 95 %.

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

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

9.1.5 Резервуар при поверке должен быть порожним.

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

9.1.7 Загазованность в воздухе вблизи или внутри резервуара не более ПДК вредных веществ, установленных по ГОСТ 12.1.005 и соответствующей гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.3532-18 [1].

9.2 Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуара приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование параметра	Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуара
Высота пояса, мм	± 2
Линейные расстояния, мм	± 5
Температура стенки резервуара, °С	± 2

9.3 При соблюдении, указанных в таблице 2, пределов допускаемой погрешности измерений погрешность определения вместимости резервуара находится в пределах $\pm 0,50$ %.

10 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

10.1 При подготовке к поверке проводят следующие работы.

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

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

10.1.3 В сервисном ПО сканера формируют файл проекта записи данных.

10.1.4 Измеряют параметры окружающего воздуха.

10.1.5 Проводят измерение температуры стенки резервуара с применением пирометра (7.1.3). 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).

10.1.6 При периодической поверке проводят затепление резервуара для этого проводят следующие операции:

- сливают СПГ до минимально допустимого уровня;
- выдерживают резервуар в течение времени, необходимого для испарения оставшегося СПГ в «мертвом» остатке резервуара;
- проводят инертзацию резервуара;
- подают «нулевой» газ в резервуар;
- проводят измерение параметров воздуха внутри резервуара портативным газоанализатором.

10.1.7 Получают следующие документы, выданные соответствующими службами владельца резервуара:

- акт на зачистку резервуара/акт инертзации¹⁾;

¹⁾ При проведении периодической поверки

- заключение о состоянии воздуха внутри резервуара, о соответствии концентрации вредных веществ нормам ГОСТ 12.1.005.

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, неперфорированные колонны и т.д. и фиксируют их в копии технического проекта для дальнейшего исключения их из расчета.

11.1.3 Фиксируют марками точки начала отсчета для каждого уровнемера и нумеруют их (рисунок А.2).

11.2 Измерение эталонных высот уровнемеров

11.2.1 Эталонную высоту уровнемера $H_{\text{эт.уров}}$, мм, принимают по его паспорту (рисунок А.2).

Результат $H_{\text{эт.уров}}$ вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.3).

11.3 Сканирование внутренней полости резервуара

При проведении сканирования внутренней полости резервуара проводят следующие операции.

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

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

На стенках устанавливают по периметру марки.

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

Количество станций должно быть не менее пяти.

Схема размещения станций должна обеспечить видимость меток точек начала отсчета, размеченных по 11.1.3 (рисунок А.3).

11.3.3 Сканирование проводят последовательно с каждой станции в режиме кругового обзора (360°).

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

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

12 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

12.1 Обработка результатов измерений

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

12.1.2 Результаты вычислений вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Д.

12.2 Составление градуировочной таблицы резервуара

Для каждого уровнемера составляют индивидуальную градуировочную таблицу.

12.2.1 Градуировочную таблицу составляют, с шагом $\Delta H_{и} = 1$ см, начиная с уровня точки начала отсчета и до предельного уровня $H_{пр}$, равного 31500 мм (по проектной документации).

Вместимость резервуара на заданных уровнях наполнения определяют с применением ПО в 3D-модели

12.2.2 Вместимость резервуара $V(H)$ по 12.2.2, соответствующую уровню жидкости H , приводят к температуре минус 162 °С по формуле (Г.1) [Этап 10 приложение Г].

П р и м е ч а н и е – Поправку к вместимости резервуара за счет деформации стенок под воздействием гидростатического давления налитой жидкости, аналогично ГОСТ 8.570, не учитывают ввиду малого значения плотности налитой жидкости и, как следствие, пренебрежительно малым значением поправки.

12.2.4 Вычисляют коэффициент вместимости для каждого сантиметрового уровня наполнения, равный вместимости, приходящейся на 1 мм высоты наполнения и приводят в виде таблицы в конце таблицы пояса.

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

12.2.6 Обработку результатов измерений проводят программным обеспечением в соответствии с приложением Г.

12.2.7 Результаты измерений должны быть внесены в Журнал обработки результатов измерений, форма которого приведена в приложении Д.

13 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

13.1 Результаты поверки резервуара оформляют свидетельством о поверке.

13.2 К свидетельству о поверке прикладывают:

- а) градуировочную таблицу;
- б) протокол и журнал (оригинал прикладывают к первому экземпляру градуировочной таблицы);

13.3 Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы приведены в приложении В.

Протокол подписывает поверитель.

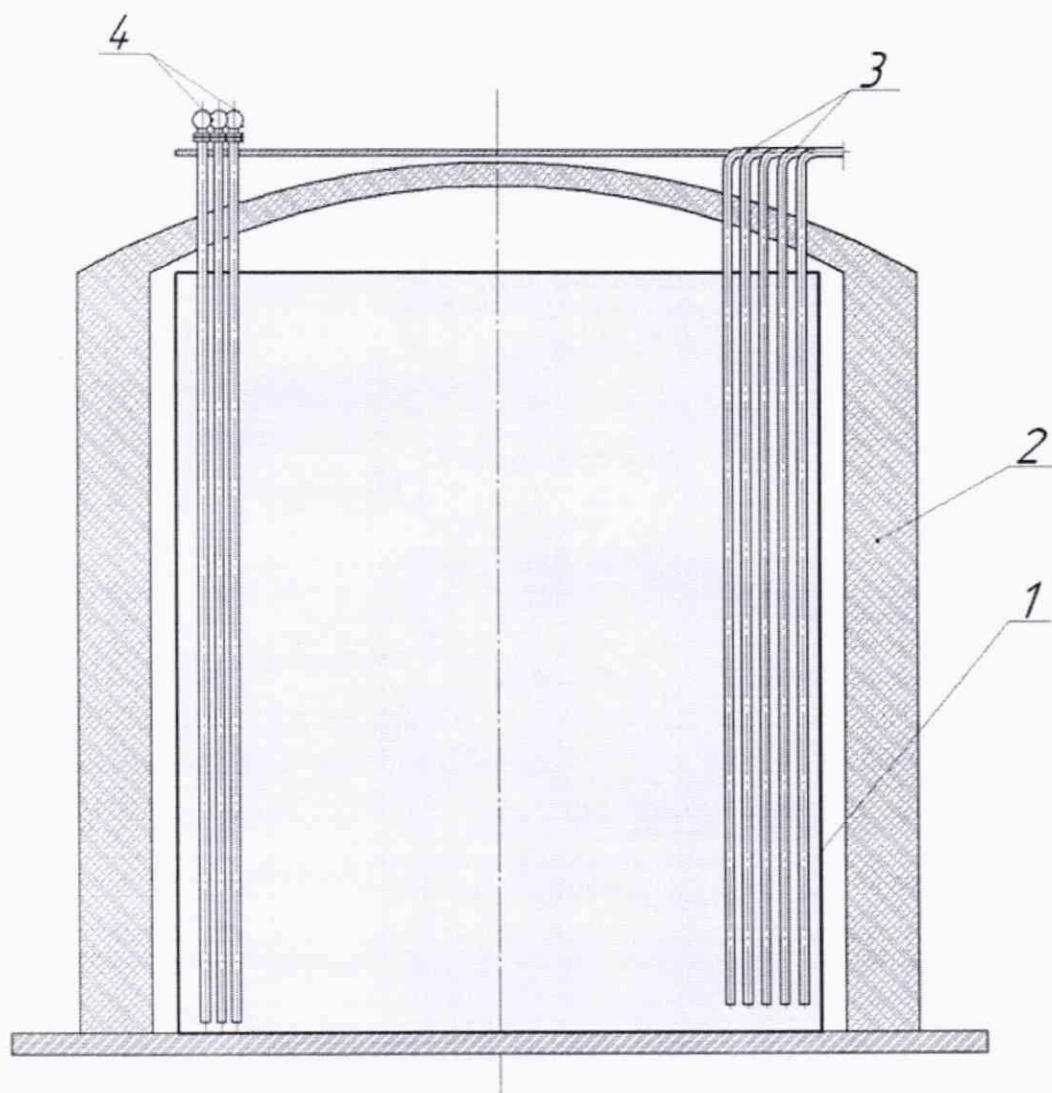
Подпись и журнал заверяют знаком поверки.

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 на право проведения поверки данного типа средств измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)



1 – внутренний резервуар; 2 – наружный железобетонный резервуар;
3 – приемные и раздаточные устройства; 4 – уровнемеры

Рисунок А.1 – Схема резервуара стального вертикального
цилиндрического РВС-42000

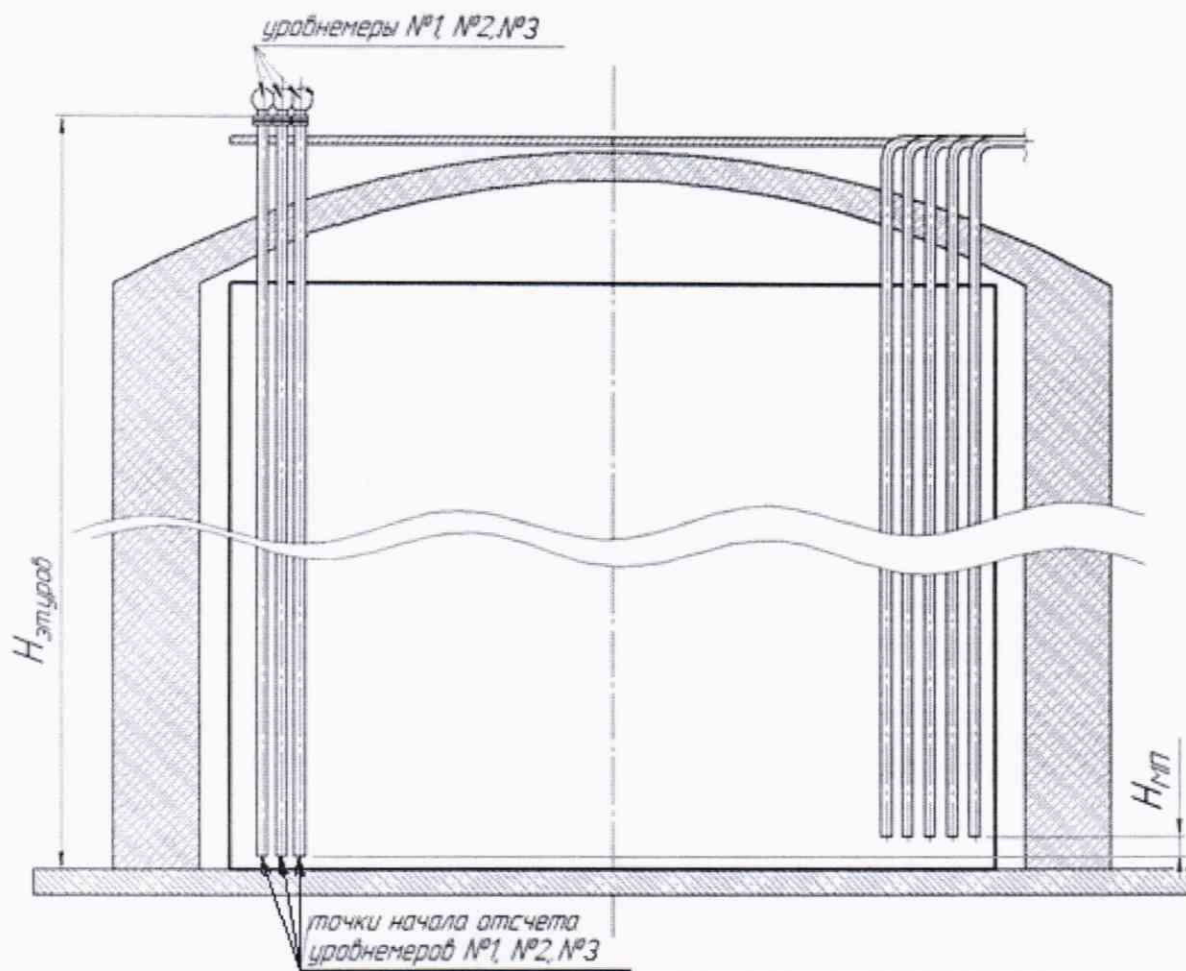
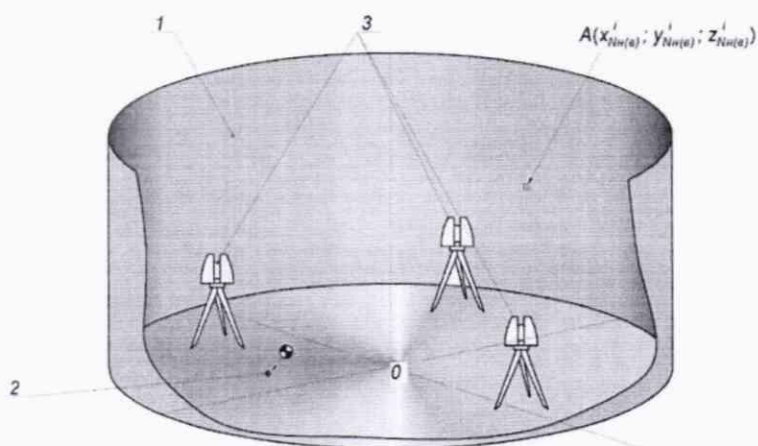


Рисунок А.2 – Схема измерений эталонного расстояния уровнемера и высоты «мертвой» полости резервуара



1 – внутренняя полость резервуара; 2 – точка разметки начала отсчета;
3 – точки стояния станций съемки

Рисунок А.3 – 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

Продолжение таблицы Б.1

Место проведения	Рабочие эталоны и вспомогательные средства
7	8

Окончание таблицы Б.1

Резервуар		
Тип	Номер	Погрешность определения вместимости резервуара, %
9	10	11
		0,5

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

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

Влажность воздуха, %	Материал стенки резервуара
6	7
	X7Ni9 (07X21H5AG7)

Т а б л и ц а Б.3 – Эталонное расстояние уровнемера

В миллиметрах

Измеренное значение $H_{\text{эт.уров}}$ для уровнемера	Номер измерения	
	1	2

Должность

Подпись

Инициалы, фамилия

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

В.1 Форма титульного листа градуировочной таблицы¹⁾

Приложение к свидетельству
о поверке № _____

УТВЕРЖДАЮ

«__» _____ 20__ г.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА №
на резервуар стальной вертикальный цилиндрический

РВС-42000 №

Организация _____

Данные соответствуют температуре: минус 162 °С

Погрешность определения вместимости $\pm 0,5 \%$

Срок очередной поверки _____

Поверитель

подпись

М.П.

должность, инициалы, фамилия

¹⁾ Форма титульного листа не подлежит изменению

В.2 Форма градуировочной таблицы резервуара¹⁾

Лист ___ из _____

Т а б л и ц а В.1 – Посантиметровая вместимость резервуара

Уровень наполнения, см	Вместимость, м ³	Коэффициент вместимости, м ³ /мм	Уровень наполнения, см	Вместимость, м ³	Коэффициент вместимости, м ³ /мм
$H_{мп}$			$H_j + 1$		
$H_{мп} + 1$...		
$H_{мп} + 2$...		
...			...		
...			...		
...			...		
H_j			...		

Т а б л и ц а В.2 – Вместимость в пределах «мертвой» полости резервуара

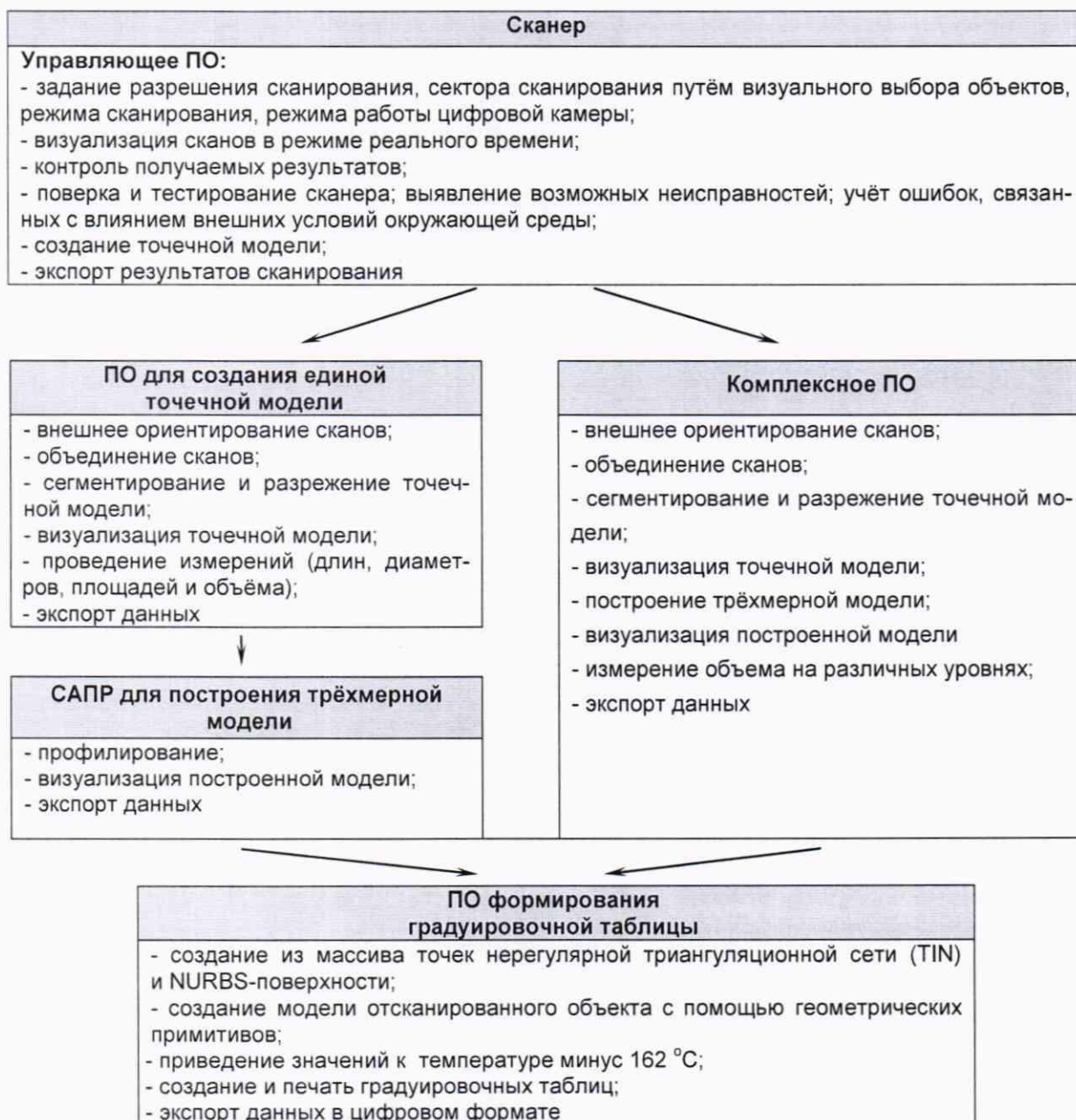
Уровень наполнения, см	Вместимость, м ³	Уровень наполнения, см	Вместимость, м ³
0		...	
1		...	
...		$H_{мп}$	

¹⁾ Форма градуировочной таблицы не подлежит изменению

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

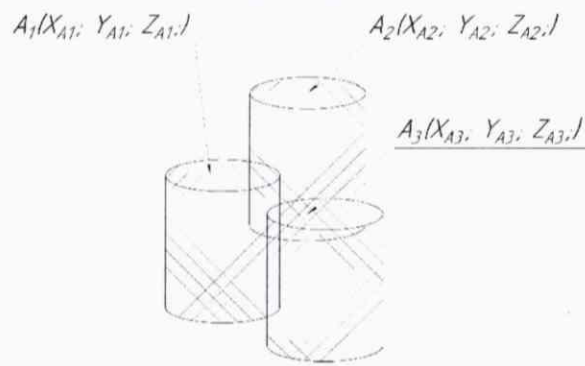
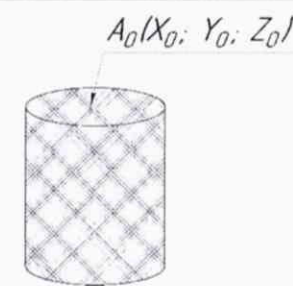
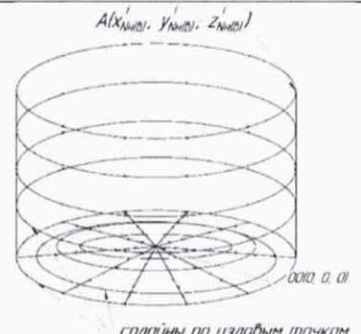
Алгоритм обработки результатов измерений при применении сканера и функциональные требования к программному обеспечению (ПО)



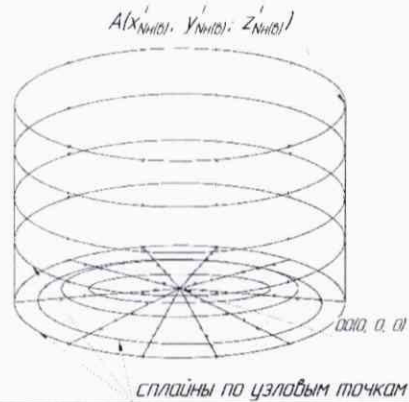
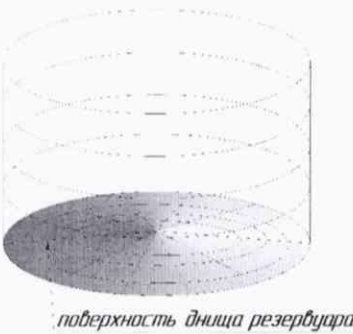
Г.1 Алгоритмы и этапы обработки

Алгоритмы и этапы обработки данных приведены в таблице Г.1

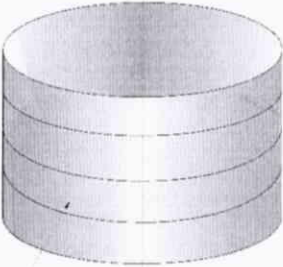
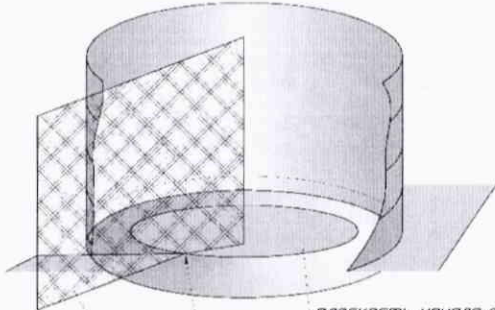
Т а б л и ц а Г.1

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 разрезание 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 или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	

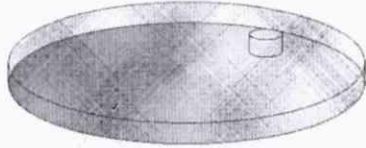
продолжение таблицы Г.1

<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 Г.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 грузом рулетки</i> <u><i>плоскость А</i></u></p>

окончание таблицы Г.1

<p>Этап 8 Измерение объема «мертвой» полости</p>	<p>САПР/3D модель/сечение плоскостью на уровне высоты «мертвой» полости параллельной плоскости начала отсчета</p>	
<p>Этап 9 Измерение посантиметровой вместимости на уровнях наполнения</p>	<p>САПР/3D модель/сечение плоскостью на заданном уровне параллельной плоскости начала отсчета</p>	
<p>Этап 10 Приведение посантиметровой вместимости к температуре минус 160 °С</p>	<p>Формула (Г.1)</p>	<p>Приведенное значение посантиметровой вместимости к температуре минус 160 °С</p>
<p>Этап 11 Формирование градуировочной таблицы и протокола измерений</p>	<p>ПО формирования градуировочной таблицы</p>	<p>Оформленная градуировочная таблица с протоколом измерений</p>

Г.2 Приведение посантиметровой вместимости к температуре минус 162 °С

Г.2.1 Вместимость резервуара $V(H)$, приведенную к температуре минус 162 °С вычисляют по формуле

$$V(H)' = V_t [1 - 2\alpha_{ст} (162 + t_{ст})]; \quad (Г.1)$$

где V_t – посантиметровая вместимость при температуре поверки

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

$\alpha_{ст}$ – коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара, для хладостойкой никельсодержащей стали принимают значение: $13,8 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(справочное)

Форма журнала обработки результатов измерений

ЖУРНАЛ

обработки результатов измерений

Д.1 Вычисление параметров резервуара

По построенной 3D-модели измеряют следующие параметры, приведенные в таблице Д.1.

Т а б л и ц а Д.1 – Вычисление параметров резервуара

Наименование параметра	Вычисление (значение) параметра
Эталонное расстояние уровнемера $H_{\text{эт.уров}}$, мм	
Высота «мертвой» полости $H_{\text{мп}}$, мм	
Вместимость «мертвой» полости $V_{\text{мп}}$, м ³	

Вычисление провел

(должность)

(подпись)

(расшифровка)

«__» _____ 201_ г.

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, утвержден приказом Ростехнадзора от 29.01.2007 № 37 |
| [2] Гигиенические нормативы
ГН 2.2.5.3532-18 | Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, утвержден Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 13.02.2018 г. № 25 |