

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

«12» июля 2019 г.

ИНСТРУКЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Резервуар вертикальный стальной цилиндрический РВС-42000

Методика поверки

МП 0989-7-2019

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 расходомер-
рии Государственным научным метрологическим центром
(ФГУП «ВНИИР»)

ИСПОЛНИТЕЛИ: В. М. Мигранов

2 УТВЕРЖДЕНА ФГУП «ВНИИР» 12 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	4
9 Условия поверки и показатели точности измерений	5
10 Подготовка к поверке	6
11 Проведение поверки	6
11.1 Внешний осмотр	6
11.2 Измерение эталонных высот уровнемеров	7
11.3 Сканирование внутренней полости резервуара	7
12 Обработка результатов измерений	7
12.1 Обработка результатов измерений	7
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 вертикальный стальной
цилиндрический РВС-42000.**

Методика поверки. МП 0989-7-2019

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая инструкция распространяется на резервуар вертикальный стальной цилиндрический (далее - резервуар), номинальной вместимостью 42000 м³ РВС-42000, технологический номер 160-V-01, предназначенный для приема, хранения и отпуска при проведении учетных операций с сжиженным природным газом (далее – СПГ), а также для измерения его количества и устанавливает методику его первичной и периодической поверки.

Резервуар расположен на терминале по производству и перегрузке СПГ в порту Высоцк, Ленинградская область, Выборгский район, муниципальное образование Высоцкое городское поселение, Высоцкий массив, Кислицкий проезд, участок 3.

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 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 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 вертикальный стальной цилиндрический: Конструкция, включающая в себя внутренний 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 на днище резервуара вертикальной оси уровнемера и 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 **исходный уровень:** Уровень жидкости в резервуаре, соответствующий высоте «мертвой» полости.

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

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

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

3.17 **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.

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 Межповерочный интервал определяется при проведении испытаний в целях утверждения типа и должен быть не более 25 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 Установку поверочную в состав которой входит.

7.1.1 Рулетка измерительная с грузом 2-го класса точности с верхним пределом измерений 30, 50 м, 100 м по ГОСТ 7502.

7.1.2 Сканер лазерный с пределами абсолютной погрешности измерений плоского угла 5 угловых секунд и измерений длины не более $(3+2 \cdot 10^{-6} D)$ мм и программное обеспечение.

7.3 Вспомогательные средства:

- 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.

– сферическая марка (не менее 3 шт.), входящая в комплект сканера;

– мел;

– переносные светильники (прожекторы).

7.4 Рабочие эталоны должны быть аттестованы в установленном порядке, средство измерений поверены в установленном порядке.

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

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;
- помостов 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 Освещенность внутренней полости резервуара, не менее:..... 50 лк.

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

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

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

9.1.6 Резервуар при поверке должен быть порожним.

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

9.1.8 Загазованность в воздухе вблизи или внутри резервуара не более ПДК вредных веществ, установленных по ГОСТ 12.1.005 и соответствующей гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.3532-18 [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	± 5
Линейные расстояния, мм	± 5
Эталонная высота уровнемера, мм	± 2
Температура стенки резервуара, °С	± 2

9.3 При соблюдении, указанных в таблице 2, пределов допускаемой погрешности измерений расширенная неопределенность (погрешность) вместимости резервуара находится в пределах ± 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 инертизацию 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 инертизации¹⁾;
- 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, неперфориро-

¹⁾ При проведении периодической поверки

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

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

11.2 Измерение эталонных высот уровнемеров

Измерение эталонного расстояние уровнемера проводят для каждого установленного уровнемера.

11.2.1 Измерение эталонного расстояние уровнемера $H_{\text{эт.уров}}$ проводят при демонтированном уровнемере. Расстояние измеряют рулеткой с грузом по направляющей трубе от верхнего фланца установки уровнемера до точки начала отсчета уровнемера.

Измерения проводят не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно превышать 2 мм (рисунок А.2).

Результаты измерений $H_{\text{эт.уров}}$ 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 сферические 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 с каждой станции 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°). Дискретность сканирования устанавливают в пределах: от 3 до 5 мм.

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 $\Delta H_{\text{и}} = 1$ см, начиная с исходного уровня (уровня, соответствующего высоте «мертвой» полости $H_{\text{мп}}$) и до предельного уровня $H_{\text{пр}}$, равного 31500 мм (по проектной документации).

12.2.2 Градуировочную таблицу «мертвой» полости составляют, начиная от точки начала отсчета до уровня $H_{\text{мп}}$, соответствующий высоте «мертвой» полости.

Отдельной таблицей составляют вместимость резервуара в пределах «мертвой» полости резервуара.

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

12.2.3 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);
- в) эскиз резервуара.

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

Протокол подписывает поверитель.

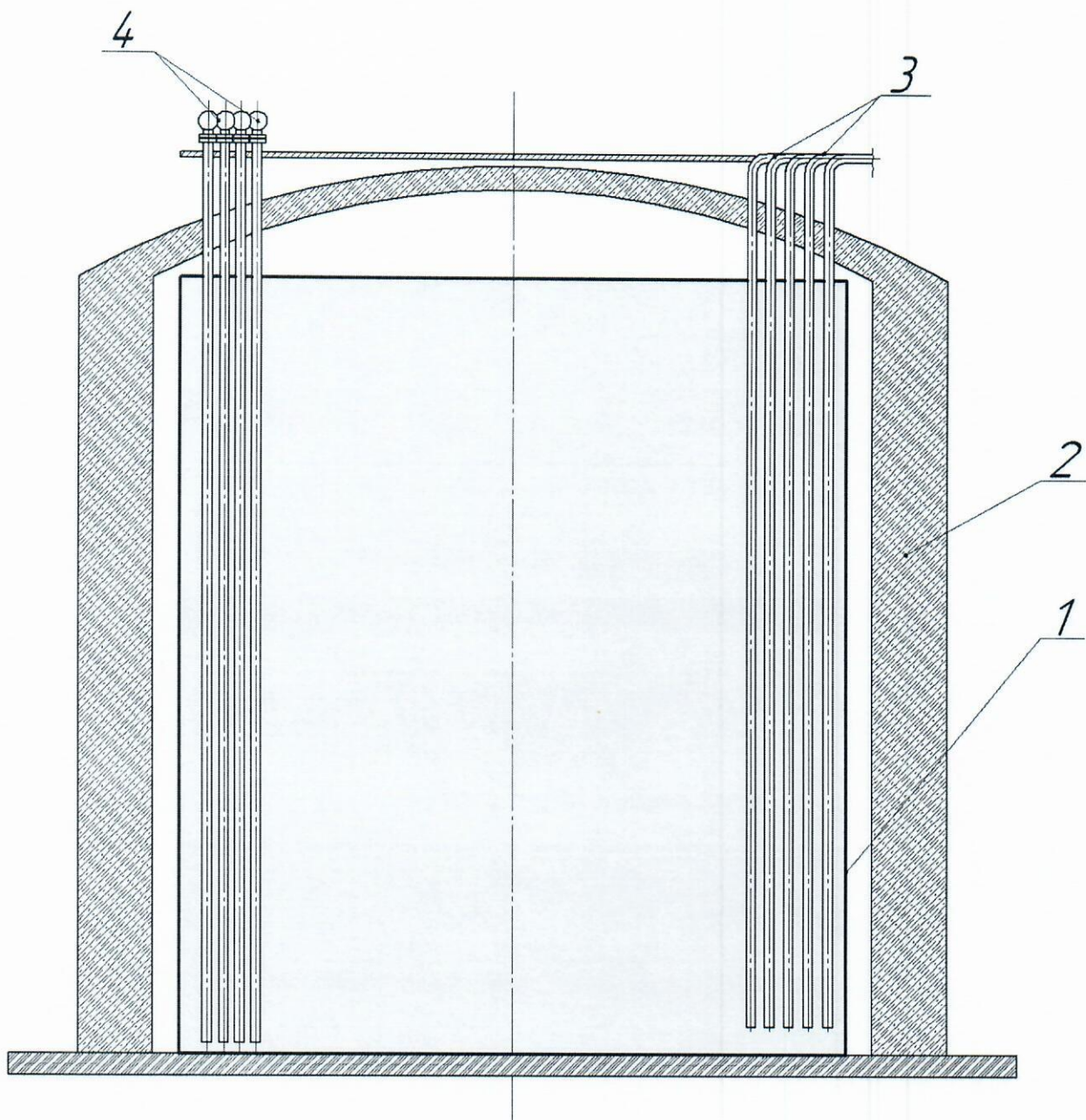
Подпись и журнал заверяют знаком поверки.

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 проведение поверки данного типа средств измерений.

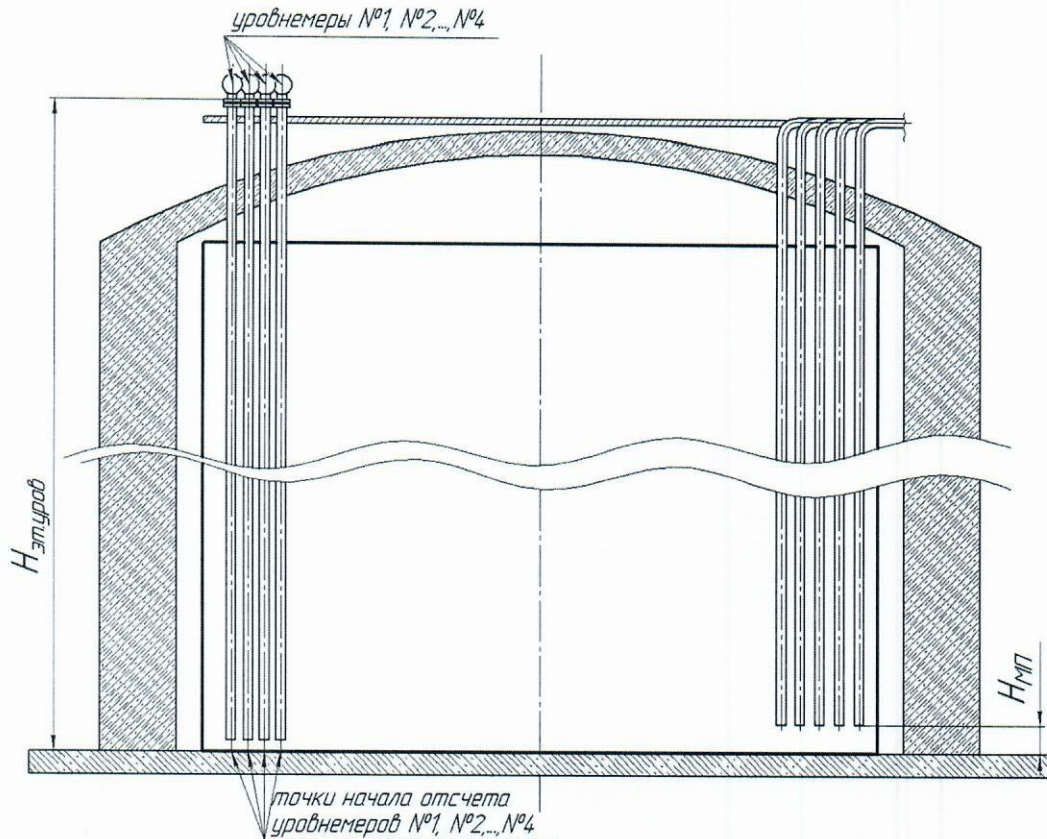
ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)



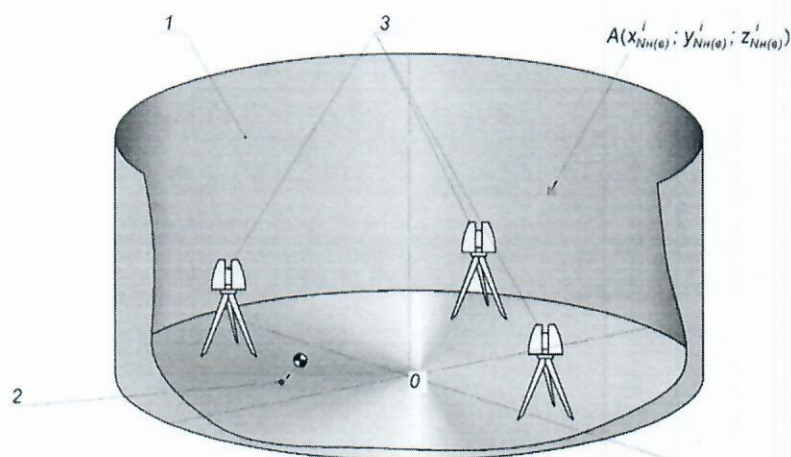
1 – внутренний резервуар; 2 – наружный железобетонный резервуар;
3 – приемные и раздаточные устройства; 4 – уровнемеры

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



- №1 – уровнемер 160-LIT-0002В уровнемер радарный SmartRadar 990 FlexLine Honeywell-Enraf;
№2 – уровнемер 160-LIT-0002С уровнемер радарный SmartRadar 990 FlexLine, Honeywell-Enraf;
№3 – уровнемер 160-LIT-0002А уровнемер поплавковый 854 ATG Honeywell-Enraf;
№4 – уровнемер 160-LTDY-0001 уровнемер поплавковый SL-7000 Honeywell-Enraf

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

воздуха	Температура, °С			Загазованность, мг/м ³
	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 (07X21H5AГ7)

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

Должности

Подписи и знак поверки

Инициалы, фамилии

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 вертикальный стальной цилиндрический

РВС-42000 № 160-V-01
Уровнемер _____

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	Вместимость, м ³	Уровень наполнения, см	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

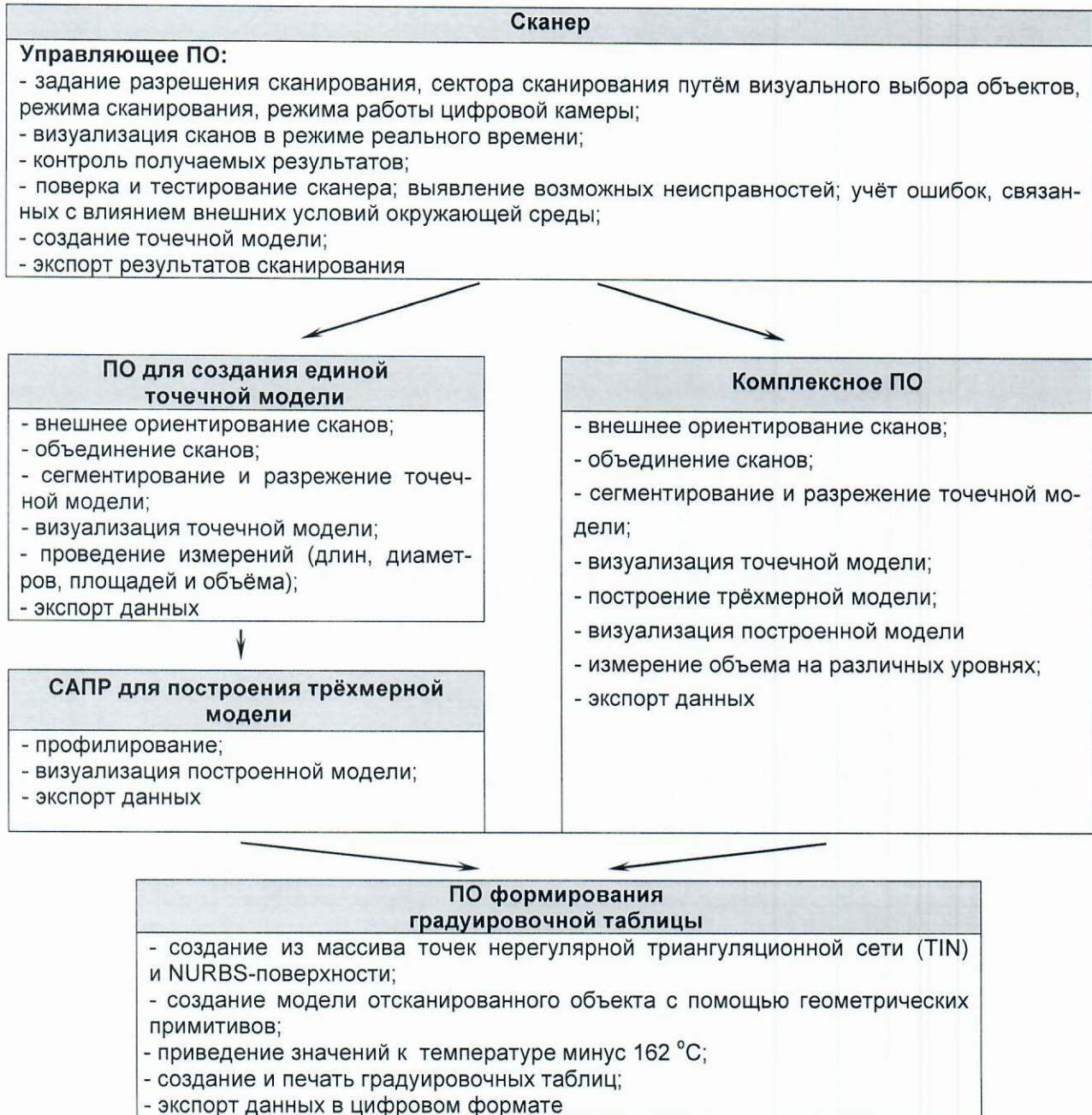
Уровень наполнения, см	Вместимость, м ³	Уровень наполнения, мм	Вместимость, м ³
0		...	
1		...	
...		$H_{мп}$	

¹⁾ Форма градуировочной таблицы не подлежит изменению

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

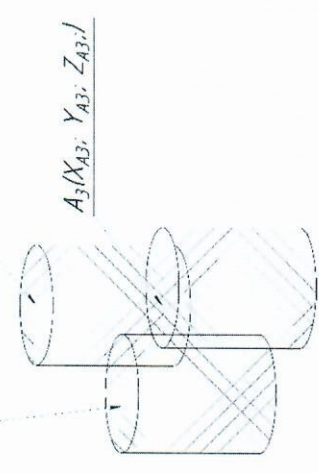
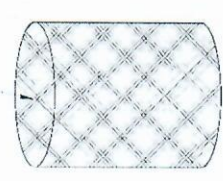
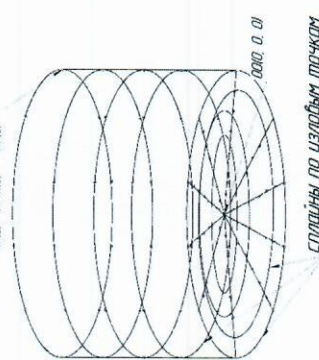
Алгоритм обработки результатов измерений при применении сканера и функциональные требования к программному обеспечению (ПО)



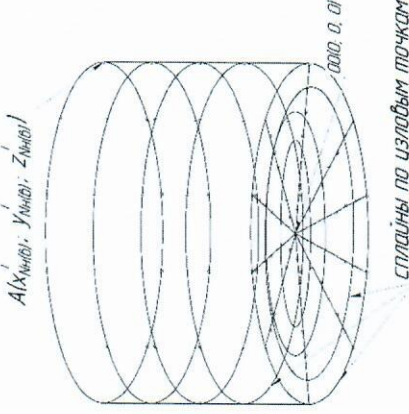
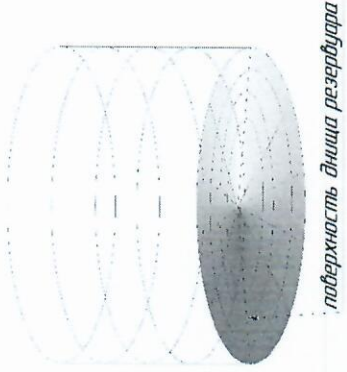
Г.1 Алгоритмы и этапы обработки

Алгоритмы и этапы обработки данных приведены в таблице Г.1

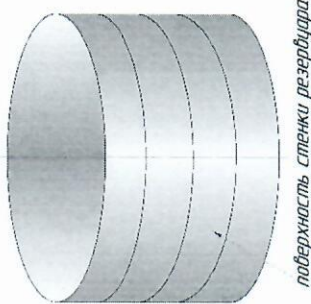
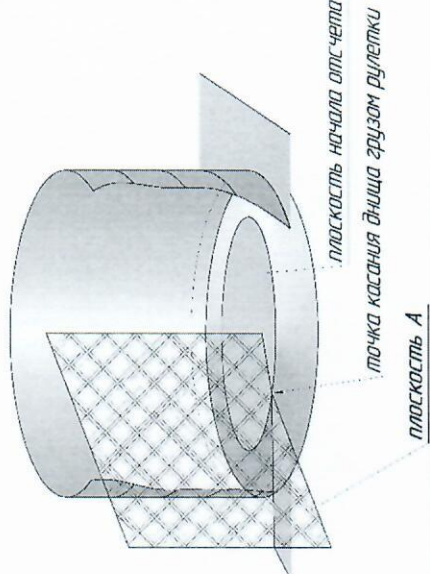
Т а б л и ц а Г.1

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>$A_1(X_{A1}, Y_{A1}, Z_{A1}, I)$</p> <p>$A_2(X_{A2}, Y_{A2}, Z_{A2}, I)$</p> <p>$A_3(X_{A3}, Y_{A3}, Z_{A3}, I)$</p> 
<p>Этап 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - сегментирование и разрежение точечной модели; - визуализация точечной модели 	<p>ПО для создания единой точечной модели</p>	<p>$A_0(X_0, Y_0, Z_0, I)$</p> 
<p>Этап 3</p> <p>создание из массива точек не-гулярной триангуляционной сети (TIN) и NURBS-поверхности</p>	<p>САПР/3D эскиз/узловые точки или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	<p>$A_0(X_{0i}, Y_{0i}, Z_{0i}, I)$</p>  <p>сплайны по узловым точкам</p>

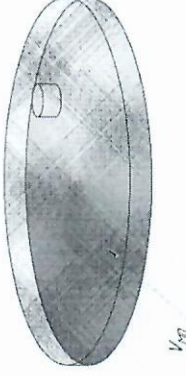
продолжение таблицы Г.1

<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>Этап 7 Формирование плоскости А и плоскости начала отсчета</p>	<p>САПР/3D модель или ПО формирования градуировочной таблицы</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>Приведенное значение посантиметровой вместимости к температуре минус 160 °С</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: $13,8 \cdot 10^{-6} 1/°С$.

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			
	Уровнемер			
	№1	№2	№3	№4
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