

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
развитию

А. С. Тайбинский

«20» ноября 2020 г.




Государственная система обеспечения единства измерений

РЕЗЕРВУАРЫ СТАЛЬНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РВС-2000

Методика поверки
МП 1257-7-2020

Начальник НИО-7

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

Казань 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

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

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

Резервуары стальные вертикальные цилиндрические РВС-2000 с заводскими номерами 1/1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9 соответствуют средству измерений приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 февраля 2018 года № 256 Приложение В часть 3.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.004-2015	Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения
ГОСТ 12.1.005-88	Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
ГОСТ 12.4.087-84	Система стандартов безопасности труда. Строительство. Каски строительные. Технические условия
ГОСТ 12.4.137-2001	Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия
ГОСТ 19781-90	Обеспечение систем обработки информации программное. Термины и определения
ГОСТ 7502-98	Рулетки измерительные металлические. Технические условия
ГОСТ 12.4.310-2016	Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты работающих от воздействия нефти, нефтепродуктов. Технические требования

3 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Т а б л и ц а 1

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

4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении первичной поверки соблюдают следующие условия.

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

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

4.3 Резервуар при поверке должен быть порожним.

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

5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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

5.2 При проведении поверки резервуара в дистанционном режиме поверку проводит специалист ВНИИР - филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», прошедший обучение на курсах повышения квалификации, с привлечением к выполнению операций данной методики поверки лиц прошедших курсы повышения квалификации по программе ВНИИР - филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» «Поверка (калибровка) резервуаров, танков наливных судов и градуировка трубопроводов».

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

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

5.5 Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе, измеренная газоанализатором вблизи или внутри резервуара на высоте 2000 мм, не должна превышать ПДК, определенной по ГОСТ 12.1.005 и соответствовать гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.3532.

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

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

5.8 Интервал между поверками - 5 лет.

6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Т а б л и ц а 2

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

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

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

Т а б л и ц а 3

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



Рисунок 1 – Пример изображения марки.

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

7 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

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

При проведении поверки с целью сохранения жизни и здоровья поверителей, предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе, измеренная газоанализатором вблизи или внутри резервуара на высоте 2000 мм, не должна превышать ПДК, определенной по ГОСТ 12.1.005-88 и соответствовать гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.3532 [2].

8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

8.1 При внешнем осмотре резервуара проверяют:

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

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

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

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

9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

При подготовке к поверке проводят следующие работы:

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

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

9.3 Измеряют параметры окружающего воздуха.

9.4 Проводят измерение температуры стенки резервуара с применением пирометра. Измерение температуры стенки резервуара проводят на 4 равноудаленных образующих стенки резервуара в первом, среднем, последнем поясах.

Значение температуры стенки принимают как среднее арифметическое значение измеренных значений.

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

9.5 Получают следующие документы, выданные соответствующими службами владельца резервуара:

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗЕРВУАРА

10.1 Измерение базовой высоты резервуара

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

Результаты измерений H_6 вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

10.1.2 Базовую высоту измеряют ежегодно. Ежегодные измерения базовой высоты резервуара проводит комиссия, назначенная приказом руководителя предприятия – владельца резервуара.

П р и м е ч а н и е – Измерения проводят не позднее 12 месяцев с даты поверки.

При ежегодных измерениях базовой высоты резервуар может быть наполнен до произвольного уровня.

Результат измерений базовой высоты резервуара не должен отличаться от значения, указанного в протоколе поверки резервуара, более чем на 0,1 %.

Если это условие не выполняется, то проводят повторное измерение базовой высоты при уровне наполнения резервуара, отличающимся от уровня наполнения, указанного в протоколе поверки резервуара, не более чем на 500 мм.

Результаты измерений базовой высоты оформляют актом, форма которого приведена в приложении В.

При изменении базовой высоты по сравнению со значением, установленным при поверке резервуара, более чем на 0,1 %, устанавливают причину и устраняют ее.

При отсутствии возможности устранения причины проводят внеочередную поверку резервуара.

10.2 Сканирование внутренней полости резервуара

При проведении сканирования внутренней полости резервуара проводят следующие операции.

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

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

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

Количество станций должно быть не менее трех.

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

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

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

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

10.3 Измерения прочих параметров резервуара

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

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

10.4 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы

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

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

10.4.3 Вместимость резервуара, соответствующую уровню жидкости H , $V(H)$, вычисляют:

- при приведении к стандартной температуре 15 °С – по формуле (Д.3);
- при приведении к стандартной температуре 20 °С – по формуле (Д.4).

П р и м е ч а н и я

1 Значение температуры, к которой приведены данные градуировочной таблицы, согласовываются с Заказчиком;

2 Значение температуры указано на титульном листе градуировочной таблицы.

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

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

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

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ РЕЗЕРВУАРА МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

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

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

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности

12.2 К свидетельству о поверке прикладывают:

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

Форма протокола поверки приведена в приложении Б.

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

12.4 Протокол поверки подписывает поверитель.

12.5 Титульный лист и последнюю страницу градуировочной таблицы подписывает поверитель.

12.6 Знак поверки наносится в свидетельство о поверке.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

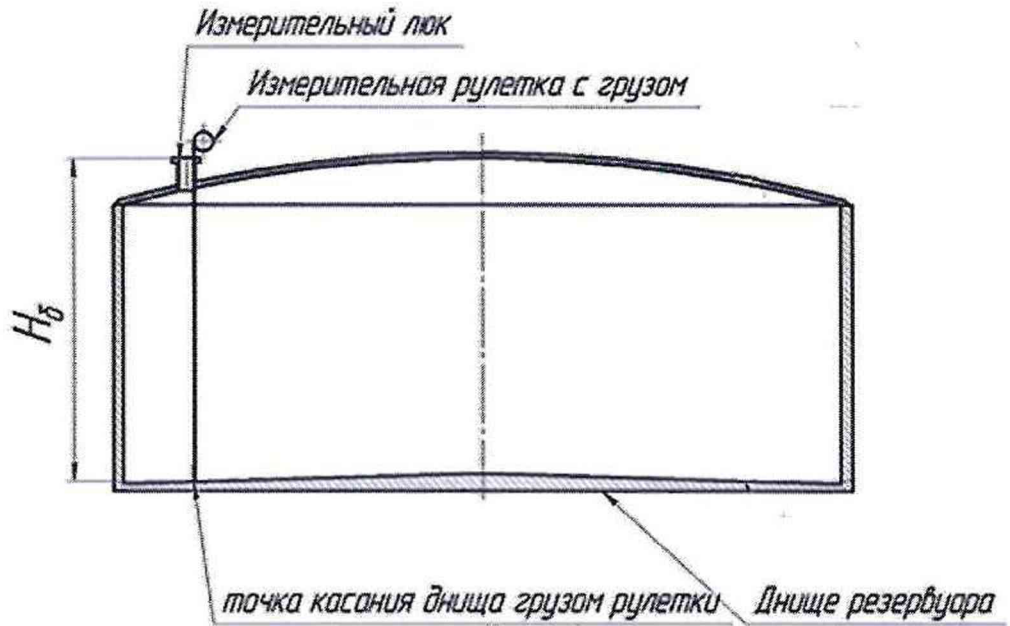
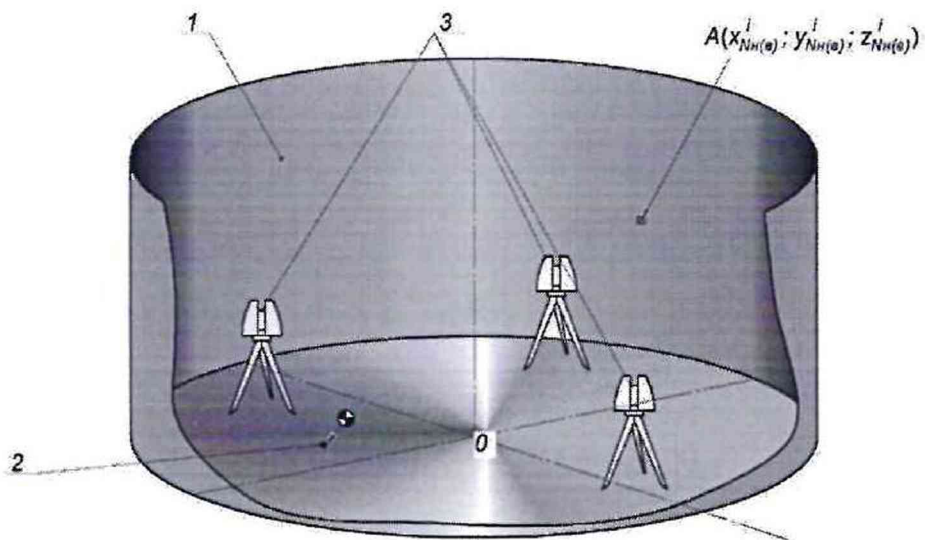


Рисунок А.1 – Схема измерения базовой высоты резервуара и эталонного расстояния
уровнемера



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

Рисунок А.2 – Схема сканирования внутренней полости резервуара

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

ПРОТОКОЛ

измерений параметров резервуара

Т а б л и ц а Б.1 – Общие данные

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

Продолжение таблицы Б.1

Место проведения	Средства поверки
5	6

Окончание таблицы Б.1

Резервуар	
Тип	Номер
7	8

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

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

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

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

Должность

Подпись

Инициалы, фамилия

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(рекомендуемое)

Форма акта измерений базовой высоты резервуара

УТВЕРЖДАЮ

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

АКТ

измерений базовой высоты резервуара

от «__» _____ 20__ г.

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

_____, в составе председателя _____
предприятия - владельца резервуара

_____ и членов: _____
инициалы, фамилия инициалы, фамилии

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

при температуре окружающего воздуха _____ °С.

Измерения проведены рулеткой типа _____ № _____ со сроком

действия поверки до «__» _____ 20__ г.

Результаты измерений представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

В миллиметрах

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

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

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

Вывод – требуется (не требуется) внеочередная поверка резервуара.

Председатель комиссии

_____ инициалы, фамилия
подпись

Члены комиссии:

_____ инициалы, фамилия
подпись

_____ инициалы, фамилия
подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(рекомендуемое)

Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

Г.1 Форма титульного листа градуировочной таблицы¹⁾

Приложение к свидетельству
о поверке № _____

УТВЕРЖДАЮ

«__» _____ 20__ г.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА №
на резервуар стальной вертикальный цилиндрический

РВС- №

Организация _____

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

Погрешность определения вместимости: 0,20%

Срок очередной поверки _____

Поверитель

подпись

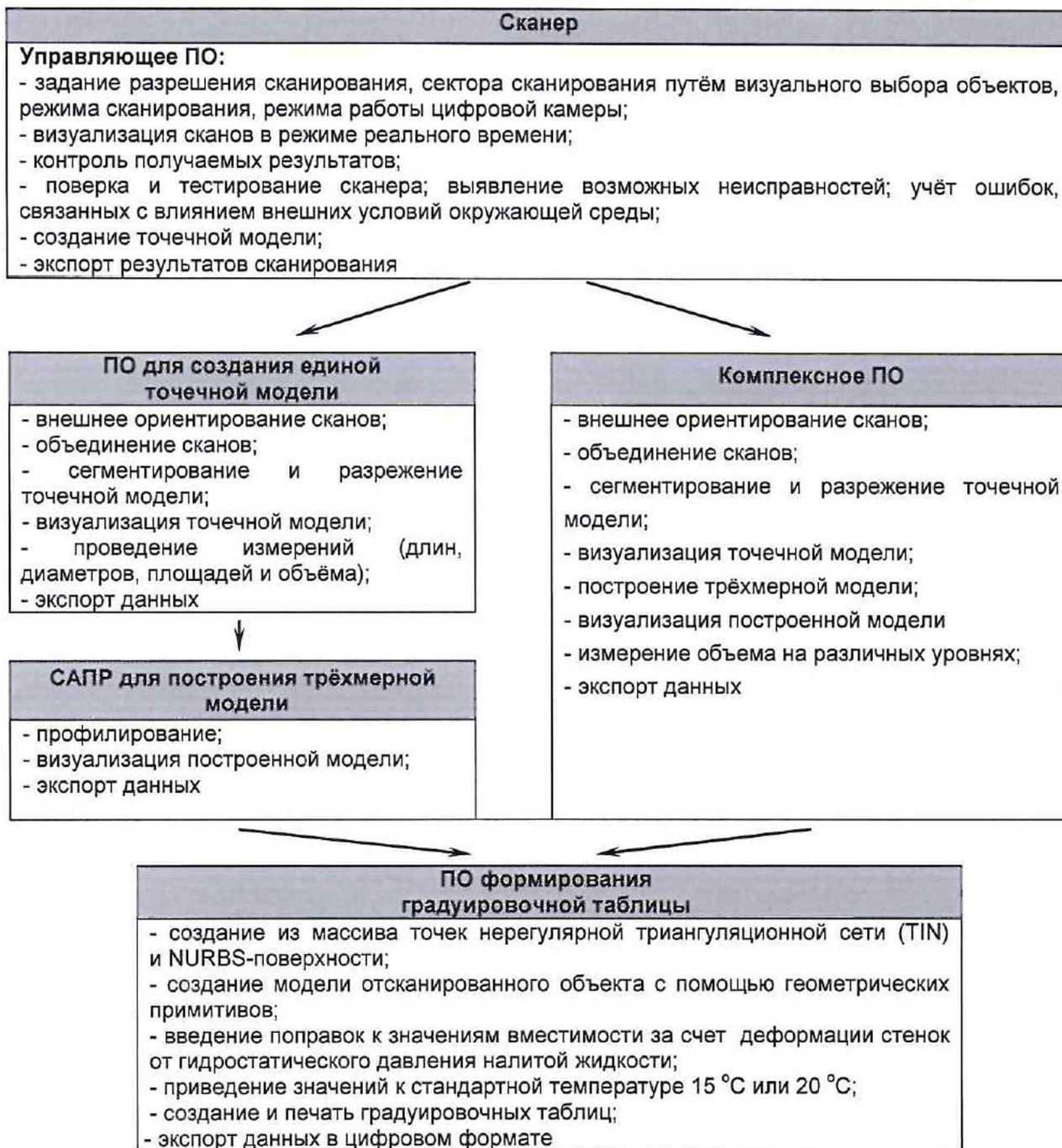
должность, инициалы, фамилия

¹⁾ Форма титульного листа не подлежит изменению

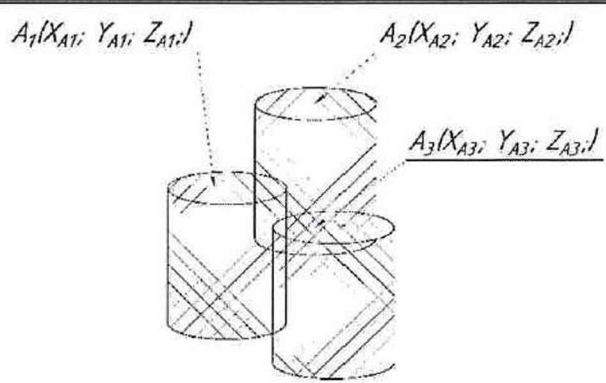
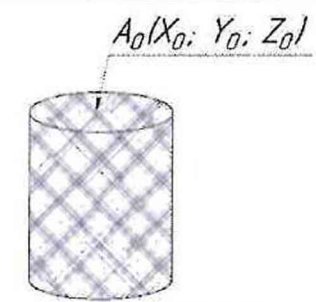
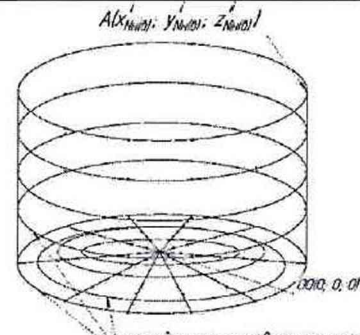
ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

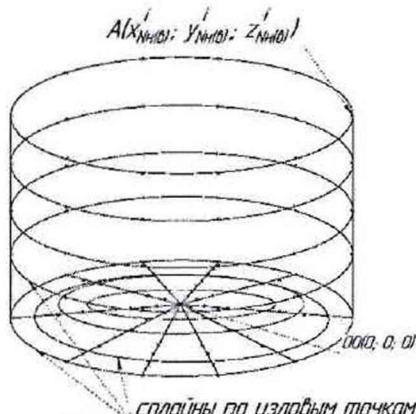
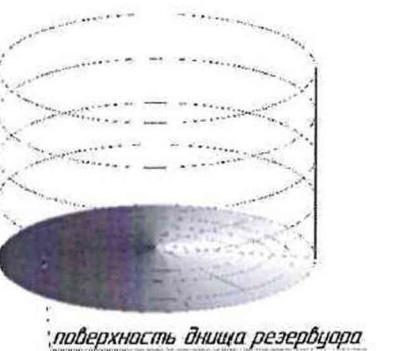
Алгоритм обработки результатов измерений при применении сканера и функциональные требования к программному обеспечению (ПО)



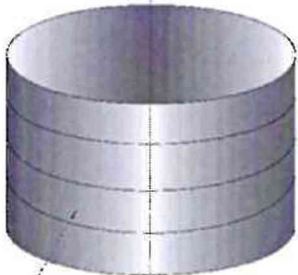
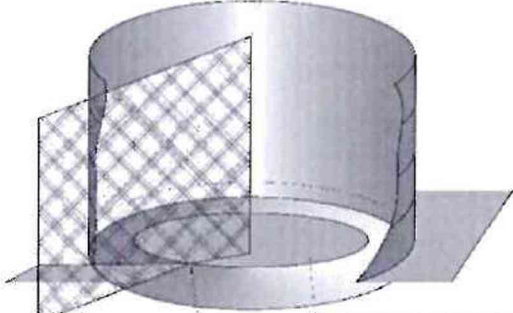
Т а б л и ц а Д.1

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 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>	

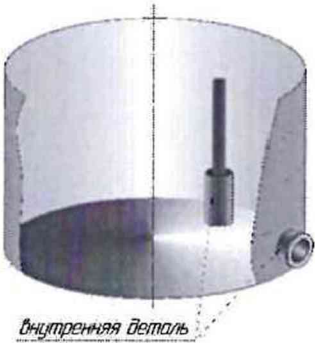
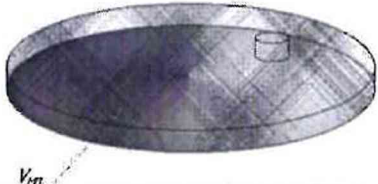
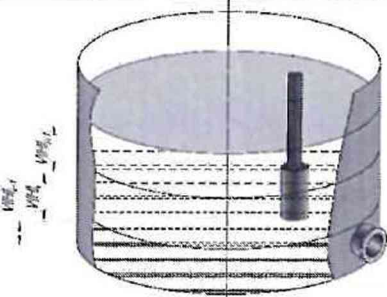
продолжение таблицы Д.1

<p>Этап 4 Построение сплайнов по узловым точкам</p>	<p>САПР/3D эскиз/узловые точки или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	 <p>$A(x_{Ni}, y_{Ni}, z_{Ni})$</p> <p>сплайны по узловым точкам</p> <p>The diagram shows a 3D perspective of a cylindrical vessel. A grid of nodes is drawn on the top and bottom surfaces. Solid lines represent the splines connecting these nodes. The top surface is labeled with the coordinate notation $A(x_{Ni}, y_{Ni}, z_{Ni})$. The bottom surface is labeled with (x_{Ni}, y_{Ni}, z_{Ni}). The text "сплайны по узловым точкам" (splines by nodes) is written below the vessel.</p>
<p>Этап 5 Формирование поверхности дна</p>	<p>САПР/3D эскиз/сплайны на дне или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	 <p>поверхность дна резервуара</p> <p>The diagram shows the same cylindrical vessel as in the previous step. The bottom surface is now shaded in a dark blue color, representing the bottom surface of the reservoir. The text "поверхность дна резервуара" (bottom surface of the reservoir) is written below the vessel.</p>

продолжение таблицы Д.1

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

окончание таблицы Д.1

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

окончание таблицы Д.1

Этап 12 Приведение посантиметровой вместимости к стандартной температуре 15 °С или 20 °С	Формулы (Д.3) или (Д.4) соответственно, или ПО формирования градуировочной таблицы	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 $\Delta V_{г.к}$ при наполнении k -го пояса вычисляют по формуле

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

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

H_k, δ_k – высота уровня и толщина k -го вышестоящего пояса;

k – номер наполненного пояса;

A_2 – постоянный коэффициент для поверяемого резервуара, вычисляемый по формуле

$$A_2 = \frac{\rho_{ж.х} \cdot g \cdot \pi D_1^2 \cdot \sqrt{1 + \eta^2}}{4 \cdot 10^{12} \cdot E}, \quad (Д.2)$$

где g – ускорение свободного падения, m/c^2 ($g = 9,8066 m/c^2$);

$\rho_{ж.х}$ – плотность хранимой жидкости, (графа 3 таблица Б.5);

D_1 – внутренний диаметр 1-го пояса, значение принимаемое по таблице Е.1, графа 4, мм;

E – модуль упругости материала, Па, (для стали $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па).

Д.3 Вычисление вместимости резервуара

Д.3.1 Вместимость резервуара $V(H)$, приведенную:

- к стандартной температуре $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ вычисляют по формуле

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

- к стандартной температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ вычисляют по формуле

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

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

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

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Сканер лазерный Leica RTC360, реестр утвержденных средств измерений ФИФОЕИ № 74358-19
- [2] Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
- [3] Руководящий документ РД 03-20-2007 Положение о порядке подготовки и аттестации работников организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденное приказом Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору от 29 января 2007 № 37