

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-300

Методика поверки

МП 1204-7-2020

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 300 м<sup>3</sup> (РВС-300 №№ 1/14, 1/15, 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-300 с заводскими номерами 1/14, 1/15 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	$\pm 5$
Измерение расстояний, мм	$\pm 5$

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, °C	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 случаи 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 ( $360^\circ$ ). 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/м<sup>3</sup>, 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 дм<sup>3</sup>.

## **11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ РЕЗЕРВУАРА МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ**

Обработку результатов измерений проводят с помощью программного обеспечения 3DReshaper 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.

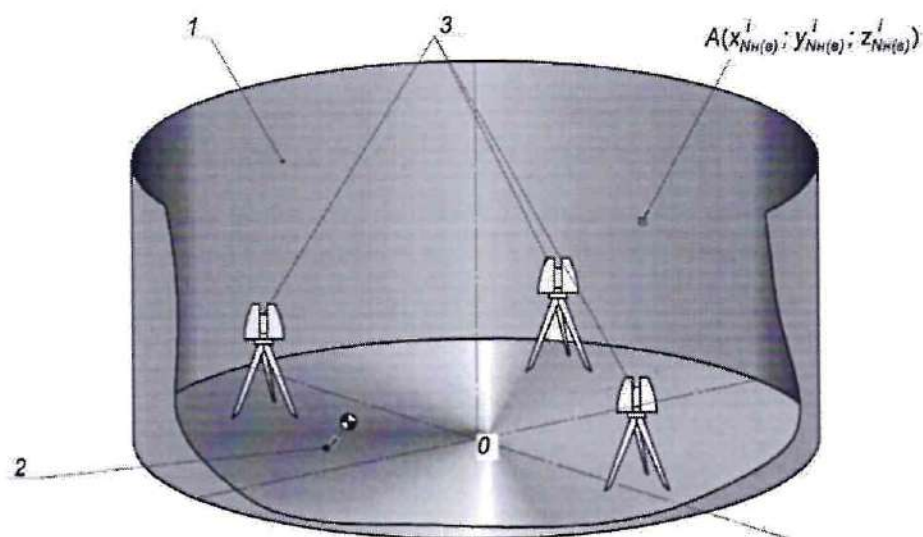
12.7 Градуировочную таблицу утверждает руководитель или уполномоченное лицо организации, аккредитованной на право проведения поверки.

## 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 грузом 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 <sup>3</sup>	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, $\delta_i$ , 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, фамилия

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

при температуре окружающего воздуха \_\_\_\_\_ °С.

Измерения проведены рулеткой типа \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ со сроком действия поверки до «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Результаты измерений представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

В миллиметрах

Базовая высота резервуара		Уровень жидкости в резервуаре
Среднее арифметическое значение результатов двух измерений $(H_б)_к$	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

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Члены комиссии:

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(рекомендуемое)

Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

Г.1 Форма титульного листа градуировочной таблицы<sup>1)</sup>

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

\_\_\_\_\_  
<sup>1)</sup> Форма титульного листа не подлежит изменению



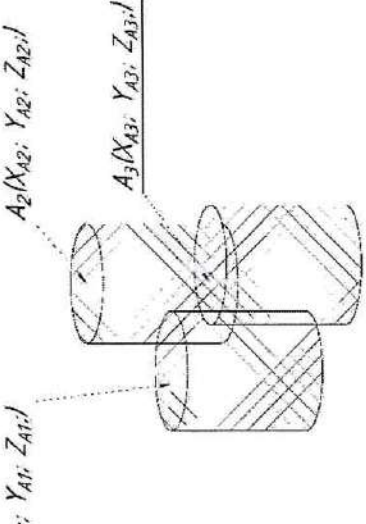
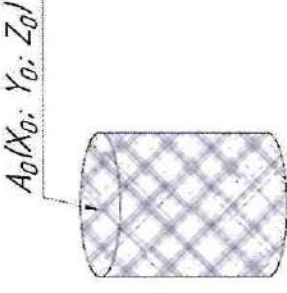
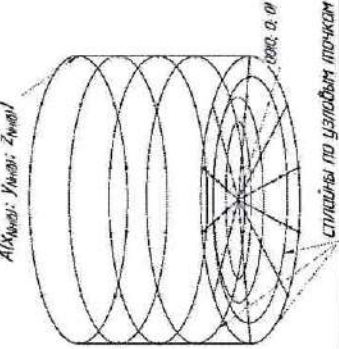
## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

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

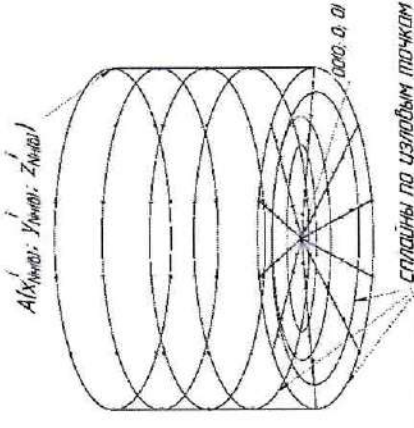
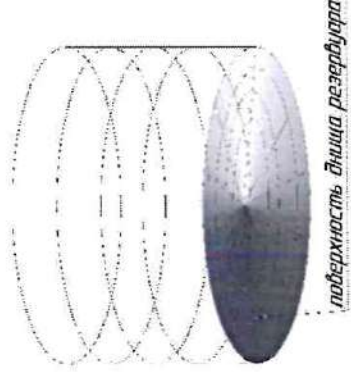


Т а б л и ц а Д.1

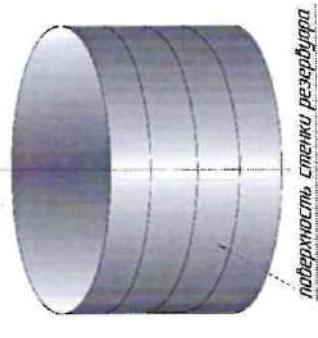
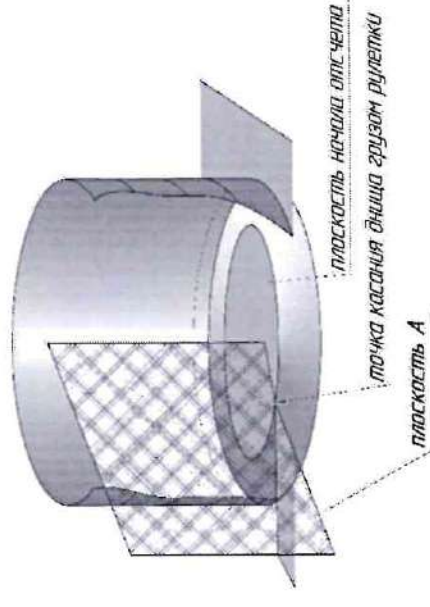
Наименование этапа	Объект реализации/режим/параметры	Результат
<p>Этап 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- внешнее ориентирование сканов;</li> <li>- объединение сканов;</li> </ul>	<p>ПО для создания единой точечной модели</p>	
<p>Этап 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сегментирование и разрежение точечной модели;</li> <li>- визуализация точечной модели</li> </ul>	<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>	



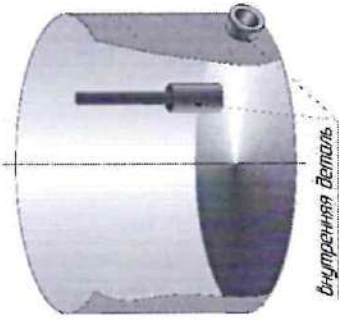

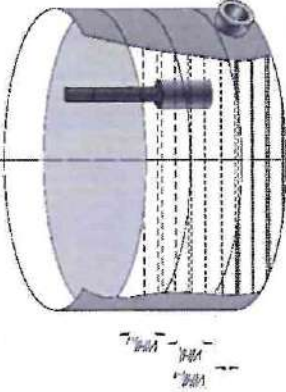
продолжение таблицы Д.1

<p>Этап 4 Построение сплайнов по узловым точкам</p>	<p>САПР/3D эскиз/узловые точки или ПО формирования градуировочной таблицы</p>	
<p>Этап 5 Формирование поверхности днища</p>	<p>САПР/3D эскиз/сплайны на днище или ПО формирования градуировочной таблицы</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>Этап 7 Формирование плоскости А и плоскости начала отсчета</p>	<p>САПР/3D модель или ПО формирования градуировочной таблицы</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 жидкостью  $\Delta V_{r,k}$  при наполнении  $k$ -го пояса вычисляют по формуле

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

где  $H_1, \delta_1$  – высота уровня и толщина стенки первого пояса;

$H_k, \delta_k$  – высота уровня и толщина  $k$ -го вышестоящего пояса;

$k$  – номер наполненного пояса;

$A_2$  – постоянный коэффициент для поверяемого резервуара, вычисляемый по формуле

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

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

$\rho_{ж.х}$  – 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

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

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

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

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