

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

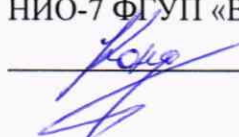
А. С. Тайбинский

«14» июня 2019 г.

## ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений  
**Резервуары стальные вертикальные цилиндрические РВС-10000**  
Методика поверки

МП 0970-7-2019

Начальник отдела  
НИО-7 ФГУП «ВНИИР»  
 А. В. Кондаков

Казань, 2019 г.

## Предисловие

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

ИСПОЛНИТЕЛИ: А. В. Кондаков, В. М. Мигранов

2 УТВЕРЖДЕНА ФГУП «ВНИИР» 14 июня 2019 г.

3 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 Область применения</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Нормативные ссылки</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Термины и определения</b> .....	<b>5</b>
<b>4 Метод поверки</b> .....	<b>6</b>
<b>5 Технические требования</b> .....	<b>6</b>
5.1 Требования к точности измерений параметров резервуара .....	6
5.2 Требования по применению рабочих эталонов и вспомогательных средств .....	7
5.3 Требования к условиям поверки .....	7
<b>6 Требования к организации проведения поверки</b> .....	<b>8</b>
<b>7 Требования к квалификации специалистов, проводящих ПОВЕРКУ и требования безопасности</b> .....	<b>8</b>
<b>8 Подготовка к проведению поверки</b> .....	<b>8</b>
<b>9 Операции поверки</b> .....	<b>9</b>
9.1 Внешний осмотр .....	9
9.2 Измерение базовой высоты резервуара .....	9
9.3 Измерения длины окружности первого пояса .....	10
9.4 Измерения радиальных отклонений образующих резервуара от вертикали .....	11
9.5 Измерения высоты поясов и толщины стенок .....	12
9.7 Определение параметров «мертвой» полости резервуара .....	13
<b>10 Измерения прочих параметров резервуара</b> .....	<b>13</b>
10.1 Измерение плотности жидкости .....	14
10.2 Измерения уровня жидкости .....	14
<b>11 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы</b> .	<b>14</b>
11.1 Обработка результатов измерений .....	14
11.2 Составление градуировочной таблицы резервуара .....	14
<b>12 Оформление результатов поверки</b> .....	<b>15</b>
<b>Приложение А</b> .....	<b>16</b>
<b>Приложение Б</b> .....	<b>20</b>
<b>Приложение В</b> .....	<b>23</b>
<b>Приложение Г</b> .....	<b>24</b>
<b>Приложение Д</b> .....	<b>26</b>
<b>Приложение Е</b> .....	<b>31</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЯ</b> .....	<b>33</b>

## ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения  
единства измерений

Резервуары стальные вертикальные,  
цилиндрические РВС-10000

Методика поверки

МП 0970-7-2019

---

### 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика поверки (далее – методика) распространяется на стальные вертикальные цилиндрические резервуары, номинальной вместимостью 10 000 м<sup>3</sup>, используемые в качестве мер вместимости для нефти и нефтепродуктов (далее – продукт) и устанавливает методику их поверки с применением тахеометра.

Резервуары изготовлены по проекту РВС - 10000 (34.20x11x92)-574-Месс и расположены на Пяяхинском месторождении, ПСП «Мессояха».

Межповерочный интервал составляет 5 лет.

### 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.004—90	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 13837—79	Динамометры общего назначения. Технические условия
ГОСТ 7502—98	Рулетки измерительные металлические. Технические условия
ГОСТ 21830—76	Приборы геодезические. 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
ГОСТ Р 55614—2013	Контроль неразрушающий. Толщинометры ультразвуковые. Общие технические требования

### 3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями.

**3.1 резервуар стальной вертикальный цилиндрический:** Стальной сосуд в виде стоящего цилиндра с плоским днищем, стационарной кровлей, цилиндрической стенкой, наружная поверхность которой, покрыта теплоизоляцией, применяемый для хранения и измерения объема жидкости.

**3.2 градуировочная таблица:** Зависимость вместимости от высоты уровня наполнения резервуара при нормированном значении температуры, равной 20 °С.

#### П р и м е ч а н и я

а) таблицу прилагают к свидетельству о поверке и применяют для определения в нем объема жидкости;

б) значение стандартной температуры, которой соответствуют данные в градуировочной таблицы указано на титульном листе.

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

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

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

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

**3.13 уровень жидкости (высота наполнения):** Расстояние по вертикали между свободной поверхностью жидкости, находящейся в резервуаре, и плоскостью, принятой за начало отсчета.

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

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

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

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

3.18 **тахеометр:** Геодезический прибор, предназначенный для измерения горизонтальных и вертикальных углов, длин линий и превышений – по ГОСТ 21830.

3.19 **станция:** Точка стояния тахеометра во время проведения измерений.

#### 4 МЕТОД ПОВЕРКИ

4.1 Поверку резервуара проводят геометрическим методом наружных измерений с применением тахеометра электронного (далее – тахеометр).

4.2 При поверке резервуара вместимость первого пояса резервуара определяют по результатам измерений наружного диаметра и высоты первого пояса.

4.3 Вместимость вышестоящих поясов определяют по результатам измерений радиальных отклонений образующих от вертикали и их высот с учетом толщин стенок резервуара.

#### 5 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

##### 5.1 Требования к точности измерений параметров резервуара

5.1.1 Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуара приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование параметра	Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуаров
Длина окружности первого пояса, %	$\pm 0,022$
Высота пояса, мм	$\pm 5$
Измерение расстояний, мм	$\pm 5$
Толщина стенок (включая слой покраски), мм	$\pm 0,2$
Температура стенки резервуара, °С	$\pm 2$

5.1.2 При соблюдении, указанных в таблице 1, пределов допускаемой погрешности измерений погрешность определения вместимости резервуара находится в пределах:  $\pm 0,10$  %.

## 5.2 Требования по применению рабочих эталонов и вспомогательных средств

5.2.1 При поверке резервуара применяют следующие рабочие эталоны и вспомогательные средства.

5.2.1.1 Рулетки измерительные 2-го класса точности с верхними пределами измерений 20, 30 или 50 м по ГОСТ 7502.

5.2.1.2 Рулетки измерительные с грузом 2-го класса точности с верхними пределами измерений 10, 20 и 30 м по ГОСТ 7502.

5.2.1.3 Линейку измерительную металлическую с пределом измерений 500 мм по ГОСТ 427.

5.2.1.4 Тахеометр электронный с допускаемой средней квадратической погрешностью измерения углов не более 5" и допускаемой средней квадратической погрешностью измерения расстояний не более 4 мм и программное обеспечение.

5.2.1.5 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:  $\pm 2$  °С.

5.2.1.6 Толщиномер ультразвуковой по ГОСТ Р 55614, с диапазоном измерений (0,6 – 30) мм и пределами допускаемой погрешности  $\pm 0,1$  мм.

5.2.1.7 Ареометр с ценой деления 0,5 кг/м<sup>3</sup> по ГОСТ 18481.

5.2.2 Вспомогательные средства:

- переносной компьютер;
- чертилка, маркер, мел,;
- динамометр с пределом 0,1 кН, 2-го класса точности, с пределами приведенной погрешности измерений  $\pm 2$  % по ГОСТ 13837.

5.2.3 Рабочие эталоны должны быть аттестованы в установленном порядке.

5.2.4 Допускается применение других, вновь разработанных или находящихся в эксплуатации эталонов, удовлетворяющих по точности и пределам измерений требованиям настоящего стандарта.

## 5.3 Требования к условиям поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

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

5.3.2 Состояние погоды:.....без осадков.

5.3.3 Скорость ветра:.....не более 10 м/с.

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

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

П р и м е ч а н и е – Условия окружающей среды, указанные в 5.3.1; 5.3.4, 5.3.5 должны соответствовать значениям, приведенным в описании типа, применяемого эталона (далее – средство измерений).

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

5.3.7 Теплоизоляция должна быть демонтирована на момент проведения поверки.

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

5.3.9 Резервуар при первичной поверке должен быть порожним.

5.3.10 При периодической и внеочередной поверках в резервуаре может находиться жидкость до произвольного уровня.

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

## 6 ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку резервуаров проводят юридические лица и индивидуальные предприниматели (далее – организация) аккредитованные в соответствующем порядке на право проведения поверки.

6.2 Поверки 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;
- внеочередную – в случаях изменения базовой высоты резервуара более чем на 0,1 % по 9.2; при внесении в резервуар конструктивных изменений, влияющих на его вместимость и после очередного полного технического диагностирования.

6.3 Интервал между поверками определяется при проведении испытаний в целях утверждения типа средств измерений.

## 7 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ, ПРОВОДЯЩИХ ПОВЕРКУ И ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 Измерения параметров при 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 [2].

7.2 К проведению работ допускают лица, 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.

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

7.4 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 соответствующей гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.3532.

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

7.6 При измерении базовой высоты избыточное давление в незаполненном (газовом) пространстве резервуара должно быть равно нулю.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

8.1 При подготовке к поверке проводят следующие работы.

8.2 Подготавливают рабочие эталоны и вспомогательные средства согласно технической документации на них, утвержденной в установленном порядке.

8.3 В сервисном ПО тахеометра формируют файл проекта записи данных.



8.4 Измеряют параметры окружающего воздуха метеометром (пункт 5.2.1.7).

8.5 Проводят измерение температуры стенки резервуара с применением пирометра (пункт 5.2.1.5). 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.

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

## 9 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки проводят операции, указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование операции	Номер пункта
Внешний осмотр	9.1
Измерение базовой высоты	9.2
Измерения длины окружности первого пояса	9.3
Измерения радиальных отклонений образующих резервуара от вертикали	9.4
Измерения высоты поясов и толщины стенок	9.6
Определение параметров «мертвой» полости резервуара	9.7
Измерения прочих параметров резервуара	10
Измерение плотности жидкости	10.1
Измерение уровня жидкости	10.2

### 9.1 Внешний осмотр

9.1.1 При внешнем осмотре резервуара проверяют:

- состояние конструкции и внешних деталей резервуара технической документации на него (паспорт, технологическая карта на резервуар);
- исправность лестниц и перил;
- чистоту наружной поверхности резервуара, отсутствие подтеков продукта.

9.1.2 Определяют перечень наружных деталей, оборудования и фиксируют их в копии технического проекта для дальнейшего исключения их из расчета.

9.1.3 Формируют плоскость А (рисунок А.2), для чего, опускают рулетку с грузом по цилиндрической стенке до утора резервуара и маркером (мелом) проводят вертикальную линию на стенке резервуара.

### 9.2 Измерение базовой высоты резервуара

9.2.1 Базовую высоту  $H_6$  измеряют рулеткой с грузом через измерительный люк резервуара. Отсчет проводят от риски измерительного люка или от его верхнего фланца (рисунок А.1).

Результаты измерений  $H_6$  вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.3).

9.2.2 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 по окончании 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 ее 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 его 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 с ее значением, установленным при поверке резервуара, более чем на 0,1 % устанавливают причину и устраняют ее.

При отсутствии возможности устранения причины проводят внеочередную поверку резервуара.

### 9.3 Измерения длины окружности первого пояса

9.3.1 Длину окружности первого пояса  $L_n$ , мм, измеряют на высоте равной:

- 3/4 высоты первого пояса, при высоте пояса: от 1500 до 2250 мм;
- 1800 мм, если высота пояса составляет 3000 мм.

Перед началом измерений проводят обход по периметру пояса с целью определения деталей мешающих проведению измерений на данной высоте (наличие люка-лаза; системы пожаротушения и т.п.). При наличии таких деталей, допускается уменьшать высоту на величину в пределах до 300 мм от отметки 3/4 высоты первого пояса или 1800 мм.

9.3.2 Проводят разметку горизонтальной плоскости, для чего, на высоте, указанной в 9.3.1 через каждые 5 м наносят горизонтальные отметки на стенке резервуара (поз.4 рисунок А.3).

9.3.3 Укладывают рулетку по нанесенной разметке.

9.3.4 Начало отсчета длины окружности выбирают на образующей №0 по 9.1.3 и отмечают двумя взаимно перпендикулярными штрихами.

9.3.5 Начало ленты рулетки укладывают нижней кромкой по горизонтальному штриху и начальную отметку шкалы рулетки совмещают вертикальным штрихом начала отсчета.

9.3.6 При выполнении измерений лента рулетки должна быть натянута, плотно прилегать к стенке резервуара, не перекручиваться и лежать нижней кромкой на горизонтальных штрихах.

9.3.7 Натяжение рулетки контролируют при помощи динамометра усилием  $(100 \pm 10)$  Н.

9.3.8 После создания необходимого натяжения против конечной отметки шкалы рулетки на стене резервуара отмечают вертикальный штрих, а по нижней кромке ленты – горизонтальный.

9.3.9 Последующие укладки рулетки проводят в том же порядке. Число укладок ленты  $n$  вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (графа 4 таблица Б.9).

9.3.10 При измерениях контролируют, чтобы начало шкалы рулетки совпало с конечным штрихом предыдущей укладки.

9.3.11 Длину окружности  $L_n$ , мм, измеряют не менее двух раз.

9.3.12 Начальную точку второго измерения смещают по горизонтали от начала первого не менее чем на 500 мм.

9.3.13 Относительное расхождение между результатами двух измерений длины окружности  $\delta L_n$ , %, рассчитываемое по формуле

$$\delta L_n = 2 \cdot \frac{L_{n1} - L_{n2}}{L_{n1} + L_{n2}} \cdot 100 \quad (\text{Д.1})$$

должно находиться в пределах  $\pm 0,01$  %.

9.3.14 При расхождении, превышающем указанным в 9.3.13 измерения следует повторять до получения двух последовательных измерений, удовлетворяющих условию по 9.3.13.

9.3.15 Результаты двух измерений величины  $L_n$ , удовлетворяющих условию 9.3.13, вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (графа 2 таблица Б.4).

9.3.16 При измерениях длины окружности резервуара учитывают поправки на ее увеличение при наложении рулетки на вертикальные сварные соединения, накладки и другие выступающие детали во всех случаях, если между лентой рулетки и стенкой резервуара имеется зазор.

9.3.17 Поправку на длину окружности  $\Delta l_{обх.j}$  первого пояса резервуара при наложении рулетки на вертикальные сварные соединения, накладки и другие выступающие детали (далее - поправку на обход) определяют при помощи металлических скоб длиной 600 - 1000 мм (рисунок А.4).

Выступающую часть на высоте измерений длины окружности первого пояса перекрывают скобой и на стенке резервуара у обоих концов скобы наносят штрихи. Затем, плотно прижимая ленту рулетки к стенке резервуара, измеряют длину дуги, находящуюся между этими штрихами.

Скобу переносят на свободное от выступающих деталей место на том же уровне первого пояса, отмечают штрихами и измеряют расстояние между ними рулеткой, плотно прижимая ленту рулетки к стенке резервуара. Разность между результатами первого и второго измерений длины дуги - значение поправки на обход, которое учитывают при вычислении длины окружности первого пояса.

Значение поправок  $\sum \Delta l_{обх.}$  (суммарных при наличии двух и более) на обход в миллиметрах вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (графа 3 таблица Б.4).

#### 9.4 Измерения радиальных отклонений образующих резервуара от вертикали

Радиальные отклонения образующих резервуара (далее - радиальные отклонения) измеряют с применением тахеометра в сечениях расположенных:

- в плоскости измерений длины окружности для первого пояса;
- в плоскостях на расстоянии ниже/выше 200-300 мм от сварного шва для вышестоящих поясов.

Операции измерений проводят в следующей последовательности.

9.4.1 Окружность первого пояса резервуара, измеренную по 9.3, разбивают на 12 равных частей (откладывают дугу постоянной длины и наносят вертикальные отметки на стенке первого пояса.

Разбивку начинают с образующей резервуара №0, находящейся в плоскости А (рисунок А.2).

Все отметки разбивок пронумеровывают по часовой стрелке в соответствии с рисунком А.3.

9.4.2 Приводят тахеометр в рабочее состояние, устанавливают безотражательный режим измерений и формат отображения параметров: «HD-h-HZ».

Именуют (маркируют) серию измерений в зависимости от текущего номера образующей.

9.4.3 Устанавливают тахеометр по нормали к 0-й образующей на расстоянии 1-2 высот резервуара с учетом реальных условий расположения резервуара (наличие обвалования, технологических трубопроводов и т.д.), горизонтальный круг алидады тахеометра фиксируют.

Предварительный контроль позиционирования визирной линии по нормали к стенке резервуара проводят по сетке нитей визира, направленной на сварной шов первого и второго поясов. Поворотом алидады тахеометра в горизонтальной плоскости обеспечивают симметричность изображения сварного шва относительно вертикальной линии визира (рисунок А.5).

Проводят контрольные измерения горизонтального проложения вправо/влево. Нормаль (перпендикуляр) визирной линии – наименьшее измеренное расстояние.

#### П р и м е ч а н и я

1 Ввиду трудоемкости точного позиционирования станции съемки на образующей, допускается смещение линии визирования вправо/влево до 300 мм;

2 В случае расположения образующей на вертикальных сварных швах поясов, её смещают вправо/влево до 300 мм.

9.4.4 Наводят сетку нитей визира тахеометра в точку пересечения горизонтальной плоскости измерения длины окружности 1-го пояса и образующей №0. Измеряют расстояние  $a_{1,0}$ , как горизонтальное проложение (параметр – HD) (рисунок А.7).

9.4.5 Устанавливают точку измерений в нижнем сечении второго пояса.

Поворачивают алидаду тахеометра в вертикальной плоскости и наводят сетку нитей визира тахеометра на точку смещенную от сварного шва первого и второго пояса на 200-300 мм. Измеряют расстояние  $a_{2,0,н}$ , как горизонтальное проложение (рисунок А.6).

9.4.6 Устанавливают точку измерений в верхнем сечении второго пояса.

Поворачивают алидаду тахеометра в вертикальной плоскости и наводят сетку нитей визира тахеометра на точку смещенную от сварного шва второго и третьего пояса на 200-300 мм. Измеряют расстояние  $a_{2,0,в}$ , как горизонтальное проложение.

9.4.7 Проводят аналогичные измерения на остальных поясах резервуара на 0-ой образующей.

9.4.8 Переустанавливают тахеометр по нормали к следующей образующей и проводят аналогичные операции измерений параметра  $a_{k,m,n/v}$  по 9.4.3-9.4.7 на следующей и остальных образующих резервуара.

9.4.9 Результаты измерений  $a_{k,m,n/v}$  фиксируются в файле проекта и вносят в протокол Б (таблица Б.5).

#### 9.5 Измерения высоты поясов и толщины стенок

9.5.1 Высоту поясов  $h_k$  определяют по результатам превышений высот  $th_k$  с наружной стороны резервуара вдоль образующей резервуара №0, находящейся в плоскости А (рисунок А.8) и на противоположной ей образующей № 6.

Измерения высоты превышения нижней границы первого пояса проводят в отражательном режиме с применением вехи с призмным отражателем в формате отображения «HD-h-Hz».

Последующие измерения проводят в безотражательном режиме.

9.5.2 Устанавливают веху на уторный шов резервуара по образующей №0 и измеряют высоту превышения  $th_0$  (рисунок А.8).

9.6.3 Направляют сетку нитей визира тахеометра на середину сварного шва соединения верхней границы 1-го пояса и нижней границы 2-го пояса. Измеряют высоту превышения  $th_1$ , мм,

9.6.4 Направляют сетку нитей визира тахеометра на середину сварного шва соединения верхней границы 2-го пояса и нижней границы 3-го пояса. Измеряют расстояние высоту превышения, как расстояние по вертикали  $th_2$ , мм.

9.6.5 Проводя аналогичные процедуры измеряют расстояния  $th_3...th_k$ , мм, вышестоящих поясов.

9.6.6 Измерения на противоположной образующей проводят аналогично.

9.6.7 Толщину стенок поясов резервуара  $\delta_k$ , слоя краски  $\delta_{ск}$  и антикоррозионного покрытия  $\delta_{сп}$  измеряют с помощью ультразвукового толщиномера с погрешностью в пределах  $\pm 0,1$  мм.

9.6.7.1 Измерения проводят с наружной лестницы подъема на кровлю резервуара.

Проводят не менее двух измерений, расхождение между результатами измерений должно находиться в пределах  $\pm 0,2$  мм.

9.6.7.2 Результаты измерений величин  $th_k$ ,  $\delta_k$ ,  $\delta_{ск}$ ,  $\delta_{сп}$  вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.6).

## 9.7 Определение параметров «мертвой» полости резервуара

9.7.1 Определение параметров «мертвой» полости резервуара проводят по результатам измерений высоты «мертвой» полости резервуара.

9.7.2 Высоту «мертвой» полости резервуара измеряют снаружи с применением измерительной рулетки с грузом, как расстояние по вертикали от утора до нижней образующей приемо-раздаточного патрубка.

Измерения проводят не менее двух раз, расхождение между результатами измерений не должно быть более 2 мм. Если расхождение между результатами измерений более 2 мм, то измерения повторяют и за результат измерений принимают два наиболее близкие значения.

9.7.3 За высоту «мертвой» полости резервуара принимают среднее значение результатов измерений по 9.7.2.

9.7.4 Результаты измерений вносят в протокол форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.7).

## 10 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.

С целью учета поправок к вместимости резервуара определяют следующие параметры: плотность  $\rho_{жг}$  и уровень  $H_r$  жидкости находящейся в резервуаре во время поверки.

### 10.1 Измерение плотности жидкости

10.1.1 Плотность жидкости  $\rho_{жг}$ , кг/м<sup>3</sup>, находящейся в резервуаре во время поверки измеряют по ГОСТ 3900 в объединенной пробе жидкости, составленной из точечных проб, отобранных из резервуара в соответствии с ГОСТ 2517.

10.1.2 При отсутствии жидкости в резервуаре на момент поверки, вносят значение плотности  $\rho_{жх}$ , кг/м<sup>3</sup>, жидкости, для хранения которой предназначен резервуар (графа 3 таблица Б.8).

#### П р и м е ч а н и я

1) Значение плотности жидкости  $\rho_{жг}$ , находящейся в резервуаре, используется для учета поправки к диаметру, деформированного (на момент поверки) за счет гидростатического давления столба жидкости, используется в формулах (Д.4), (Д.11);

2) Значение плотности хранимой жидкости  $\rho_{жх}$  используется в формуле (Д.19) для внесения поправки к вместимости пояса, за счет деформации стенок от гидростатического давления в зависимости от уровня его наполнения при эксплуатации резервуара.

10.1.3 Результат измерения величины  $\rho_{жг}$  или  $\rho_{жх}$  вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.8).

### 10.2 Измерения уровня жидкости

10.2.1 Уровень жидкости  $H_r$ , мм, находящейся в резервуаре во время поверки измеряют при помощи измерительной рулетки с грузом или уровнемера.

10.2.2 Результат измерения величины  $H_r$  вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (графа 1 таблица Б.8).

## 11 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И СОСТАВЛЕНИЕ ГРАДУИРОВОЧНОЙ ТАБЛИЦЫ

### 11.1 Обработка результатов измерений

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

### 11.2 Составление градуировочной таблицы резервуара

11.2.1 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.

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

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

11.2.4 При составлении градуировочной таблицы значения вместимости округляют до  $1 \text{ дм}^3$ .

11.2.5 Обработка результатов измерений проводят программным обеспечением.

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

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки резервуара оформляют свидетельством о поверке.

12.2 К свидетельству о поверке прикладывают:

- а) градуировочную таблицу;
- б) протокол (оригинал прикладывают к первому экземпляру градуировочной таблицы);
- в) эскиз резервуара.

12.3 Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы приведены в приложении Г. Форма акта ежегодных измерений базовой высоты резервуара приведена в приложении В.

Протокол подписывает поверитель.

Титульный лист и последнюю страницу градуировочной таблицы подписывает поверитель.

12.4 Градуировочную таблицу утверждает руководитель (уполномоченное лицо) организации, аккредитованной на право проведения поверки.

Приложение А

(справочное)

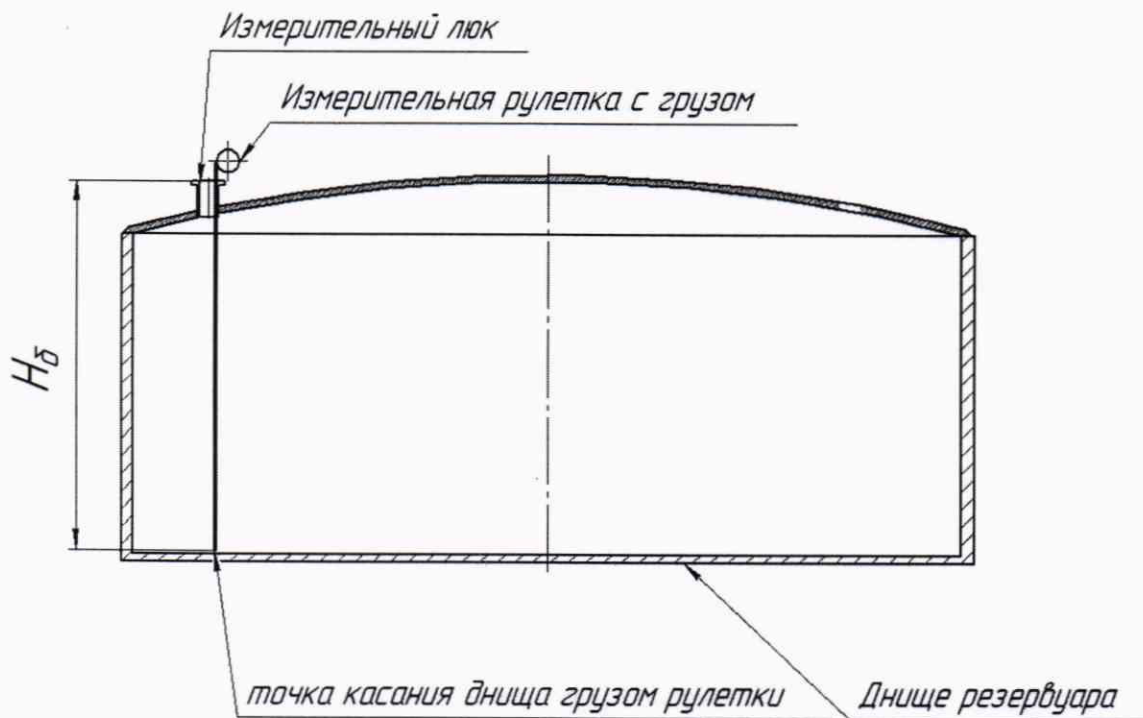


Рисунок А.1 – Схема измерения базовой высоты резервуара

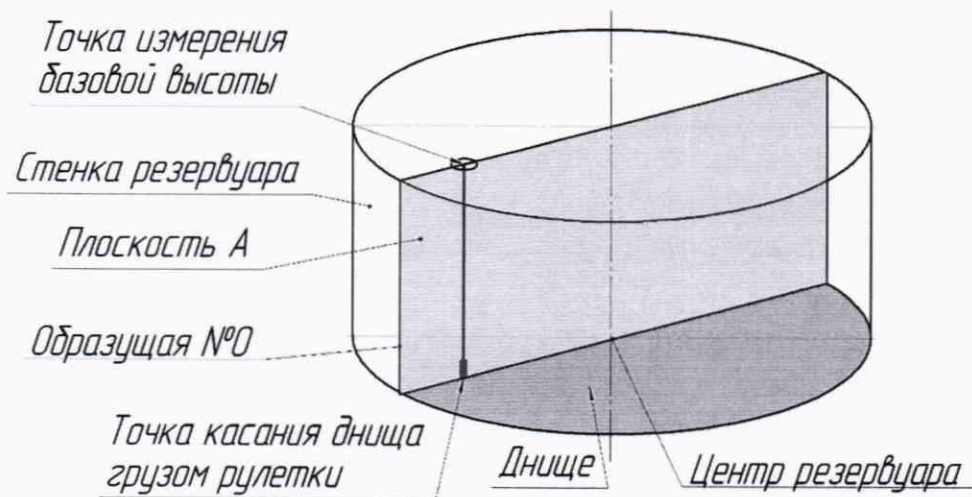
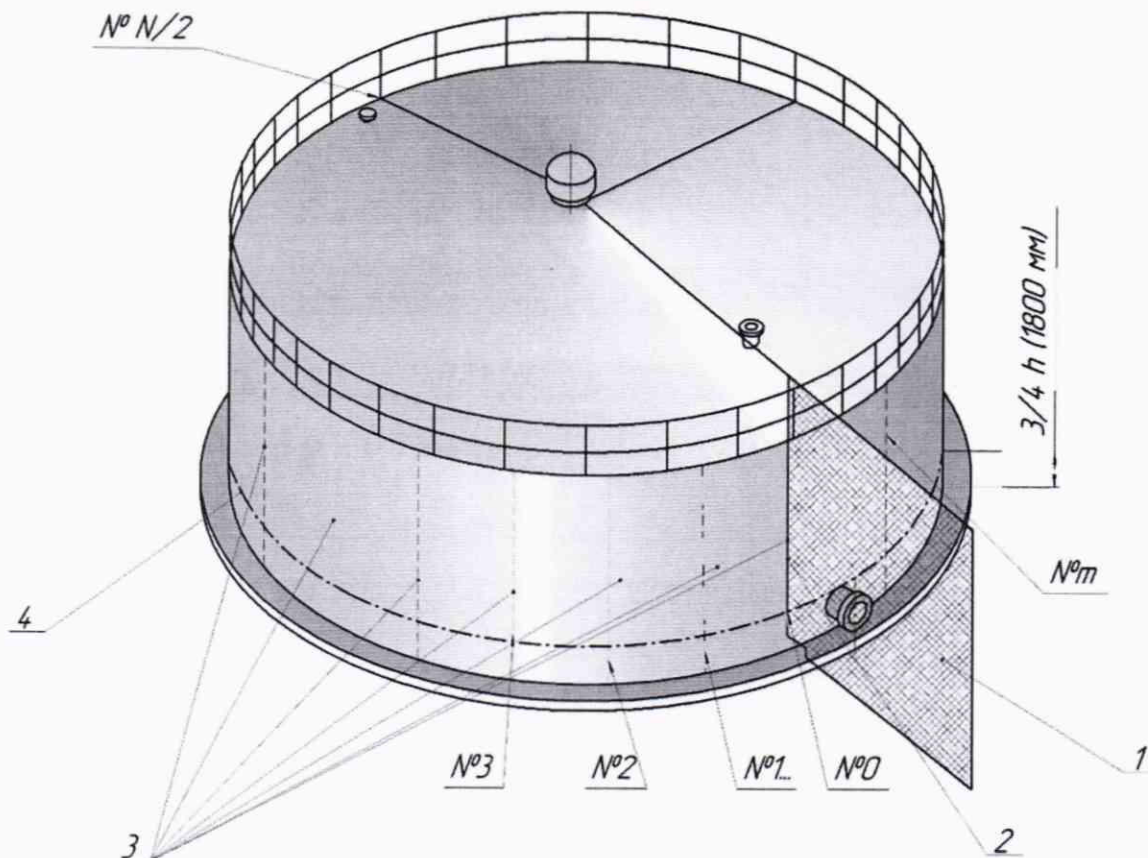


Рисунок А.2 – Схема формирования плоскости А





1 – плоскость А, проходящая через центр резервуара и центр измерительного люка;  
2 – образующая №0; 3 – образующие №1, №2, ..., № m; 4 – горизонтальная плоскость измерения длины окружности 1-го пояса резервуара

Рисунок А.3 – Схема измерения длины окружности 1-го пояса резервуара, разметки образующих на цилиндрической стенке

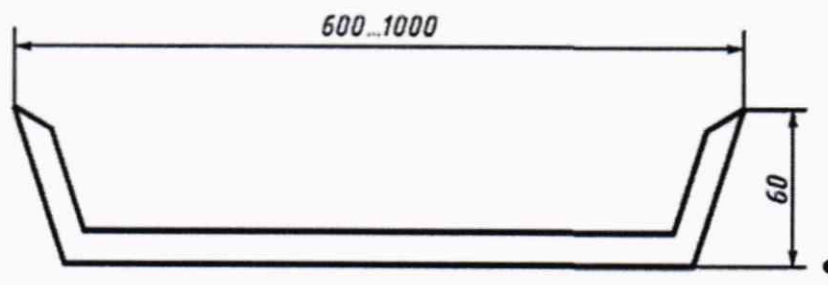
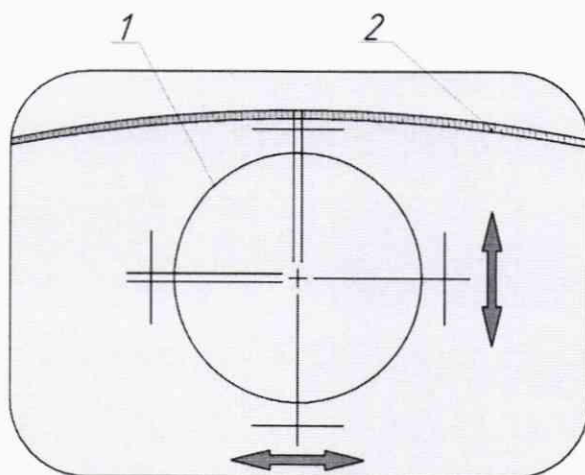
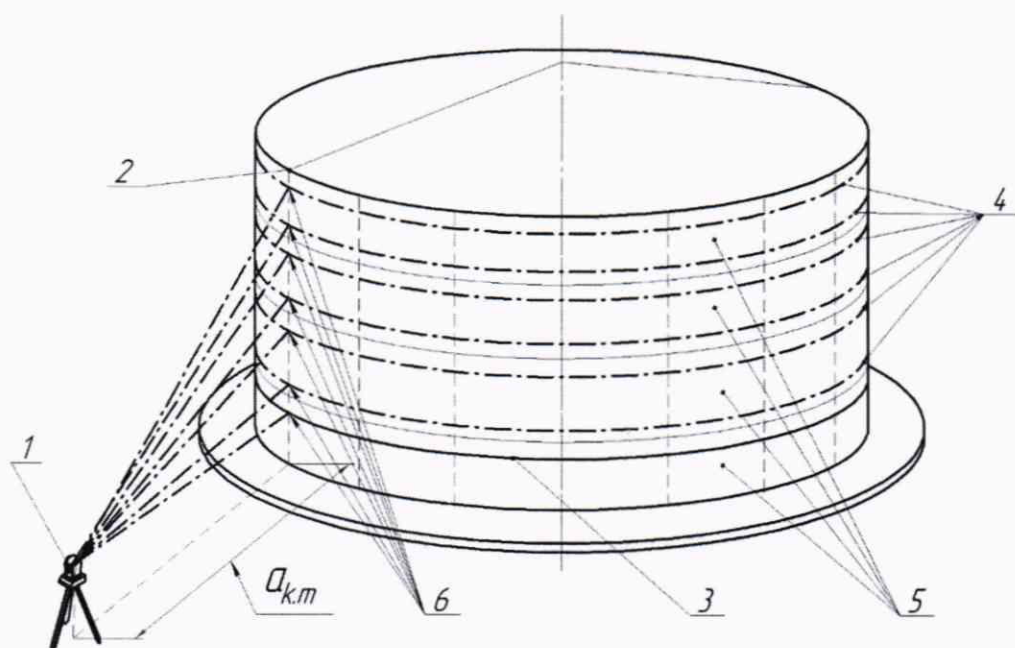


Рисунок А.4 – Скоба для измерений оправок на обход рулеткой накладок и других выступающих частей



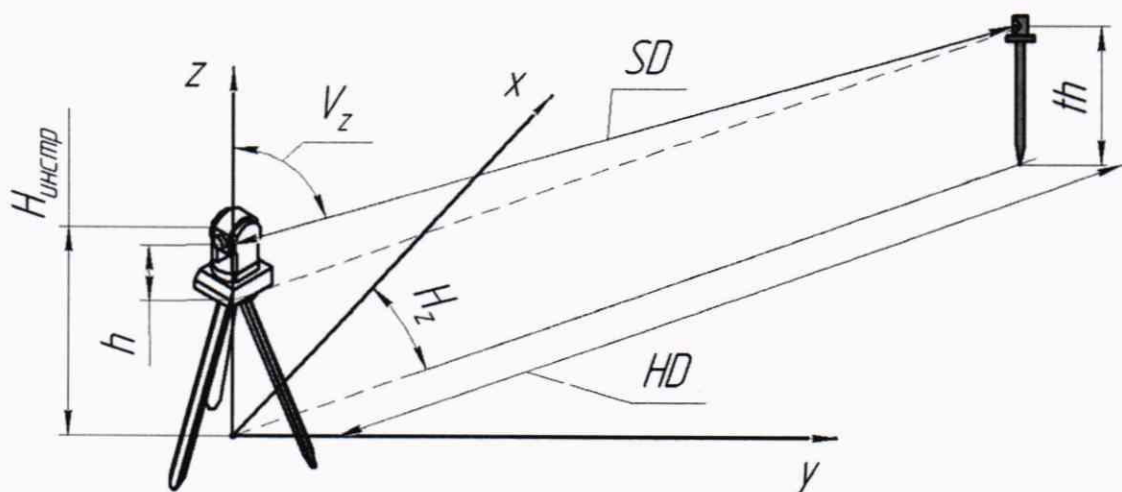
1 – сетка нитей визира; 2 – сварной шов пояса резервуара

Рисунок А.5 – Схема позиционирования линии визирования по нормали к стенке резервуара на образующей



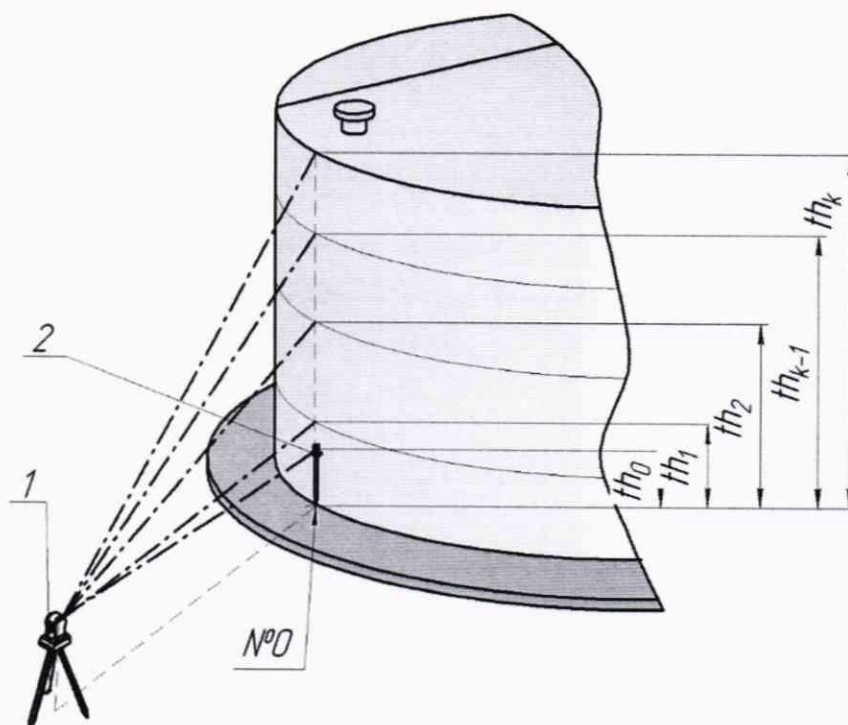
1 – тахеометр; 2 – образующая №0; 3 – плоскость измерения длины окружности первого пояса; 4 – плоскости измерений; 5 – пояса резервуара (I, II, III...k); 6 – точки измерений;  $a_{k,m}$  – расстояние от тахеометра до стенки резервуара, мм, где  $k$  – номер пояса (1,...k);  $m$  – номер образующей (1, 2,...m)

Рисунок А.6 – Схема измерений радиальных отклонений на образующей №0



$x, y, z$  – локальная система координат;  $SD$  – наклонное линейное расстояние;  $HD$  – горизонтальное проложение;  $h$  – высота превышения;  $H_z$  – горизонтальный угол;  $V_z$  – вертикальный (зенитный) угол

Рисунок А.7 – Схема параметров измерений тахеометром



1 – тахеометр; 2 – веха с призмным отражателем.

Рисунок А.8 – Схема измерений высоты поясов 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, внеочередная

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
			0,10

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

Температура, °С				Загазованность, мг/м <sup>3</sup>
воздуха	стенки резервуара			
	$t_p$	$t_p^{\max}$	$t_p^{\min}$	
1	2	3	4	5

окончание таблицы Б.2

Скорость ветра, м/с	Влажность воздуха, %
6	7

Т а б л и ц а Б.3 – Базовая высота резервуара

В миллиметрах

Точка измерения базовой высоты $H_6$	Номер измерения	
	1	2
Риска измерительного люка		
Верхний срез измерительного люка		

Т а б л и ц а Б.4 – Длина окружности первого пояса

Номер измерения	Длина окружности $L_n$ , мм	Поправка на обход накладок $\sum \Delta l_{обх.}$ , мм	Число укладок ленты $n$ , шт.
1	2	3	4
1			
2			

Т а б л и ц а Б.5 – Радиальные отклонения образующих резервуара от вертикали

Номер пояса		Радиальное отклонение $a_{к.т.н/в}$ , мм, образующей резервуара от вертикали под номером								
		1	2	3	4	5	6	...	...	$m$
I	В									
	Н									
II	В									
	Н									
...	В									
	Н									
k-1	В									
	Н									
k	В									
	Н									

Т а б л и ц а Б.6 – Параметры поясов резервуара

В миллиметрах

Номер пояса	Высота			Толщина			Индекс нахлеста (+; -; 0)
	превышения $th_k; h_k$ на образующей		нахлеста $h_{нх}$	пояса $\delta_k$	слоя краски $\delta_{с.к}$	покрытия $\delta_{с.п}$	
	0	6					
	2	3	4	5	6	7	8
I							
II							
...							
k-1							
k							

Т а б л и ц а Б.7 – Параметры «мертвой» полости

№ измерения	Высота «мертвой» полости, $H_{МП}$ , мм
1	2
1	
2	

Т а б л и ц а Б.8 – Параметры жидкости

Уровень жидкости при поверке $H_r$ , мм	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	
	жидкости при поверке $\rho_{жг}$	хранимой жидкости $\rho_{жх}$
1	2	3
<p><b>П р и м е ч а н и я</b>                      1) графы 1 и 2 заполняют в случае наличия жидкости в резервуаре во время проведения поверки;                      2) графу (3) заполняют только при отсутствии жидкости в резервуаре во время проведения поверки.</p>		

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 $(H_6)_k$	Значение базовой высоты, установленное при поверке резервуара $(H_6)_п$	
1	2	3

Относительное изменение базовой высоты резервуара  $\delta_6$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta_6 = \frac{(H_6)_k - (H_6)_п}{(H_6)_п} \cdot 100, \text{ где значения величин } (H_6)_k, (H_6)_п, \text{ приведены в 1-й, 2-й графах.}$$

Вывод – требуется (не требуется) внеочередная поверка резервуара.

Председатель комиссии

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Члены комиссии:

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Приложение Г

(обязательное)

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

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА  
на стальной вертикальный цилиндрический резервуар

РВС \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Организация \_\_\_\_\_

Данные соответствуют стандартной температуре 20 °С  
Погрешность определения вместимости 0,10%

Срок очередной поверки \_\_\_\_\_

Поверитель

\_\_\_\_\_   
подпись

\_\_\_\_\_   
должность, инициалы, фамилия

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



Г.2 Форма градуировочной таблицы резервуара<sup>1)</sup>

Лист \_\_\_ из \_\_\_

Организация \_\_\_\_\_  
Резервуар № \_\_\_\_\_  
Место расположения \_\_\_\_\_

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

Уровень наполнения, см	Вместимость, м <sup>3</sup>	Уровень наполнения, см	Вместимость, м <sup>3</sup>
$H_{мп}$		$H_i + 1$	
$H_{мп} + 1$		...	
$H_{мп} + 2$		...	
...		...	
...		...	
...		...	
$H_i$		...	

Т а б л и ц а Г.2 – Средняя вместимость в пределах вместимости пояса, приходящейся на 1 мм высоты наполнения

Уровень наполнения, мм	Вместимость, м <sup>3</sup>	Уровень наполнения, мм	Вместимость, м <sup>3</sup>	Уровень наполнения, мм	Вместимость, м <sup>3</sup>
1		4		7	
2		5		8	
3		6		9	

<sup>1)</sup> Форма градуировочной таблицы не подлежит изменению

## Приложение Д

(обязательное)

### Обработка результатов измерений

#### Д.1 Вычисление диаметра и высоты первого пояса

Д.1.1 Длину наружной окружности первого пояса  $L_n$ , мм, вычисляют по формуле

$$L_n = \frac{L_{n1} + L_{n2}}{2} - \sum_{j=1}^{n_1} \Delta l_{обх.j}, \quad (Д.1)$$

где  $L_{n1}$ ,  $L_{n2}$  – результаты двух измерений длины окружности первого пояса, мм, значения принимают по таблице Б.4 (графа 2);

$\Delta l_{обх.j}$  – поправка на обход  $j$ -й выступающей детали, мм, (графа 3 таблица Б.4).

Д.1.2 Длину внутренней окружности первого пояса  $L_{вн}$ , мм, вычисляют по формуле

$$L_{вн} = L_n - 2\pi \cdot (\delta_1 + \delta_{с.к} + \delta_{с.п}), \quad (Д.2)$$

где  $\delta_1$  – толщина стенки первого пояса, мм, (графа 5 таблица Б.6);

$\delta_{с.к}$ ,  $\delta_{с.п}$  – толщина слоя краски и антикоррозионного покрытия, мм, (графы 6, 7).

Д.1.3 Если при поверке в резервуаре находится жидкость, то длину внутренней окружности первого пояса, недеформированного от действия гидростатического давления жидкости,  $L_{вн.ц}$  вычисляют по формуле

$$L_{вн.ц} = L_{вн} - 2\pi \cdot \Delta r_r, \quad (Д.3)$$

где  $\pi = 3,1415926$  (здесь и далее везде);

$\Delta r_r$  – увеличение радиуса первого пояса, вызванное гидростатическим давлением жидкости, вычисляемое по формуле

$$\Delta r_r = \frac{\rho_{ж.г} \cdot g \cdot L_{вн}^2 \cdot \left( H_r - \frac{3}{4} \cdot h_1 \right)}{4 \cdot 10^3 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot \delta_1}, \quad (Д.4)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения, равное 9,8066 м/с<sup>2</sup>;

$\rho_{ж.г}$  – плотность жидкости, находящейся в резервуаре при поверке (графа 2 таблица Б.8), кг/м<sup>3</sup>;

$H_r$  – высота наполнения резервуара при поверке, мм, (графа 1 таблица Б.8);

$h_1$  – высота уровня первого пояса, вычисляемая по формуле (Д.13), мм;

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

Примечание – Значение  $\Delta r_r$  учитывают, если  $H_r \geq 3000$  мм, при  $0 < H_r < 3000$  мм принимают  $\Delta r_r = 0$ .

Д.1.4 Внутренний диаметр  $D_1$ , мм, первого пояса вычисляют по формуле

$$D_1 = \frac{L_{\text{вн}}}{\pi}, \quad (\text{Д.5})$$

где  $L_{\text{вн}}$  – длина внутренней окружности, мм, вычисляемая по формулам (Д.2) или (Д.3).

## Д.2 Вычисление внутренних диаметров и высот вышележащих поясов

Д.2.1 Вычисляют средние расстояния от стенки резервуара до тахеометра (точки измерений) по формулам:

– для первого пояса

$$a_1 = \frac{\sum_{m=0}^N a_{1,m}}{N+1}, \quad (\text{Д.6})$$

– для вышестоящих поясов

$$a_{\text{ср.к}} = \frac{\sum_{m=0}^N a_{k,m.n} + \sum_{m=0}^N a_{k,m.v}}{2N+1}, \quad (\text{Д.7})$$

где  $a$  – расстояние от стенки резервуара до тахеометра, мм;

$m$  – номер образующей резервуара (1, 2, 3, ..., 12);

$n, v$  – обозначения нижнего и верхнего сечений пояса соответственно.

Д.2.2 Средние радиальные отклонения образующих резервуара  $\Delta R_{\text{ср.к}}$  вычисляют по формуле

$$\Delta R_{\text{ср.к}} = a_{\text{ср.к}} - a_1, \quad (\text{Д.8})$$

где  $k$  – номер пояса.

Д.2.3 Длину внутренних окружностей  $L_{\text{вн.к}}$  вышестоящих поясов вычисляют по формуле

$$L_{\text{вн.к}} = L_n - 2\pi \cdot (\delta_k + \delta_{\text{с.к}} + \delta_{\text{с.п}} - \Delta R_{\text{ср.к}}), \quad (\text{Д.9})$$

где  $\delta_k$  – толщина стенки  $k$ -го пояса, мм, (графа 5 таблица Б.6);

$\delta_{\text{с.к}}, \delta_{\text{с.п}}$  – толщина слоя краски и антикоррозионного покрытия, мм, (графы 6, 7 таблица Б.6).

Д.2.4 При наличии жидкости в резервуаре в момент его поверки длину внутренних окружностей вышестоящих поясов, недеформированных от действия гидростатического давления жидкости,  $L_{\text{вн.ц.к}}$ , мм, вычисляют по формуле

$$L_{\text{вн.ц.к}} = L_{\text{вн.к}} - 2\pi \cdot \Delta r_{\text{гk}}, \quad (\text{Д.10})$$

где  $\Delta r_{\text{гk}}$  – увеличение радиуса  $k$ -го пояса, вычисляемое по формуле

$$\Delta r_{\text{гk}} = \frac{\rho_{\text{жг}} \cdot g \cdot L_{\text{вн.к}} \cdot \sqrt{H_{\text{г}} - \chi_{\text{k}}}}{4 \cdot 10^9 \cdot \pi^2 \cdot E}, \quad (\text{Д.11})$$

где  $H_{\text{г}}$  – уровень наполнения, мм;

$\chi_{\text{k}}$  – расстояние по вертикали от плоскости начала отсчета до середины  $k$ -го пояса, вычисляемое по формуле

$$\chi_{\text{k}} = \sum_{j=1}^{k-1} h_j + \frac{h_{\text{k}}}{2},$$

где  $h_j$  – высота уровня наполненных поясов, вычисляемый по формуле (Д.14), мм;

$H_{\text{k}}$  – высота уровня наполненного последнего пояса, мм.

Д.2.5 Внутренние диаметры  $D_{\text{k}}$ , мм, поясов вычисляют по формуле

$$D_{\text{k}} = \frac{L_{\text{вн.к}}}{\pi}, \quad (\text{Д.12})$$

где  $L_{\text{вн.к}}$  – длина внутренней окружности  $k$ -го пояса, мм, вычисляемая по формулам (Д.9) или (Д.10).

Д.2.6 Высоту первого пояса  $h_1$ , мм, вычисляют по формуле

$$h_1 = (th_1 - th_0) - h_{\text{нх}}, \quad (\text{Д.13})$$

где  $th_1, th_0$  – высоты превышений, мм, (графа 2,3 таблица Б.6);

$h_{\text{нх}}$  – высота нахлеста, мм, (графа 4 таблица Б.6).

Высоту вышестоящего  $k$ -го пояса, мм, вычисляют по формуле

$$h_{\text{k}} = (th_{\text{k}} - th_{\text{k}-1}) - S_{\text{k}} h_{\text{нх.к}} + S_{\text{k}+1} h_{\text{нх.к}+1}, \quad (\text{Д.14})$$

где  $S_{\text{k}}, S_{\text{k}+1}$ , – индекс нахлеста  $k$ -пояса, принимают по таблице Б.6 (графа 8).

Д.2.7 Объем «мертвой» полости резервуара  $V_{\text{МП}}$ , м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$V_{\text{МП}} = 10^{-9} \cdot \frac{\pi D_1^2}{4} \cdot H_{\text{МП}}, \quad (\text{Д.15})$$

где  $D_1$  – внутренний диаметра первого пояса, вычисляемый по формуле (Д.5), мм;

$H_{\text{МП}}$  – высота «мертвой» полости резервуара, как среднее значение результатов измерений (графа 2 таблица Б.7), округленное до целого миллиметра, мм.

### Д.3 Вычисление вместимости поясов резервуара

При определении вместимости  $k$ -го пояса проводят вычисления:

а) вместимости  $V_{ц,1}$  недеформированного 1-го пояса от гидростатического давления налитой жидкости

б) вместимости  $V_{ц,k}$  недеформированного вышестоящего  $k$ -го пояса от гидростатического давления налитой жидкости;

в) поправки к вместимости резервуара за счет гидростатического давления жидкости  $V_{г,k}$  при наполнении.

Д.3.1 Вместимость первого пояса  $V'_{ц,1}$ , м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$V'_{ц,1} = V_{мп} + V'_1, \quad (Д.16)$$

где  $V_{мп}$  – объем «мертвой» полости, вычисляемый по формуле (Д.15), м<sup>3</sup>;

$V'_1$  – объем в пределах высоты уровня от  $h_{мп}$  до  $h_1$  (высота уровня верхней границы 1 пояса), вычисляемый по формуле (Д.17), м<sup>3</sup>;

Д.3.2 Значения объема  $V'_1$ , м<sup>3</sup>, входящего в формулу (Д.16), вычисляют по формуле

$$V'_1 = \frac{\pi D_1^2 \cdot (h_1 - H_{мп})}{4 \cdot 10^9}, \quad (Д.17)$$

где  $D_1$  – внутренний диаметр 1-го пояса, мм, вычисляемый по формуле (Д.5);

$H_{мп}$  – высота мертвой полости по пункту Д.2.7, мм;

$h_1$  – высота уровня на верхней границе 1-го пояса, вычисляемая по формуле (Д.13), мм.

Д.3.3 Вместимость  $V_{ц,k}$ , м<sup>3</sup>, недеформированного  $k$ -го пояса от гидростатического давления вычисляют по формуле

$$V_{ц,k} = \frac{\pi D_k^2 \cdot h_k}{4 \cdot 10^9}, \quad (Д.18)$$

где  $D_k$  – внутренний диаметр  $k$ -го пояса, мм, вычисляемый по формуле (Д.5);

$h_k$  – высота  $k$ -го пояса, мм, вычисляемая по формуле (Д.14), мм.

#### Д.4 Вычисление поправки к вместимости за счет гидростатического давления

Д.4.1 Поправку к вместимости резервуара за счет гидростатического давления столба налитой жидкости  $\Delta V_{г,i}$  при наполнении  $k$ -го пояса вычисляют по формуле

$$\Delta V_{г,k} = A_2 \cdot \left\{ \frac{0,8H_1}{\delta_1} \left( \sum_{j=1}^k h_j - \frac{h_1}{2} \right) + \sum_{n=2}^k \left[ \frac{H_n}{\delta_n} \left( \sum_{j=n}^k h_j - \frac{h_n}{2} \right) \right] \right\}, \quad (Д.19)$$

где  $h_1, \delta_1$  – высота уровня и толщина стенки первого пояса, мм;

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

$k$  – номер наполненного пояса, выбирают из ряда 1, 2, ..., 8;

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

$$A_2 = \frac{\rho_{ж.х} \cdot g \cdot \pi D_1^3}{4 \cdot 10^{12} \cdot E}, \quad (Д.20)$$

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

$\rho_{ж.х}$  – плотность хранимой жидкости, (графа 3 таблица Б.8);

$D_1$  – внутренний диаметр 1-го пояса, вычисляемый по формуле (Д.5), мм;

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

#### Д.5 Вычисление вместимости резервуара

Д.5.1 Вместимость резервуара, соответствующую уровню налитой жидкости  $H$  вычисляют по формуле

$$V = V_1 + \sum_{i=2}^8 V_{ц,k} + \Delta V_{гk}, \quad (Д.21)$$

где  $n$  – число наполненных поясов резервуара;

**П р и м е ч а н и е** - Вместимость последнего частично наполненного пояса вычисляют по фактической высоте его наполнения.

Приложение Е

(справочное)

Форма журнала обработки результатов измерений

ЖУРНАЛ

обработки результатов измерений

Е.1 Вычисление внутренних диаметров и высот поясов

Т а б л и ц а Е.1 – Вычисление внутренних диаметров

В миллиметрах

№ пояса	Диаметры поясов		Внутренний диаметр пояса $D_i$	Высота пояса $H_i$
	внутренние $D_i^k$	наружные $(D_i^k)_н$		
1	2	3	4	5
1				
2				
...				
k				

П р и м е ч а н и я

- 1) Графу 2 заполняют при применении сканера;
- 2) Графу 4 заполняют при применении метода наружных измерений

Е.2 Вычисление параметров резервуара

Т а б л и ц а Е.2 – Вычисление параметров резервуара

Наименование параметра	Вычисление (значение) параметра	№ формулы
Степень наклона $\eta$		
Вычисление угла направления наклона резервуара $\varphi$ , град		
Базовая высота $H_б$ , мм		
Высота исходного уровня $H_и$ , мм		
Исходный уровень $H_и$ , мм		
Высота точки касания дна груза рулетки с учетом наклона резервуара $f_л$ , мм		
Высота «мертвой» полости $H_{мп}$ , мм		

окончание таблицы Е.1

Вместимость «мертвой» полости $V_{мп}$ , м <sup>3</sup>		
Объем жидкости, вытесненной плавающим покрытием, м <sup>3</sup>		
Масса плавающего покрытия $m_h$ , кг		
Объем жидкости от исходного уровня, соответствующего всплытию плавающего покрытия $V_{всп}$ , м <sup>3</sup>		
Уровень жидкости, соответствующий расстоянию от днища резервуара до нижней части плавающего покрытия $H_n$ , мм		

Вычисление провел

\_\_\_\_\_ (должность)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (расшифровка)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.



## БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.3532-18  
Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 13.02.2018 № 25
- [2] 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