

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии»  
Государственный научный метрологический центр  
ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по  
развитию  
А. С. Тайбинский



« 18 » июня 2018 г.

## ИНСТРУКЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Резервуары стальные вертикальные цилиндрические теплоизолированные РВС-10000, РВС-20000

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 0782-7-2018

Начальник НИО-7

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

Казань 2018 г.

## Предисловие

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

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

2 УТВЕРЖДЕНА ФГУП «ВНИИР» 18 июня 2018 г.

3 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

ЛИСТОВ: 38

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен,  
тиражирован и (или) распространен без разрешения ФГУП «ВНИИР»

Адрес: 420088, г. Казань, ул. 2-я Азинская, 7а  
Тел/факс +7(843)272-61-26; +7(843)272-62-75  
E-mail: nio7@vniir.org

# Содержание

	Стр.
1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины и определения.....	2
4 Метод поверки.....	3
5 Технические требования .....	3
5.1 Требования к погрешности измерений параметров резервуара.....	3
5.2 Требования по применению рабочих эталонов и вспомогательных средств поверки ...	3
6 Требования к организации проведения поверки .....	4
7 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности.....	4
8 Условия поверки.....	5
9 Подготовка к поверке.....	5
10 Проведение поверки резервуара .....	6
10.1 Внешний осмотр.....	6
10.2 Измерения базовой высоты резервуара .....	7
10.3 Определение внутренних диаметров поясов резервуара .....	7
10.4 Измерения высот поясов резервуара .....	8
10.5 Определение параметров «мертвой» полости резервуара .....	9
10.5.1 Измерение объема неровностей днища.....	9
10.5.2 Измерение высоты «мертвой» полости.....	10
10.5.3 Измерение координаты точки касания днища грузом рулетки.....	10
10.6 Определение объемов внутренних деталей .....	11
11 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы .....	11
11.1 Обработка результатов измерений.....	11
11.2 Составление градуировочной таблицы резервуара .....	11
12 Оформление результатов поверки .....	12
Приложение А .....	13
Приложение Б .....	19
Приложение В .....	23
Приложение Г.....	24
Приложение Д .....	26
Приложение Е.....	35
Приложение Ж.....	37
БИБЛИОГРАФИЯ.....	38

Государственная система обеспечения единства измерений

**Резервуары стальные вертикальные  
цилиндрические теплоизолированные  
РВС-10000, РВС-20000. Методика поверки  
МП 0782-7-2018**

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая инструкция распространяется на резервуары стальные вертикальные цилиндрические теплоизолированные (далее – резервуары) номинальной вместимостью 10000 м<sup>3</sup>, 20000 м<sup>3</sup> (РВС-10000, РВС-20000) АО «ТАНЕКО», предназначенных для измерения объема нефти и нефтепродуктов, а также для их приема, хранения и отпуска при выполнении государственных учетных операций с нефтью и нефтепродуктами и устанавливает методику геометрическим методом его первичной, периодической и внеочередной поверок.

Межповерочный интервал составляет не более 5 лет.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей инструкции использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.004—2015 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения;

ГОСТ 12.1.005—88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;

ГОСТ 12.4.010—75 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия;

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 400—80 Термометры стеклянные для испытаний нефтепродуктов. Технические условия;

ГОСТ 427—75 Линейки измерительные металлические. Технические условия;

ГОСТ Р 12.4.310—2016 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты работающих от воздействия нефти, нефтепродуктов. Технические требования;

ГОСТ 28498—90 Термометры жидкостные стеклянные. Общие технические требования. Методы испытаний;

ГОСТ 30852.0—2002 Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования;

ГОСТ 30852.9—2002 Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 10. Классификация взрывоопасных зон;

ГОСТ 30852.11—2002 Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 12. Классификация смесей газов и паров с воздухом по безопасным экспериментальным зазорам и минимальным воспламеняющим токам.

### 3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей инструкции применяют следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 резервуар стальной вертикальный цилиндрический теплоизолированный:** Стационарная мера вместимости, наружная поверхность которой покрыта слоем теплоизоляции, с индивидуальной градуировочной таблицей, предназначенная для приема, хранения и отпуска, измерения объема и массы нефти и нефтепродуктов совместно со средствами измерений уровня, плотности и температуры.

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

Таблицу прилагают к свидетельству о поверке резервуара и применяют для определения объема нефти и нефтепродукта в нем.

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

**3.4 вместительность резервуара:** Внутренний объем резервуара с учетом объема внутренних деталей, который может быть наполнен нефтью и нефтепродуктом 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 уровню 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:** Точка на днище резервуара, которой касается груз измерительной рулетки при измерении базовой высоты резервуара и уровня нефти и нефтепродукта в резервуаре.

**3.10 базовая высота резервуара:** Расстояние по вертикале от точки касания днища грузом рулетки до верхнего края измерительного люка или до риски направляющей планки измерительного люка (при наличии)

**3.11 предельный уровень:** Предельный уровень определения посантиметровой вместимости резервуара при его поверке, соответствующий суммарной высоте нижней части резервуара и стенки резервуара

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

#### 4 МЕТОД ПОВЕРКИ

Поверку резервуара проводят геометрическим методом.

4.1 При поверке резервуара вместимость первого пояса резервуара определяют по результатам измерений внутреннего диаметра с применением электронного тахеометра и высоты первого пояса.

4.1 Вместимость вышестоящих поясов определяют по результатам измерений внутренних радиусов и высот поясов.

#### 5 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

##### 5.1 Требования к погрешности 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 измеряемого параметра	Пределы допустимой погрешности измерений параметров резервуара
Диаметр резервуара, мм	$\pm 3$
Высота пояса, мм	$\pm 3$
Измерение расстояний, мм	$\pm 3$
Температура стенки резервуара, °С	$\pm 2$
Объем внутренних деталей, м <sup>3</sup>	$\pm (0,025-0,25)$

5.1.2 При соблюдении указанных в таблице 1 пределов допускаемой погрешности измерений, относительная погрешность определения вместимости (градуировочной таблицы) резервуаров не превышает:  $\pm 0,10 \%$ .

##### 5.2 Требования по применению рабочих эталонов и вспомогательных средств поверки

5.2.1 При поверке резервуара применяют следующие основные и вспомогательные средства поверки:

5.2.1.1 Рулетку измерительную 2-го класса точности с диапазоном измерений от 0 до 20 м по ГОСТ 7502.

5.2.1.2 Рулетку измерительную 2-го класса точности с грузом диапазоном измерений от 0 до 30 м по ГОСТ 7502.

5.2.1.3 Линейку измерительную металлическую с диапазоном от 0 до 500 мм, от 0 до 1000 мм по ГОСТ 427.

5.2.1.4 Тахеометр электронный Leica FlexLine TS02 plus по [1].

5.2.1.5 Термометр с ценой деления 0,1 °С и диапазоном измерений от 0 до плюс 50 °С по ГОСТ 28498.

5.2.1.6 Анализатор-течеискатель типа АНТ-3М по [2].

5.2.1.7 Веха телескопическая с призмным отражателем (рисунок А.1).

5.2.2 Вспомогательные средства поверки: мел, шпатель, щетки (металлические), микрокалькулятор.

5.2.3 Рабочие эталоны должны быть аттестованы в соответствии с действующим законодательством.

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

## 6 ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку резервуаров осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица.

6.2 Устанавливают следующие виды поверок резервуара:

- первичную, которую проводят после строительства резервуара перед его вводом в эксплуатацию и капитального ремонта;

- периодическую, которую проводят по истечению срока действия градуировочной таблицы и при внесении в резервуар конструктивных изменений, влияющих на его вместимость;

- внеочередную поверку – проводят при изменении значений базовой высоты резервуара более чем на 0,1 % по результатам ежегодных её измерений.

Первичную поверку резервуаров проводят после их гидравлических испытаний.

## 7 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ И ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 Поверку резервуара проводит физическое лицо, аттестованное в качестве поверителя и в области промышленной безопасности в соответствии с РД-03-20 [3], утвержденным приказом Ростехнадзора от 29.01.2007 № 37.

7.2 Измерения параметров при поверке резервуара проводит группа лиц, включая поверителя организации, указанной в 6.1, и не менее двух специалистов, прошедших курсы повышения квалификации и других лиц (при необходимости), аттестованных в области промышленной безопасности в соответствии с РД-03-20.

7.3 К поверке резервуара допускают лиц, изучивших настоящую рекомендацию, техническую документацию на резервуар и его конструкцию, средства поверки и прошедших инструктаж по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004, по промышленной безопасности в соответствии с РД-03-20.

7.4 Лица, проводящие поверку резервуара, используют спецодежду – костюмы по ГОСТ Р 12.4.290, спецобувь по ГОСТ 12.4.137, строительную каску по ГОСТ 12.4.087, рукавицы по ГОСТ 12.4.010.

7.5 Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе, измеренная газоанализатором вблизи и внутри резервуара на высоте 2000 мм, не должна превышать  $300 \text{ мг/м}^3$  – по ГОСТ 12.1.005-88.

7.6 Измерения параметров резервуара во время грозы **категорически запрещены**.

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

7.8 Перед началом поверки резервуара проверяют исправность:

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

7.9 В процессе измерений параметров резервуара обеспечивают двух или трехкратный обмен воздуха внутри резервуара. При этом анализ воздуха на содержание вредных паров и газов проводят через каждый час.

7.10 Продолжительность работы внутри резервуара не более 4-х часов, после каждой четырехчасовой работы – перерыв на один час.

## 8 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

8.1 При поверке соблюдают следующие условия:

8.1.1 Измерения параметров резервуара проводят изнутри его.

8.1.2 Для проведения измерений параметров резервуара его освобождают от остатков нефти и нефтепродукта, зачищают, пропаривают (при необходимости), промывают и вентилируют.

8.1.3 Температура окружающего воздуха и воздуха внутри резервуара ( $20 \pm 15$ )°С.

8.1.4 При проведении периодической поверки допускается использовать результаты измерений вместимости «мертвой» полости, полученные ранее, и вносить их в таблицу Б.7 приложения Б, если изменение базовой высоты резервуара по сравнению с результатами её измерений в предыдущей поверке составляет не более 0,1 %.

## 9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

9.1 При подготовке к поверке проводят следующие работы:

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

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

9.1.3 Штатив тахеометра приводят в рабочее положение, устанавливая на него тахеометр, проводят необходимые операции к подготовке к работе, в соответствии с руководством по эксплуатации. Для удобства выполнения измерений рекомендуемая высота установки: 1650 – 1750 мм от днища резервуара до визирной линии тахеометра.

9.1.4 Проводят высотную привязку установки тахеометра, для этого:

а) опускают измерительную рулетку с грузом через измерительный люк до точки касания днища грузом рулетки и фиксируют её мелом;

б) устанавливают тахеометр в области центра резервуара, при этом место установки выбирают с учетом стабильного позиционирования прибора (отсутствие хлопуна);

в) тахеометр горизонтируют, с помощью триггеров в соответствии с его технической документацией. Выбирают режим измерений тахеометра *HD-h-HZ*. Величину горизонтального угла устанавливают  $H_z = 0^{\circ}00'00''$ ;

г) направляют визир оптической трубы тахеометра (далее – визир тахеометра) по нормали к цилиндрической стенке резервуара в место пересечения днища и стенки (точка А рисунок А.3);

д) измеряют расстояние  $h_A$  и вводят с обратным знаком в меню настроек тахеометра как высоту установки инструмента (рисунок А.3);

е) повторно снимая показания  $h_A$ , проверяем правильность ввода данных. На меню дисплея отображения данных должны быть координаты:  $H_z = 0^{\circ}00'00''$ ;  $h = 0$ .

9.1.5 В программном обеспечении тахеометра формируют файл записи данных измерений.

## 9.2 Операции поверки

9.2.1 При проведении поверки резервуара должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2

Т а б л и ц а 2

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта Инструкции
1	Внешний осмотр	10.1
2	Измерение базовой высоты	10.2
3	Определение внутренних диаметров поясов резервуара	10.3
4	Измерения высот поясов резервуара	10.4
5	Определение параметров «мертвой» полости резервуара	10.5
6	Определение объемов внутренних деталей	10.6

## 10 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ РЕЗЕРВУАРА

### 10.1 Внешний осмотр

10.1.1 При внешнем осмотре резервуара проверяют:

- состояние конструкции и внутренних деталей резервуара технической документации на него (паспорту, технологической карте на резервуар);
- наличие необходимой арматуры и оборудования;
- исправность лестниц и перил;
- состояние днища резервуара (отсутствие бугров, ям);
- чистоту внутренней поверхности резервуара;
- отсутствие деформации стенок резервуара, препятствующих проведению измерений параметров резервуара.

10.1.2 По результатам внешнего осмотра устанавливают возможность применения геометрического метода поверки резервуара.

### **10.2 Измерения базовой высоты резервуара**

10.2.1 Базовую высоту резервуара  $H_6$  измеряют измерительной рулеткой с грузом не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно превышать 2 мм (рисунок А.2).

В точке касания днища грузом рулетки проводят мелом отметку на днище резервуара.

10.2.2 Результаты измерений базовой высоты  $H_6$  с указанием места отсчета вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.3).

10.2.3 Базовую высоту измеряют ежегодно. Ежегодные измерения базовой высоты резервуара проводит комиссия, назначенная приказом руководителя предприятия - владельца резервуара, в состав которой должен быть включен специалист, прошедший курсы повышения квалификации по поверке и калибровке резервуаров.

При ежегодных измерениях базовой высоты резервуара 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.

### **10.3 Определение внутренних диаметров поясов резервуара**

10.3.1 Определение внутренних диаметров поясов проводят с применением тахеометра по 5.2.1.4. Внутренние диаметры поясов резервуара  $D_i$  определяют по результатам измерений радиусов на 12 образующих в каждом поясе резервуара.

Тахеометр устанавливают в режим измерений «SD-Hz-Vz».

Измерение резервуара проводят:

- а) для первого пояса – в верхнем сечении;
- б) для вышестоящих поясов – в нижнем и верхнем сечениях.

Нижнее и верхнее сечения находятся в плоскости отходящих от сварного шва на величину равную 1/5 высоты пояса (рисунок А.4).

10.3.2 Измерение радиусов поясов резервуара проводят в следующей последовательности (рисунок А.5).

10.3.2.1 Направляют сетку нитей визира тахеометра на стенку резервуара в верхнем сечении 1-го пояса и измеряют: наклонное расстояние  $l_{0В}^1$ , мм; вертикальный угол  $V_{0В}^1$ , угл. сек.

10.3.2.2 Направляют сетку нитей визира тахеометра на стенку резервуара в нижнем сечении 2-го пояса и измеряют: наклонное расстояние  $l_{0Н}^2$ , мм; вертикальный угол  $V_{0Н}^2$ , угл. сек.

10.3.2.3 Направляют сетку нитей визира тахеометра на стенку резервуара в верхнем сечении 2-го пояса и измеряют: наклонное расстояние  $l_{0В}^2$ , мм; вертикальный угол  $V_{0В}^2$ , угл. сек.

10.3.2.4 Проводят аналогичные операции по 10.3.2.2, 10.3.2.3 и измеряют: наклонные расстояния  $l_{0В}^i$ , мм; вертикальные углы  $V_{0В}^i$ , угл. сек.

**Примечание** – В обозначениях  $l_{0В}^i$  и  $V_{0В}^i$  верхний индекс указывает номер текущего пояса, в нижнем индексе – цифра соответствует номеру образующей (0, 1, ..., N), буква «н» и «в» соответствует плоскости (сечению) измерений (нижнее и верхнее соответственно).

10.3.2.5 Поворачивают алидаду тахеометра в горизонтальной плоскости против часовой стрелки на угол  $30^\circ$  (рисунок А.6). Фиксируют значение горизонтального угла  $\varphi_{1Н}^1$ , угл. сек. первой образующей.

10.3.2.6 Проведя аналогичные операции по 10.3.2.1 – 10.3.2.4 измеряют  $l_{1Н(В)}^i$ , мм; вертикальные углы  $V_{1Н(В)}^i$ .

10.3.2.7 Поворачивают алидаду тахеометра на угол  $60^\circ$ . Фиксируют значение горизонтального угла  $\varphi_{2Н}^1$ , угл. сек. второй образующей и проводят операции по 10.3.2.1 – 10.3.2.6.

10.3.2.8 Проводят аналогичные операции на остальных образующих.

10.3.2.9 Результаты измерений вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблицы Б.4, Б.4.1).

#### **10.4 Измерения высот поясов резервуара**

Высоту  $i$ -го пояса резервуара  $h_i$  измеряют на нулевой и противоположной N/2 образующей резервуара (рисунок А.7), при помощи тахеометра в следующей последовательности.

10.4.1 Устанавливают на тахеометра режим измерений «HD-h-Hz».

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

10.4.3 Проводя аналогичные процедуры по 10.4.3 измеряют расстояния  $th_2 \dots th_k$ , мм, вышестоящих поясов.

10.4.4 Результаты измерений вносят в протокол. форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.5).

### **10.5 Определение параметров «мертвой» полости резервуара**

При определении параметров «мертвой» полости резервуара проводят измерения:

- 1) объема неровностей днища;
- 2) высоты «мертвой» полости;
- 3) координаты точки касания днища грузом рулетки.

#### 10.5.1 Измерение объема неровностей днища

Определение объема неровностей днища  $(\Delta V_{\text{дн}})_0$  проводят с применением тахеометра, вехи с призмным отражателем и измерительной рулетки путем измерения высот превышения рейки в точках пересечения концентрических окружностей днища (I, II, ..., VIII) и 8 радиусов днища (рисунок А.9).

Измерения проводят в следующей последовательности.

10.5.1.1 Проводят высотную привязку тахеометра к точке касания днища грузом рулетки днища грузом рулетки.

Тахеометр приводят в отражательный режим измерений «HD-h-Hz».

Устанавливают веху с призмным отражателем в точку касания днища грузом рулетки, контролируя вертикальное положение по круговому уровню вехи.

Наводят сетку нитей визира в центр призмного отражателя и измеряют высоту превышения  $h_0$ , мм, (рисунок А.8) и вводят с обратным знаком в меню настроек тахеометра как высоту установки инструмента.

Повторно снимая показания  $h_0$ , проверяем правильность ввода данных. На меню дисплея отображения данных должны быть координаты:  $HZ = 0^0 00' 00''$ ;  $h = 0$ .

10.5.1.2 Формируют координаты отсчета (места установки вехи) на первом радиусе, для чего укладывают рулетку на днище резервуара, при этом начало отсчета совмещают с точкой установки станции, а второй конец совмещают с отметкой 1-ой образующей на стенке резервуара (рисунок А.9).

10.5.1.3 Устанавливают веху в точку  $b_{1,1}$  (пересечение 1-й окружности на 1-й образующей), координаты отсчета приведены в таблице 3, контролируя вертикальное положение по круговому уровню вехи. Наводят сетку нитей визира в центр призмного отражателя и измеряют высоту превышения  $b_{1,1}$ , мм, (рисунок А.10). Последовательно

устанавливая в остальных точках отсчета измеряют высоты превышения  $b_{2.1}, \dots, b_{8.1}^1$ , мм.

Т а б л и ц а 3

Тип	Отсчет по шкале ленты рулетки, мм, на радиусе							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
РВС-10000, 20000	0,35R	0,5R	0,61R	0,71R	0,79R	0,86R	0,93R	стенка

10.5.1.4 Поворачивают алидаду тахеометра на  $45^\circ$  против часовой стрелки и укладывают ленту рулетки на 2-й радиус днища, совмещая начало отсчета (точка  $b_{2.1}$ ), а второй конец совмещают с отметкой 2-ой образующей на стенке резервуара (рисунок А.9). Проводят измерения высот превышения  $b_{2.2}, \dots, b_{8.2}$  на втором радиусе аналогично.

10.5.1.5 Проводя аналогичные процедуры по 10.5.1.2-10.5.1.4 измеряют высоты превышений точек отсчета на остальных образующих.

10.5.1.6 Результаты измерений вносят в протокол поверки форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.6).

#### 10.5.2 Измерение высоты «мертвой» полости

Измерение высоты «мертвой» полости резервуара проводят с применением тахеометра в следующей последовательности.

Устанавливают вежу с призмным отражателем на плоскость среза приемно-раздаточного устройства. Направляют сетку нитей визира на центр призмы и измеряют расстояние  $th_{мп}$ , мм, как высоту превышения (рисунок А.11). Измерения проводят 2 раза, расхождение между результатами измерений должно быть не более 1 мм.

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

#### 10.5.3 Измерение координаты точки касания днища грузом рулетки

Координату точки касания днища грузом рулетки измеряют тахеометром в следующей последовательности.

Устанавливают вежу в точку касания днища грузом рулетки, контролируя вертикальное положение по круговому уровню вежи. Наводят сетку нитей визира в центр призмного отражателя и измеряют горизонтальный угол  $\varphi_0$ , °, и контролируют высоту  $h_0$ , мм. В соответствии с пунктом 10.5.1.1 её значение должно быть равно нулю.

Результаты измерений вносят в протокол поверки форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.8).

<sup>1</sup> В обозначении точки отсчета  $b_{1.1} \dots b_{8.1}$  – первый индекс указывает номер радиуса концентрической окружности днища, второй – номер радиуса днища (образующей)

### 10.6 Определение объемов внутренних деталей

Объемы внутренних деталей, находящихся в резервуаре, определяют по данным проектной документации на резервуар.

Внутренняя деталь, которая влияет на вместимость резервуара является люк-лаз и центральная труба.

Данные объемов и расположения внутренних деталей носят в протокол поверки форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.9).

## 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 В.

### 11.2 Составление градуировочной таблицы резервуара

11.2.1 Градуировочную таблицу составляют начиная с уровня  $H_{мп}$ , соответствующего высоте «мертвой» полости  $h_{мп}$ , до предельного уровня  $H_{пр}$ , вычисляя посантиметровую вместимость резервуара  $i$ -го пояса  $V(H)_i$ , м<sup>3</sup>, по формуле

$$V(H)_i = V(H)_{i-1} + \frac{\pi D_i^2}{4 \cdot 10^8} (H - H_{i-1}), \quad (1)$$

где  $V(H)_{i-1}$  – посантиметровая вместимость резервуара, соответствующая уровню  $H_{i-1}$ , м<sup>3</sup>;

$H$  – уровень жидкости, соответствующий, отсчитываемый от точки касания днища грузом рулетки, см;

$H_{i-1}$  – уровень жидкости, соответствующий суммарной высоте поясов, см;

$D_i$  – внутренний диаметр  $i$ -го пояса, вычисляемый по формуле (Д.1), мм.

11.2.2 Предельный уровень  $H_{пр}$ , см, до которого составляют градуировочную таблицу, вычисляют по формуле

$$H_{пр} = \frac{\eta}{\sqrt{1+\eta^2}} \left[ H_6 \frac{\eta}{\sqrt{1+\eta^2}} + \frac{1}{\eta} \sum_{i=1}^n h_i + r_0 \cos \varphi \right], \quad (2)$$

где  $n$  – номер пояса, выбираемый из ряда: 2, 3, ...,  $n$ ;

$h_i$  – высота  $i$ -го пояса, мм;

$r_0$  – радиус расположения точки касания днища грузом рулетки, мм;

$\varphi$  – угол направления наклона резервуара, °.

11.2.3 Посантиметровую вместимость 1-го пояса  $V(H)_1$ , м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле (Д.8).

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

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

11.2.6 При составлении градуировочной таблицы значения вместимости округляют до 1 дм<sup>3</sup>.

11.2.7 Значения посантиметровой вместимости, указанные в градуировочной таблице, соответствуют температуре 20 °С.

11.2.8 Результаты расчетов вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Г.

11.2.9 Обработка результатов измерений может быть проведена ручным способом или с использованием разработанного и аттестованного в установленном порядке программного обеспечения.

11.2.10 Результаты измерений должны быть оформлены протоколом поверки, 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 в соответствии с [4].

12.2 К свидетельству о поверке прикладывают:

- а) градуировочную таблицу;
- б) протокол поверки (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 поверки подписывает поверитель и лица, участвующие при проведении поверки резервуара. Подпись поверителя заверяют оттиском поверительного клейма.

Титульный лист и последнюю страницу градуировочной таблицы подписывает поверитель, подпись поверителя заверяют оттиском поверительного клейма.

12.4 Градуировочную таблицу утверждает руководитель органа аккредитованного на право проведения поверки.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

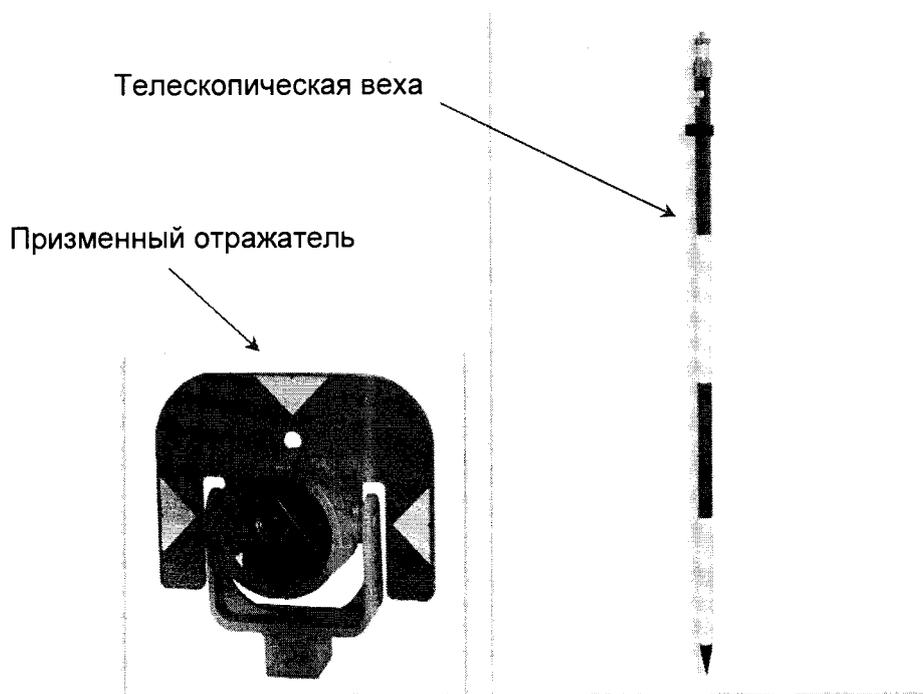


Рисунок А.1 – Веха телескопическая с призмным отражателем

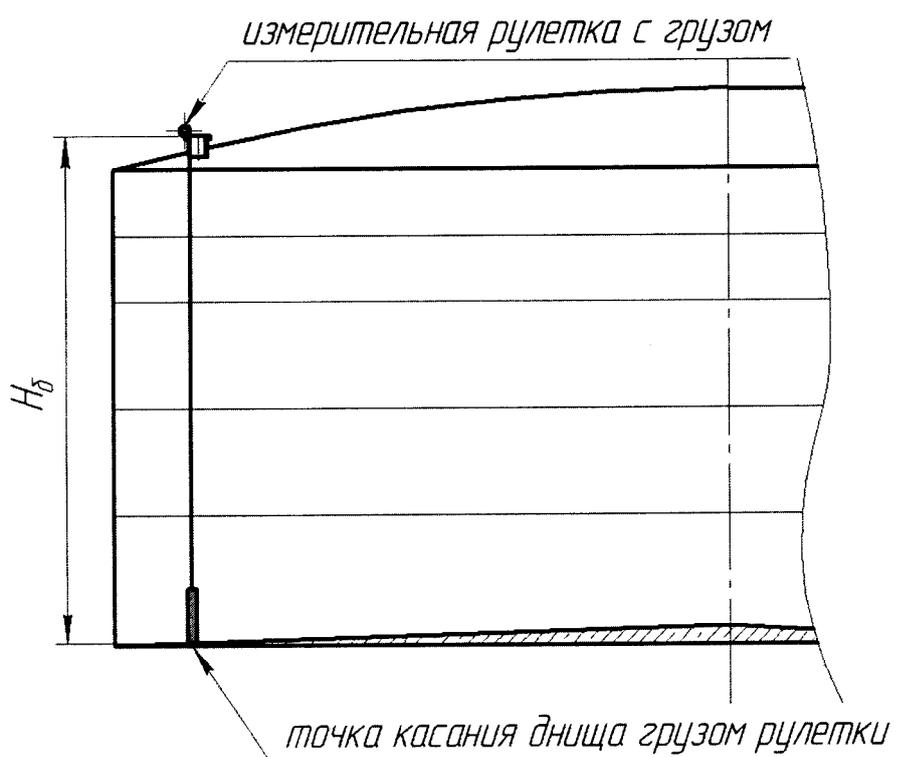


Рисунок А.2 – Схема измерений базовой высоты



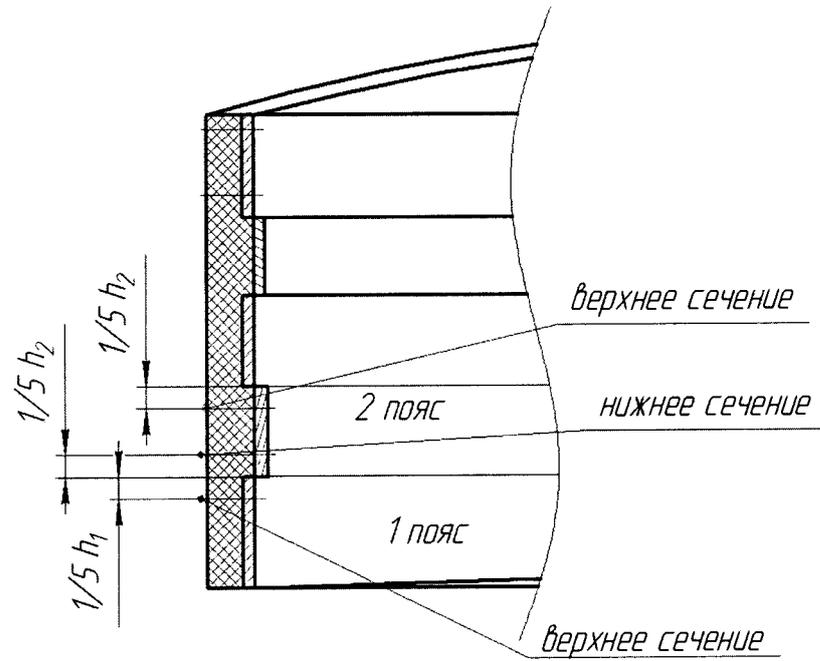


Рисунок А.4 – Схема расположений плоскостей измерений (сечений) внутренних радиусов резервуара

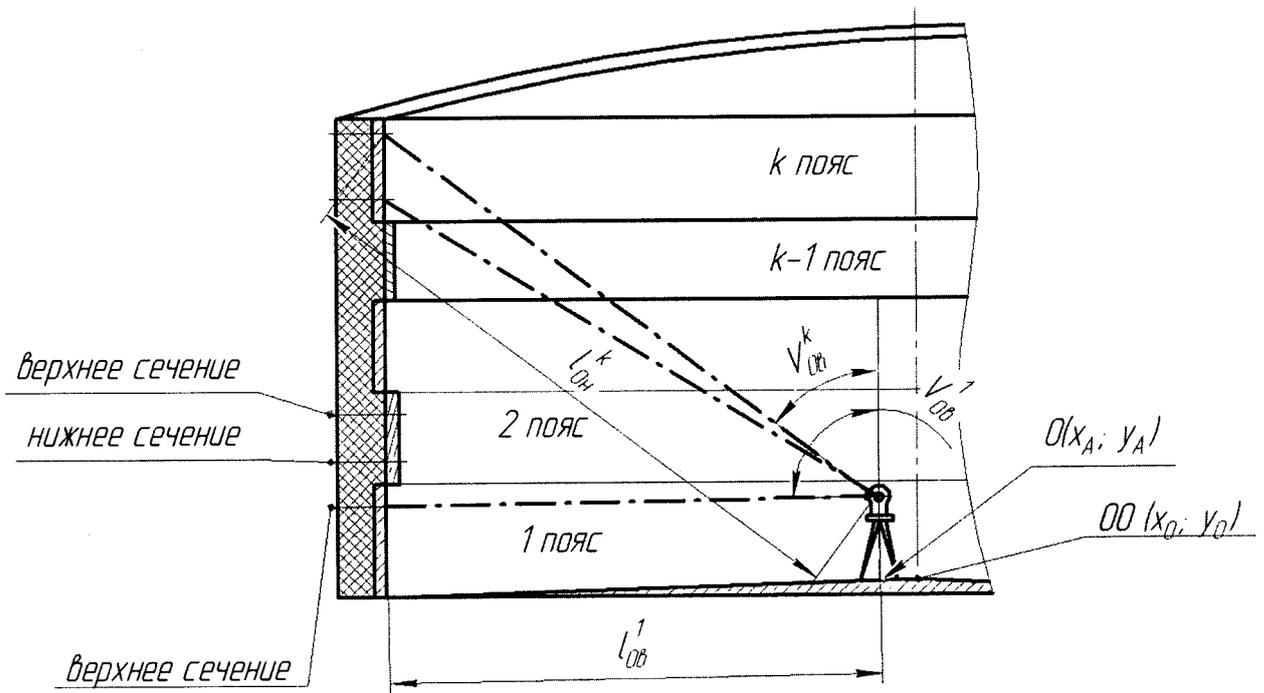


Рисунок А.5 – Схема измерений радиусов поясов резервуара

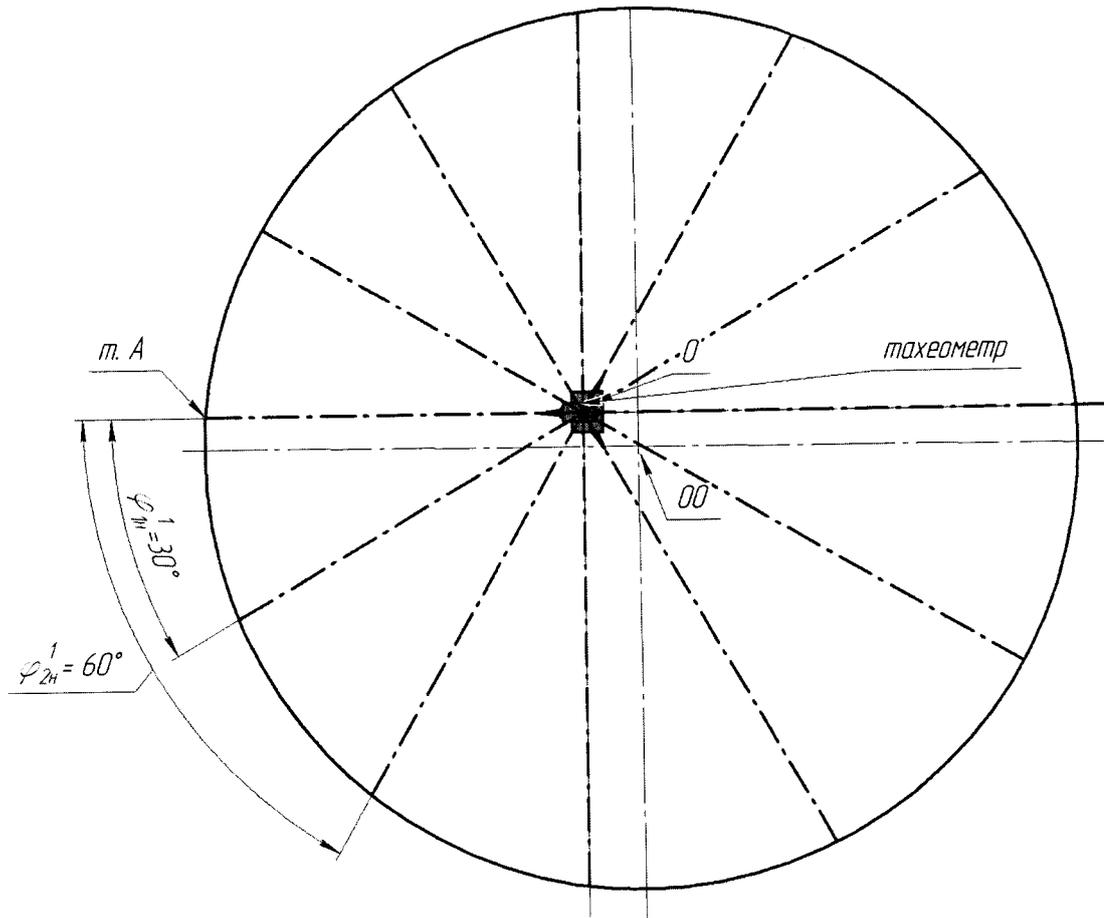


Рисунок А.6 – Схема образующих резервуара

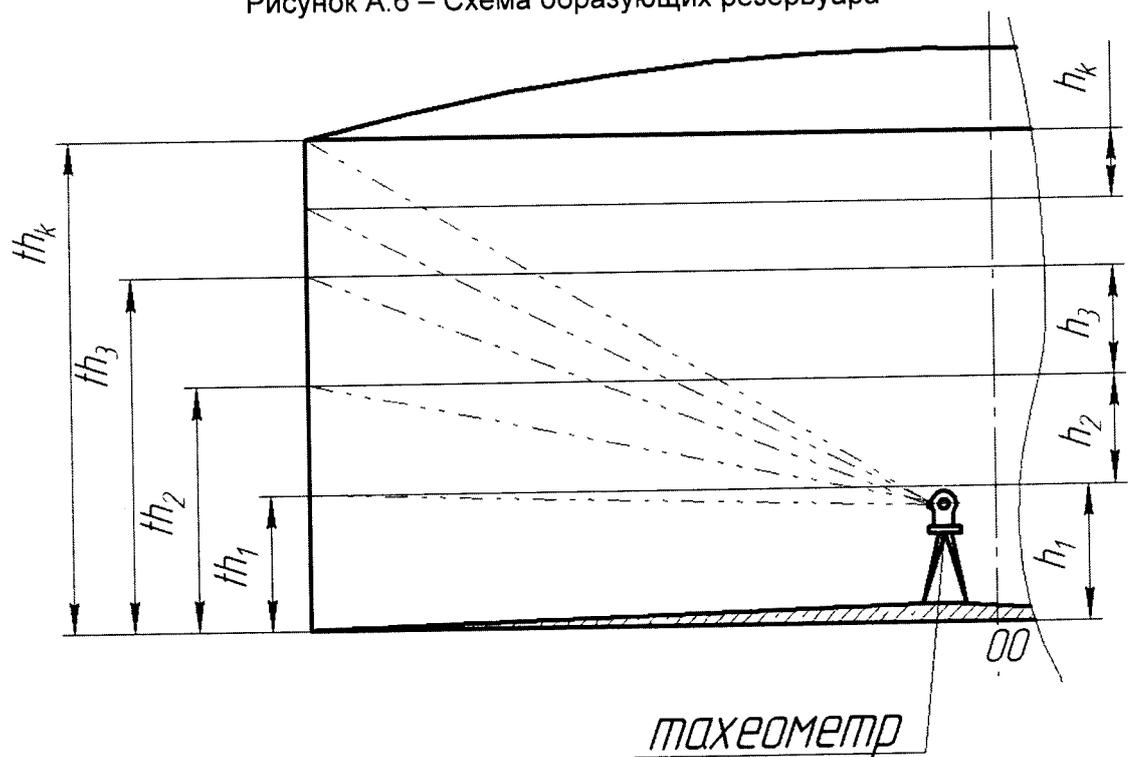


Рисунок А.7 – Схема измерений высоты поясов

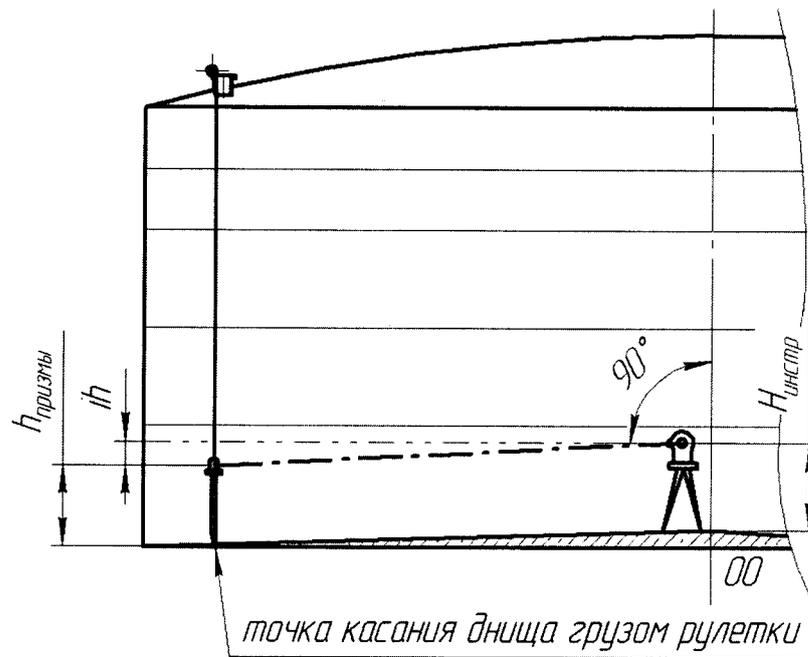


Рисунок А.8 – Схема измерений высотной привязки тахеометра

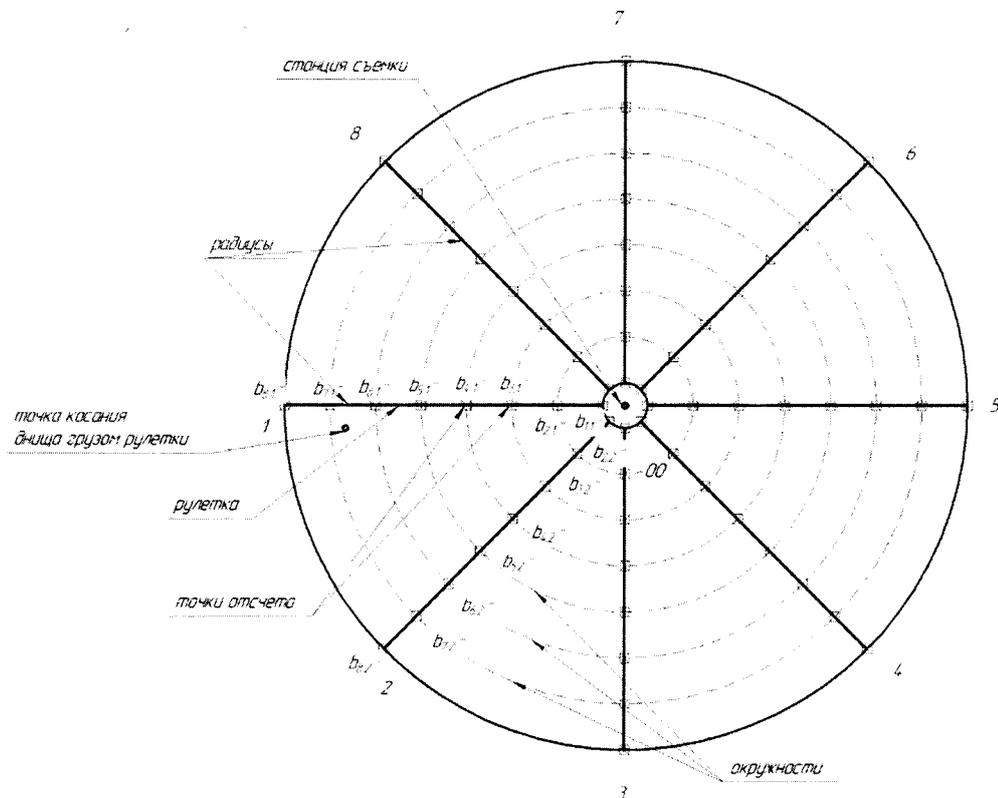


Рисунок А.9 – Координаты отсчета (место установки вехи) неровностей дна

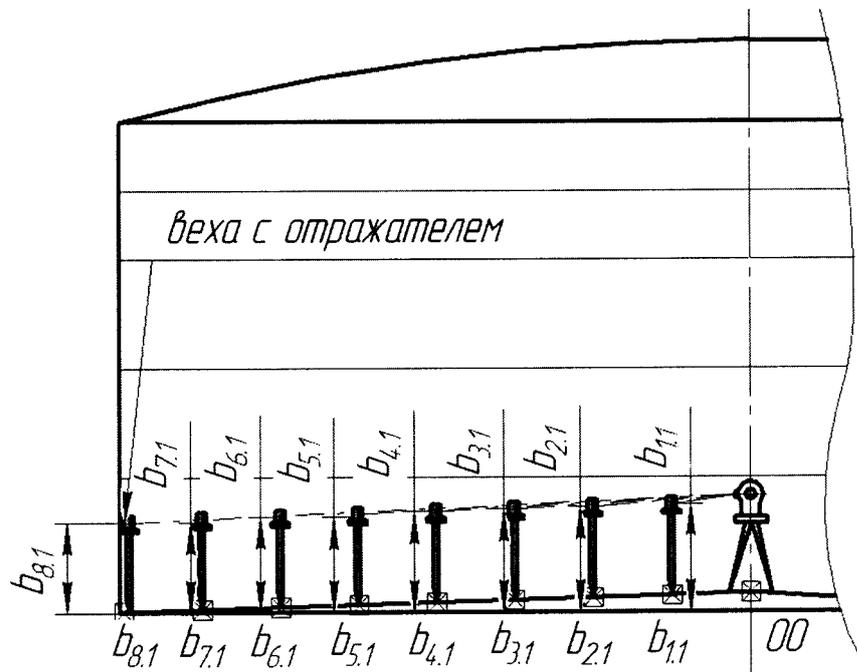


Рисунок А.10 – Схема измерений высот превышения неровностей дна

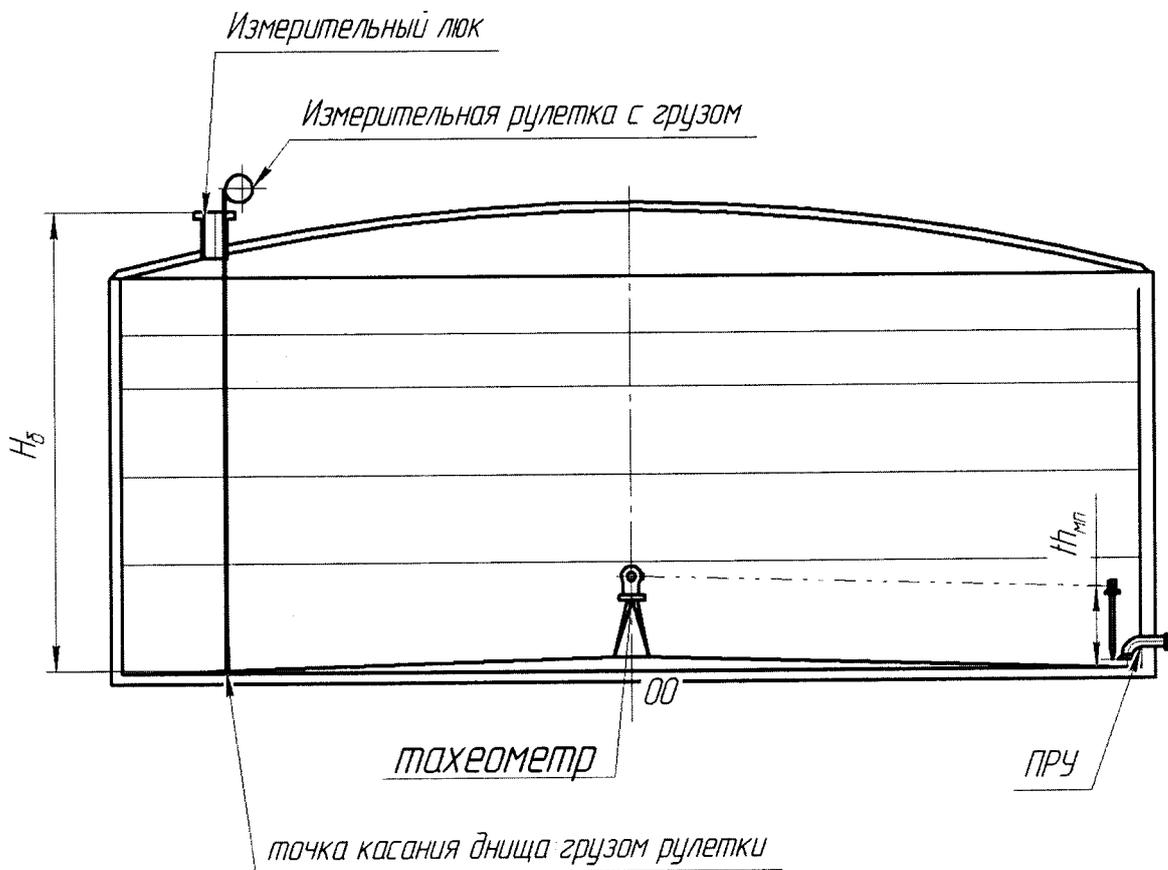


Рисунок А.11 – Схема измерения высоты (превышения) «мертвой» полости

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Форма протокола поверки резервуара

### ПРОТОКОЛ

поверки резервуара геометрическим методом

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 поверки	Рабочие эталоны и вспомогательные средства
7	8

Окончание таблицы Б.1

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

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

Температура воздуха внутри резервуара, °С	Загазованность, мг/м <sup>3</sup>

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 – Измерение внутренних радиусов  
поясов резервуара

В миллиметрах

Номер пояса		Значение $I'_N$ на образующей												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	в													
	н													
II	в													
	н													
III	в													
	н													
IV	в													
	н													
V	в													
	н													
VI	в													
	н													
VII	в													
	н													
VIII	в													
	н													

Т а б л и ц а Б.4.1 – Параметры образующих

Параметр		Номер образующей						
		0	1	2	3	4	5	6
$\varphi_N$ , угл. сек.		0°00'00"						
$V_N$ , угл. сек	н							
	в							

продолжение таблицы 4.1

Параметр		Номер образующей					
		7	8	9	10	11	12
$\varphi_N$ , угл. сек.	н						
$V_N$ , угл. сек	в						

Т а б л и ц а Б.5 – Высота превышения поясов

Номер образующей	Высота превышения поясов $th_i$ , мм				
	I	II	III	IV	V
0					
N/2-1					

продолжение таблицы Б.5

Номер образующей	Высота превышения поясов $th_i$ , мм		
	VI	VII	VIII
0			
N/2-1			

Т а б л и ц а Б.6 – Измерение неровностей днища

В миллиметрах

№ радиуса (образующей)	Высота превышения в точке $b_{i,j}$ отсчет на концентрической окружности							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

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

№ измерения	Высота (превышения) «мертвой» полости $th_{мп}$ , мм	Вместимость $V_{мп}$ , м <sup>3</sup>
1	2	3
1		
2		

П р и м е ч а н и е – Графу 3 заполняют только при принятии вместимости «мертвой» полости по 7.1.4

Т а б л и ц а Б.8 – Координата точки измерений уровня жидкости и базовой высоты резервуара

Параметр	Номер измерения	
	1	2
Угол $\varphi_0$ (градус, минута, секунда)		
Высота превышения $h_0$ , мм		

Т а б л и ц а Б.9 – Внутренние детали цилиндрической формы

Диаметр, мм	Высота от днища, мм		Расстояние от стенки первого пояса $l_d$ , мм
	Нижняя граница $h_d^в$	Верхняя граница $h_d^в$	

Должности

Подписи и оттиски  
поверительного клейма, печатей  
(штампов)

Инициалы, фамилии

## 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 теплоизолированного 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 калибровке резервуара $(H_6)_n$	
1	2	3

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

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

Вывод – требуется (не требуется) внеочередная поверки резервуара.

Председатель комиссии

\_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_ инициалы, фамилия

Члены комиссии:

\_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_ инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_ инициалы, фамилия

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

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

УТВЕРЖДАЮ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.

### ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА

на резервуар стальной вертикальный цилиндрический теплоизолированный

РВС \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Организация \_\_\_\_\_

Погрешность определения вместимости:  $\pm 0,10 \%$

Срок очередной поверки \_\_\_\_\_

Поверитель

\_\_\_\_\_   
подпись

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

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

## Г.2 Форма градуировочной таблицы резервуара

Организация \_\_\_\_\_

Резервуар № \_\_\_\_\_

### Г.2.1 Форма градуировочной таблицы резервуара

Т а б л и ц а Г.2 – Посантиметровая вместимость нижней части резервуара

Уровень наполнения, см	Вместимость, м <sup>3</sup>	Коэффициент вместимости, м <sup>3</sup> /мм
$H_{м.п}$		
$H_{м.п} + 1$		
$H_{м.п} + 2$		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		
.		

Т а б л и ц а Г.3 – Средняя вместимость в пределах вместимости пояса, приходящейся на 1 см 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	

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Обработка результатов измерений

#### Д.1 Определение внутренних диаметров поясов резервуара

Д.1.1 Внутренние диаметры в сечении (нижнее, верхнее)  $i$ -го пояса резервуара  $D_i$ , мм, измеренные по 10.3 вычисляют по формуле

$$D_{Н(В)}^i = 2 \cdot R_{Н(В)}^i, \quad (Д.1)$$

где  $R_{Н(В)}^i$  – внутренний радиус в нижнем (верхнем) сечении  $i$ -го пояса, мм.

Д.1.2 Для вычисления внутреннего радиуса пояса резервуара проводят измерения следующих параметров:

- наклонного расстояния  $I_{Н(В)}^i$  (параметр  $SD$ );
- вертикального угла  $V_{Н(В)}^i$  (параметр  $Vz$ );
- горизонтального угла  $\varphi_N$  (параметр  $HZ$ ).

Д.1.3 Положение точки (например, точка А), лежащей на поверхности стенки пояса, определяется тремя координатами декартовой системы координат  $(X_{Н(В)}^i, Y_{Н(В)}^i, Z_{Н(В)}^i)$ .

Из-за не совпадения начала системы координат измерений (станции съемки) с геометрическим центром резервуара (центром окружности) радиус резервуара определяют с учетом смещения станции съемки от геометрического центра резервуара.

Д.1.4 При направлении визирной линии тахеометра к точке А расстояние от точки  $(X_{Н(В)}^i, Y_{Н(В)}^i, Z_{Н(В)}^i)$  до геометрического центра резервуара в плоскости измерений (нижнее/верхнее сечение), в соответствии с [4] вычисляют по формуле

$$\left| \sqrt{(X_{Н(В)}^i - a_{Н(В)}^i)^2 + (Y_{Н(В)}^i - b_{Н(В)}^i)^2} \right| - R_{Н(В)}^i = 0, \quad (Д.2)$$

где  $(X_{Н(В)}^i; Y_{Н(В)}^i)$  – координаты точки А в сечении  $N$ , мм;

$a_{Н(В)}^i, b_{Н(В)}^i$  – смещение по оси  $X$  и  $Y$  места установки станции съемки от геометрического центра резервуара, мм.

Величины  $(X_{Н(В)}^i; Y_{Н(В)}^i)$  вычисляют по формуле

$$x_{NН(В)}^i = l_{NН(В)}^i \cdot \cos \varphi_N \cdot \cos(90 - V_{NН(В)}^i); \quad (Д.3)$$

$$y_{NН(В)}^i = l_{NН(В)}^i \cdot \sin \varphi_N \cdot \cos(90 - V_{NН(В)}^i), \quad (Д.4)$$

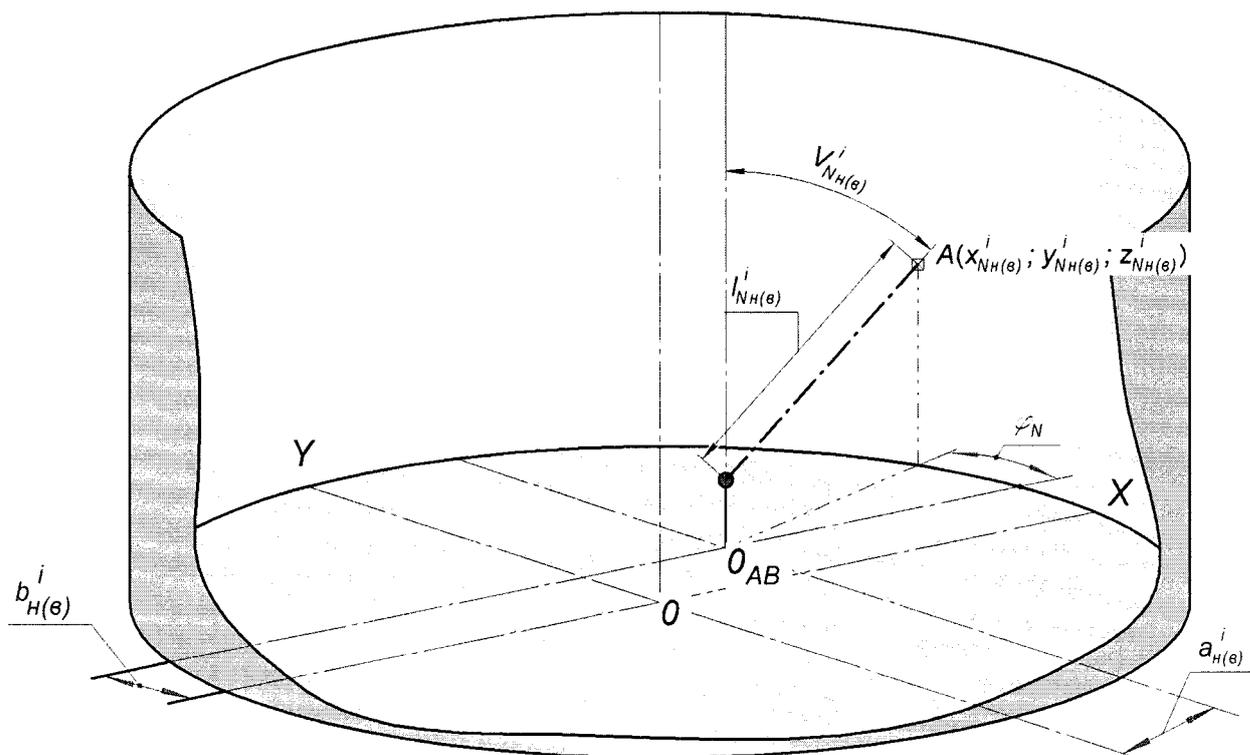
где  $l_{NН(В)}^i$  – наклонное расстояние, мм;

$V_{NН(В)}^i$  – вертикальный угол (зенитный), измеренный в  $i$ -ом поясе в нижнем (верхнем) сечении, угл. сек;

$\varphi_N$  – горизонтальный угол  $N$ -образующей, угл. сек.

Расстояние  $r_{N.Н(В)}^i$  от точки  $(x_{NН(В)}^i; y_{NН(В)}^i)$  до геометрического центра резервуара в нижнем (верхнем) сечении на  $N$ -ой образующей  $i$ -го пояса вычисляют по формуле

$$r_{N.Н(В)}^i = \sqrt{(x_{N.Н(В)}^i - a_{Н(В)}^i)^2 + (y_{N.Н(В)}^i - b_{Н(В)}^i)^2}. \quad (Д.5)$$



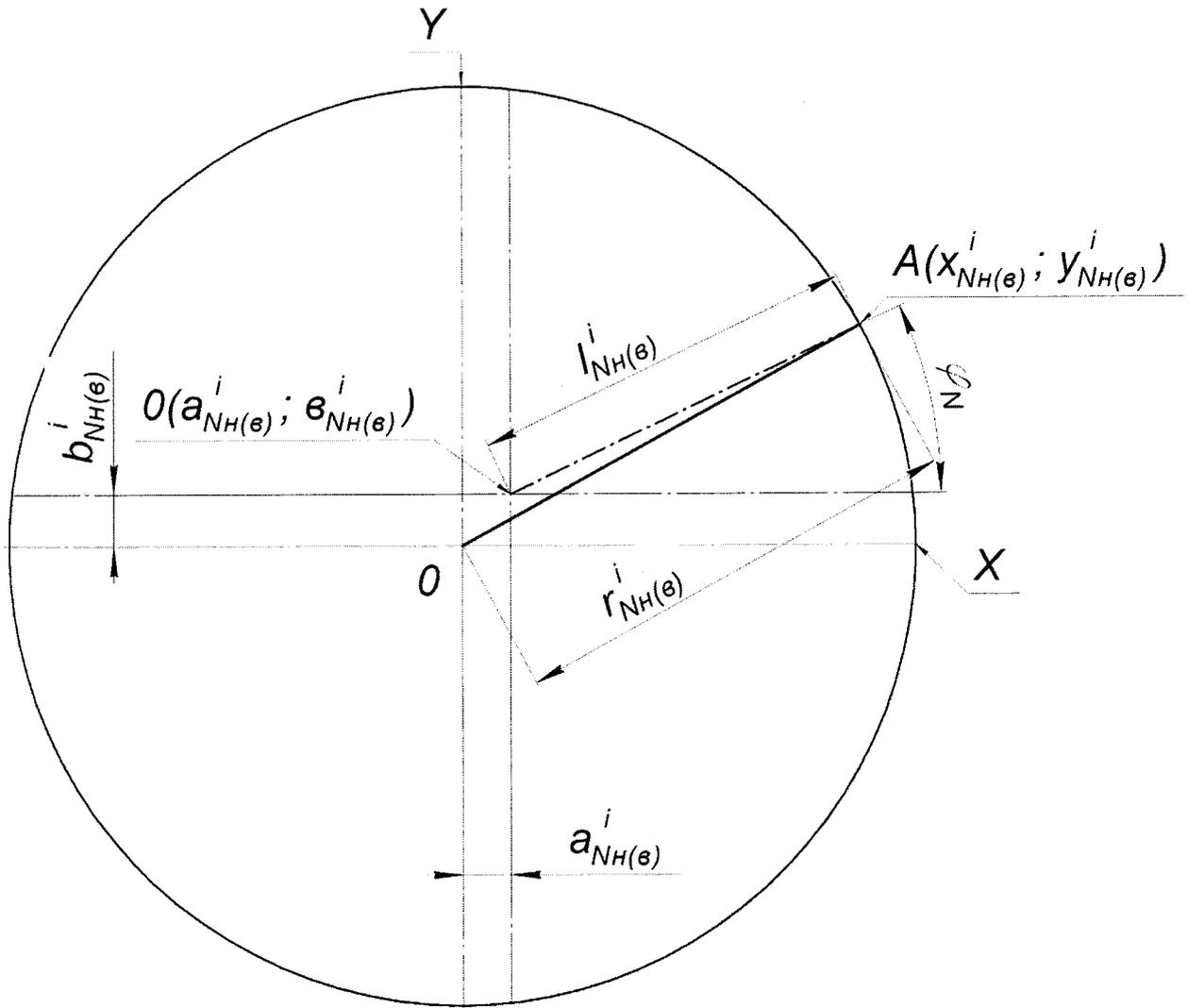


Рисунок Д.1 – Параметры измерений радиуса  $r_{NH(ε)}^i$   $i$ -го пояса при  $j$ -ом измерении в нижнем (верхнем) сечении

Д.1.5 Смещение станции съёмки от геометрического центра резервуара  $a_{H(ε)}^i$ ,  $b_{H(ε)}^i$  и расстояние от точек на поверхности пояса до центра окружности  $R_{H(ε)}^i$  в нижнем (верхнем сечении)  $i$ -го пояса вычисляют методом наименьших квадратов.

Параметры  $a_{H(ε)}^i$ ,  $b_{H(ε)}^i$ ,  $R_{H(ε)}^i$  вычисляют решая систему линейных уравнений

$$a_{H(ε)}^i = \left[ \sum_{j=0}^N x_{j,H(ε)}^i - R_{H(ε)}^i \sum_{j=0}^N \frac{(x_{j,H(ε)}^i - a_{H(ε)}^i)}{r_{j,H(ε)}^i} \right] \cdot \frac{1}{N}; \quad (Д.6)$$

$$b_{н(в)}^i = \left[ \sum_{j=1}^N y_{j.н(в)}^i - R_{н(в)}^i \sum_{j=1}^N \frac{(y_{j.н(в)}^i - b_{н(в)}^i)}{r_{j.н(в)}^i} \right] \cdot \frac{1}{N}; \quad (Д.7)$$

$$R_{н(в)}^i = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N r_{j.н(в)}^i, \quad (Д.8)$$

где  $r_{j.н(в)}^i$  – радиус  $i$ -го пояса на  $N$ -ой образующей в нижнем (верхнем) сечении, мм;

$N$  – номер образующей (число измерений), в соответствии с 10.3.1 принято равным 12;

$x_{j.н(в)}^i, y_{j.н(в)}^i$  – координаты точки внутренней поверхности на  $N$ -ой образующей в нижнем (верхнем) сечении  $i$ -го пояса резервуара, мм.

Радиус  $i$ -го пояса на  $N$ -ой образующей в нижнем (верхнем) сечении  $r_{j.н(в)}^i$  вычисляют по формуле

$$r_{j.н(в)}^i = \sqrt{(x_{j.н(в)}^i - a_{н(в)}^i)^2 + (y_{j.н(в)}^i - b_{н(в)}^i)^2}, \quad (Д.9)$$

Д 1.6 Вычисление величин  $a_{н(в)}^i, b_{н(в)}^i, R_{н(в)}^i$  проводят в следующей последовательности.

Д.1.6.1 Вычисление величин  $a_{н(в)}^i, b_{н(в)}^i, R_{н(в)}^i$ , в нулевом приближении ( $a_{0.н(в)}^i, b_{0.н(в)}^i, R_{0.н(в)}^i$ ):

1) устанавливают значение  $a_{0.н(в)}^i, b_{0.н(в)}^i$  в формуле (Д.9) равным нулю.

2) вычисляют значения  $r_{j.н(в)}^i$  в соответствии с формулой (Д.9)

$$r_{0.0.н(в)}^i = \sqrt{(x_{0.н(в)}^i)^2 + (y_{0.н(в)}^i)^2}; \quad r_{0.1.н(в)}^i = \sqrt{(x_{1.н(в)}^i)^2 + (y_{1.н(в)}^i)^2};$$

$$r_{0.3.н(в)}^i = \sqrt{(x_{3.н(в)}^i)^2 + (y_{3.н(в)}^i)^2}; \quad \dots \quad r_{0.12.н(в)}^i = \sqrt{(x_{12.н(в)}^i)^2 + (y_{12.н(в)}^i)^2};$$

**Примечание** – В обозначении  $r_{0.0.н(в)}^i$  верхний индекс  $i$  соответствует номеру пояса, в нижнем индексе: первое число указывает номер приближения, второе число – номер образующей, н(в) нижнее (верхнее) сечение.

3) значение  $R_{0.0.н(в)}^i$  вычисляют по формуле (Д.8):

$$R_{0н(в)}^i = \frac{1}{12} \left( r_{0.0.н(в)}^i + r_{0.1.н(в)}^i + r_{0.2.н(в)}^i + \dots + r_{0.12.н(в)}^i \right);$$

4) вычисляют значения  $a_{0.н(в)}^i$ ,  $b_{0.н(в)}^i$  в соответствии с формулами (Д.6) и (Д.7)

соответственно:

$$a_{0.0н(в)}^i = \frac{X_{0н(в)}^i + X_{1н(в)}^i + \dots + X_{12н(в)}^i}{12} - \frac{R_{0н(в)}^i}{12} \left[ \frac{\frac{X_{0н(в)}^i}{\sqrt{(X_{0н(в)}^i)^2 + (Y_{0н(в)}^i)^2}} + \frac{X_{1н(в)}^i}{\sqrt{(X_{1н(в)}^i)^2 + (Y_{1н(в)}^i)^2}} + \dots + \frac{X_{12н(в)}^i}{\sqrt{(X_{12н(в)}^i)^2 + (Y_{12н(в)}^i)^2}} \right];$$

$$b_{0.0н(в)}^i = \frac{Y_{0н(в)}^i + Y_{1н(в)}^i + \dots + Y_{12н(в)}^i}{12} - \frac{R_{0н(в)}^i}{12} \left[ \frac{\frac{Y_{0н(в)}^i}{\sqrt{(X_{0н(в)}^i)^2 + (Y_{0н(в)}^i)^2}} + \frac{Y_{1н(в)}^i}{\sqrt{(X_{1н(в)}^i)^2 + (Y_{1н(в)}^i)^2}} + \dots + \frac{Y_{12н(в)}^i}{\sqrt{(X_{12н(в)}^i)^2 + (Y_{12н(в)}^i)^2}} \right];$$

Д.1.6.2 Вычисление величин  $a_{н(в)}^i$ ,  $b_{н(в)}^i$ ,  $R_{н(в)}^i$ , в первом приближении

( $a_{1.н(в)}^i$ ,  $b_{1.н(в)}^i$ ,  $R_{1.н(в)}^i$ ):

$$r_{1.0.н(в)}^i = \sqrt{(X_{0.н(в)}^i - a_{0.н(в)}^i)^2 + (Y_{0.н(в)}^i - b_{0.н(в)}^i)^2};$$

$$r_{1.1.н(в)}^i = \sqrt{(X_{1.н(в)}^i - a_{0.н(в)}^i)^2 + (Y_{1.н(в)}^i - b_{0.н(в)}^i)^2};$$

$$r_{1.3.н(в)}^i = \sqrt{(X_{3.н(в)}^i - a_{0.н(в)}^i)^2 + (Y_{3.н(в)}^i - b_{0.н(в)}^i)^2};$$

...

$$r_{1.12.н(в)}^i = \sqrt{(X_{12.н(в)}^i - a_{0.н(в)}^i)^2 + (Y_{12.н(в)}^i - b_{0.н(в)}^i)^2};$$

$$R_{1н(в)}^i = \frac{1}{12} \left( r_{1.0.н(в)}^i + r_{1.1.н(в)}^i + r_{1.2.н(в)}^i + \dots + r_{1.12.н(в)}^i \right);$$

$$a_{1н(в)}^i = \frac{x_{0н(в)}^i + x_{1н(в)}^i + \dots + x_{12н(в)}^i}{12} -$$

$$- \frac{R_{1н(в)}^i}{12} \left( \frac{x_{0н(в)}^i}{r_{1.0н(в)}^i} + \frac{x_{1н(в)}^i}{r_{1.1н(в)}^i} + \frac{x_{2н(в)}^i}{r_{1.2н(в)}^i} + \dots + \frac{x_{12н(в)}^i}{r_{1.12н(в)}^i} \right);$$

$$b_{1н(в)}^i = \frac{y_{0н(в)}^i + y_{1н(в)}^i + \dots + y_{12н(в)}^i}{12} -$$

$$- \frac{R_{1н(в)}^i}{12} \left( \frac{y_{0н(в)}^i}{r_{1.0н(в)}^i} + \frac{y_{1н(в)}^i}{r_{1.1н(в)}^i} + \frac{y_{2н(в)}^i}{r_{1.2н(в)}^i} + \dots + \frac{y_{12н(в)}^i}{r_{1.12н(в)}^i} \right);$$

Д.1.6.3 Вычисление величин  $a_{н(в)}^i$ ,  $b_{н(в)}^i$ ,  $R_{н(в)}^i$ , во втором приближении ( $a_{2н(в)}^i$ ,  $b_{2н(в)}^i$ ,  $R_{2н(в)}^i$ ):

$$r_{2.0н(в)}^i = \sqrt{\left(x_{0н(в)}^i - a_{1н(в)}^i\right)^2 + \left(y_{0н(в)}^i - b_{1н(в)}^i\right)^2};$$

$$r_{2.1н(в)}^i = \sqrt{\left(x_{1н(в)}^i - a_{1н(в)}^i\right)^2 + \left(y_{1н(в)}^i - b_{1н(в)}^i\right)^2};$$

$$r_{2.3н(в)}^i = \sqrt{\left(x_{3н(в)}^i - a_{1н(в)}^i\right)^2 + \left(y_{3н(в)}^i - b_{1н(в)}^i\right)^2};$$

...

$$r_{2.12н(в)}^i = \sqrt{\left(x_{12н(в)}^i - a_{1н(в)}^i\right)^2 + \left(y_{12н(в)}^i - b_{1н(в)}^i\right)^2};$$

$$R_{2н(в)}^i = \frac{1}{12} \left( r_{2.0н(в)}^i + r_{2.1н(в)}^i + r_{2.2н(в)}^i + \dots + r_{2.12н(в)}^i \right);$$

$$a_{2н(в)}^i = \frac{x_{0н(в)}^i + x_{1н(в)}^i + \dots + x_{12н(в)}^i}{12} -$$

$$- \frac{R_{2н(в)}^i}{12} \left( \frac{x_{0н(в)}^i}{r_{2.0н(в)}^i} + \frac{x_{1н(в)}^i}{r_{2.1н(в)}^i} + \frac{x_{2н(в)}^i}{r_{2.2н(в)}^i} + \dots + \frac{x_{12н(в)}^i}{r_{2.12н(в)}^i} \right);$$

$$b_{2н(в)}^i = \frac{y_{0н(в)}^i + y_{1н(в)}^i + \dots + y_{12н(в)}^i}{12} -$$

$$- \frac{R_{2н(в)}^i}{12} \left( \frac{y_{0н(в)}^i}{r_{2.0н(в)}^i} + \frac{y_{1н(в)}^i}{r_{2.1н(в)}^i} + \frac{y_{2н(в)}^i}{r_{2.2н(в)}^i} + \dots + \frac{y_{12н(в)}^i}{r_{2.12н(в)}^i} \right);$$

Д.1.6.4 Операции вычисления прекращают в случае выполнения условия

$$\left| R_{j.n(в)}^i - R_{j-1.n(в)}^i \right| \leq 0,001 \text{ мм},$$

где  $j$  – номер приближения (0, 1, ... m).

Д.1.7 Внутренний диаметр  $D^i$   $i$ -го пояса вычисляют по формуле

$$D^i = R_{н}^i + R_{в}^i, \quad (\text{Д.10})$$

где  $R_{н}^i, R_{в}^i$  – внутренние радиусы в нижнем и верхнем сечении  $i$ -го пояса, мм.

### Д.2 Измерения высот поясов резервуара

Д.2.1 Высоту  $i$ -го пояса резервуара (рисунок А.7), как расстояние по вертикали от верхнего края  $i$ -го пояса резервуара,  $h_i$ , мм, вычисляют по формуле

$$h_i = \frac{(th'_{i+1} - th'_i) + (th''_{i+1} - th''_i)}{2}, \quad (\text{Д.11})$$

где  $th'_i, th''_i$  – высота превышения  $i$ -го пояса (рисунок А.4), на образующей и противоположной образующей значение которого принимают из таблицы Б.3, мм;

$th_{i+1}$  – высота превышения вышестоящего  $i+1$ -го пояса (рисунок А.7), значение которого принимают из таблицы Б.5, мм.

### Д.3 Вычисление вместимости «мертвой» полости

Д.3.1 Объем неровностей днища  $(\Delta V_{\text{дн}})_0$  вычисляют по формуле

$$(\Delta V_{\text{дн}})_0 = \frac{\pi D_1^2}{4 \cdot 10^9} \left( \begin{array}{l} 0,005104f_1 + 0,02281f_2 + 0,03863f_3 + \\ + 0,05455f_4 + 0,07038f_5 + 0,08513f_6 + \\ + 0,10018f_7 + 0,11645f_8 \end{array} \right), \quad (\text{Д.12})$$

где  $f_1, f_2, \dots, f_8$  – превышение высот призмы в точке между концентрическими окружностями неровностей днища, вычисляемые по формуле

$$f_j = \sum_{t=1}^8 (b_{(j-1)t} - b_{jt}), \quad (\text{Д.13})$$

где  $b_j$  – высота превышения призмы, установленной по периметру  $j$ -й концентрической окружности;

$b_{j-1}$  – высота превышения призмы, установленной по периметру  $(j - 1)$ -й вышележащей концентрической окружности.

Д.3.2 Уровень жидкости  $H_{мп}$ , мм, соответствующий высоте «мертвой» полости вычисляют по формуле

$$H_{мп} = H_б - th_{мп}, \quad (Д.14)$$

где  $H_б$  – базовая высота, измеренная по 10.2, её значение принимают из таблицы Б.3, мм;

$th_{мп}$  – высота превышения среза ПРУ, значение принимают по таблице Б.7 (графа 2), мм.

Д.3.3 Вместимость «мертвой» полости  $V_{мп}$  вычисляют по формуле

$$V_{мп} = V'_{мп} - (\Delta V_{дн})_0, \quad (Д.15)$$

где  $(V_{дн})_0$  – объем неровностей дна, вычисляемый по формуле (Д.12), м<sup>3</sup>;

$V'_{мп}$  – вместимость «мертвой» полости в пределах  $H_{мп}$ , вычисляемая по формуле

$$V'_{мп} = \frac{\pi D_1^2}{4 \cdot 10^9} \cdot H, \quad (Д.16)$$

где  $D_1$  – внутренний диаметр 1-го пояса, вычисляемый по формуле (Д.10), мм;

$H$  – уровень жидкости, отсчитываемый от точки касания дна грузом рулетки, мм;

#### **Д.4 Вычисление посантиметровой вместимости 1-го пояса резервуара**

Д.4.1 Посантиметровую вместимость 1-го пояса от точки касания дна грузом рулетки до уровня  $H_1$ , соответствующий высоте 1-го пояса, вычисляют по формуле

$$V(H)_1 = V_{мп} + \frac{\pi D_1^2}{4 \cdot 10^9} (H - H_{мп}) + \Delta V_{в.д}, \quad (Д.17)$$

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

$D_1$  – внутренний диаметр 1-го пояса, вычисляемый по формуле (Д.10), мм;

$H$  – уровень жидкости, отсчитываемый от точки касания дна грузом рулетки, мм;  
 $H_{\text{мп}}$  – уровень жидкости, соответствующий высоте «мертвой» полости формуле (Д.14), мм.  
 $\Delta V_{\text{в.д}}$  – объем внутренней детали, определяемый по 10.6, м<sup>3</sup>.

#### **Д.5 Вычисление посантиметровой вместимости $i$ -го пояса резервуара**

Посантиметровую вместимость резервуара  $i$ -го пояса  $V(H)_i$  вычисляют по формуле

$$V(H)_i = V(H)_{i-1} + \frac{\pi D_i^2}{4 \cdot 10^8} (H - H_{i-1}), \quad (\text{Д.18})$$

где  $V(H)_{i-1}$  – посантиметровая вместимость резервуара, соответствующая уровню  $H_{i-1}$ , м<sup>3</sup>;

$H$  – уровень жидкости, соответствующий, отсчитываемый от точки касания дна грузом рулетки, см;

$H_{i-1}$  – уровень жидкости, соответствующий суммарной высоте поясов, см;

$D_i$  – внутренний диаметр  $i$ -го пояса, вычисляемый по формуле (Д.10), мм.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

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

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.

### ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА

на резервуар стальной вертикальный цилиндрический теплоизолированный РВС-\_\_\_\_\_

тип \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Организация \_\_\_\_\_

Погрешность определения вместимости:

Срок очередной поверки \_\_\_\_\_

Поверитель

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

должность, инициалы, фамилия

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

### Г.2 Форма градуировочной таблицы резервуара

Организация \_\_\_\_\_

Резервуар № \_\_\_\_\_

Т а б л и ц а Г.2 – Посантиметровая вместимость резервуара

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

Т а б л и ц а Г.3 – Средняя вместимость в пределах вместимости, приходящейся на 1 см высоты наполнения  $i$ -го пояса

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	

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Форма акта измерений базовой высоты резервуара

УТВЕРЖДАЮ

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

АКТ

измерений базовой высоты резервуара

от «\_\_» \_\_\_\_\_ 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 теплоизолированного РВС-\_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

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

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

Результаты измерений представлены в таблице Ж.1.

Т а б л и ц а Ж.1

В миллиметрах

Базовая высота резервуара		Уровень жидкости в резервуаре
Среднее арифметическое значение результатов двух измерений $(H_6)_k$	Значение базовой высоты, установленное при калибровке резервуара $(H_6)_п$	
1	2	3

Относительное изменение базовой высоты резервуара  $\delta_6$ , %, вычисляются 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 калибровка резервуара.

Председатель комиссии

\_\_\_\_\_ инициалы, фамилия  
подпись

Члены комиссии:

\_\_\_\_\_ инициалы, фамилия  
подпись

\_\_\_\_\_ инициалы, фамилия  
подпись

## БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Тахеометр электронный Leica FlexLine TS02 plus, Госреестр № 65933-16
- [2] ТУ ДКТЦ 41344.1.1.102 Анализатор-течеискатель АНТ-3. Технические условия
- [3] РД-03-20-2007 Положение об организации обучения и проверки знаний рабочих организаций, поднадзорных федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору.
- [4] ISO 7507-3:2007 Нефть и нефтепродукты. Калибровка вертикальных цилиндрических резервуаров. Часть 3. Оптический триангуляционный метод. (Petroleum and liquid petroleum products - Calibration of vertical cylindrical tanks - Part 3: Optical-triangulation method).