

Общество с ограниченной ответственностью «МетроКонТ»

СОГЛАСОВАНО

Директор  
ООО «МетроКонТ»



Е.Ю. Трифонов

«07» сентября 2023 г.

«ГСИ. Резервуар стальной вертикальный цилиндрический теплоизолированный

РВС-400.

Методика поверки»

МП 0074-2023

Казань, 2023 г.

## Содержание

|  | Стр. |
|--|------|
| 1 Общие положения.....   | 3    |
| 2 Нормативные ссылки.....  | 3    |
| 3 Перечень Операций поверки.....   | 4    |
| 4 Требования к условиям проведения поверки.....                            | 4    |
| 5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....                  | 4    |
| 6 Метрологические и технические требования к средствам поверки .....       | 5    |
| 7 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....           | 6    |
| 8 Внешний осмотр.....  | 6    |
| 9 Подготовка к поверке.....  | 7    |
| 10 Определение метрологических характеристик резервуара .....              | 8    |
| 10.1 Измерения базовой высоты резервуара .....                             | 8    |
| 10.2 Определение внутренних диаметров поясов резервуара .....              | 8    |
| 10.3 Измерения высот поясов резервуара .....                               | 9    |
| 10.4 Определение параметров «мертвой» полости резервуара .....             | 9    |
| 10.4.1 Измерение объема неровностей днища.....                             | 9    |
| 10.4.2 Измерение высоты «мертвой» полости.....                             | 10   |
| 10.4.3 Измерение координаты точки касания днища грузом рулетки.....        | 11   |
| 10.5 Определение объемов внутренних деталей .....                          | 11   |
| 11 Подтверждение соответствия резервуара метрологическим требованиям ..... | 11   |
| 11.2 Составление градуировочной таблицы резервуара .....                   | 11   |
| 12 Оформление результатов поверки.....                                     | 12   |
| Приложение А.....  | 14   |
| Приложение Б.....  | 20   |
| Приложение В.....  | 24   |
| Приложение Г.....  | 26   |

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки резервуара стального вертикального цилиндрического теплоизолированного РВС-400 (далее - резервуар) с заводским номером 056, расположенного на территории ПСП «Малая Пурга» по адресу: Удмуртская Республика Малопургинский район и предназначенного для измерений объема нефти и нефтепродуктов, а также для их приема, хранения и отпуска.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики:

- номинальная вместимость 400 м<sup>3</sup>;
- погрешность определения вместимости резервуара должна находиться в пределах:  $\pm 0,20\%$ .

Настоящий документ устанавливает методику первичной и периодической поверки.

Прослеживаемость резервуара к Государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2018 и к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 обеспечивается в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости (Приложение А часть 3), утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2356.

В методике поверки реализован геометрический метод поверки.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие стандарты:

|                    |  |
|--------------------|--|
| ГОСТ 12.0.004-2015 | Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения  |
| ГОСТ 12.1.005-88   | Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны   |
| ГОСТ 12.4.087-84   | Система стандартов безопасности труда. Строительство. Каски строительные. Технические условия  |
| ГОСТ 12.4.137-2001 | Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия   |
| ГОСТ 12.4.310-2020 | Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты работающих от воздействия нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия |
| ГОСТ 7502-98       | Рулетки измерительные металлические. Технические условия   |

### 3 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Т а б л и ц а 1 – Операции поверки

| Наименование операции поверки                                     | Обязательность выполнения операций поверки при |                       | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|---|--|-----------------------|--|
|   | Первичной поверке                              | Периодической поверке |  |
| Внешний осмотр  | Да   | Да                    | 8  |
| Измерение базовой высоты  | Да   | Да                    | 10.1   |
| Определение внутренних диаметров поясов резервуара                | Да   | Да                    | 10.2   |
| Измерения высот поясов резервуара                                 | Да   | Да                    | 10.3   |
| Определение параметров «мертвой» полости резервуара               | Да   | Да                    | 10.4   |
| Определение объемов внутренних деталей                            | Да   | Да                    | 10.5   |
| Подтверждение соответствия резервуара метрологическим требованиям | Да   | Да                    | 11   |

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдают следующие условия.

4.1 Температура окружающего воздуха от минус 5°С до плюс 35°С.

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

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

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

4.5 Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе, не должна превышать ПДК, определенная по ГОСТ 12.1.005 и соответствовать санитарным правилам СанПиН 1.2.3685-21.

### 5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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

5.2 К поверке резервуара допускают лиц, изучивших настоящую методику, техническую документацию на резервуар и его конструкцию и прошедших инструктаж по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-2015.

## 6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Т а б л и ц а 2 - Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуара

| Наименование измеряемого параметра | Пределы допустимой погрешности измерений параметров резервуара |
|------------------------------------|--|
| Диаметр резервуара, мм             | $\pm 3$  |
| Высота пояса, мм                   | $\pm 3$  |
| Измерение расстояний, мм           | $\pm 3$  |

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

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

Т а б л и ц а 3

| Операции поверки, требующие применение средств поверки         | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки  | Перечень рекомендуемых средств поверки   |
|--|---|--|
| Раздел 9 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке)   | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 5 °С до плюс 35 °С с пределами абсолютной допускаемой погрешности измерений температуры $\pm 0,5^\circ\text{C}$ ;<br>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, с пределами допускаемой основной погрешности $\pm 0,2$ кПа;   | Канал измерений температуры, измерителя комбинированного Testo 410-1, рег. № 52193-12;<br><br>Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, рег. № 5738-76.   |
| Раздел 10 Определение метрологических характеристик резервуара | Средство измерения длины (рулетки измерительные) в диапазоне измерений от 0 до 50 м с допускаемым отклонением действительной длины интервалов шкал рулеток от нанесенной на шкале при температуре окружающей среды 20 °С не более $\pm (0,30 + 0,15(L-1))$ мм, где L – число полных и неполных метров в отрезке;<br>Средство измерения длины (рулетки измерительные) в диапазоне измерений от 0 до 30 м с допускаемым отклонением действительной длины интервалов шкал рулеток от нанесенной на | Рулетка измерительная металлическая типа P50Y2K, рег. № 51171-12;<br><br>Рулетка измерительная металлическая 2-го класса точности P30H2Г, рег. № 46391-11; |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <p>шкале при температуре окружающей среды 20 °С не более <math>\pm (0,30 + 0,15(L-1))</math> мм, где L – число полных и неполных метров в отрезке;</p> <p>Тахеометр электронный с пределом допускаемой средней квадратической погрешности измерений расстояний одним приемом <math>(3+2 \cdot 10^{-6} \cdot D)</math> мм, и с пределом допускаемой средней квадратической погрешности измерений углов (вертикальных и горизонтальных), 5"</p> | <p>Тахеометр электронный Nikon NPR-332, рег. № 39639-08;</p> |
| <p><i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i></p> |   |  |

## **7 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

7.1 К работе по проведению поверки резервуара стального вертикального цилиндрического теплоизолированного допускаются лица, прошедшие обучение и аттестованные по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004.

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

7.3 При проведении поверки с целью сохранения жизни и здоровья поверителей, предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе, измеренная газоанализатором вблизи или внутри резервуара на высоте 2000 мм, не должна превышать ПДК, определенной по ГОСТ 12.1.005-88 и соответствовать санитарным правилам СанПиН 1.2.3685-21 [2].

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

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

## **8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР**

8.1 При внешнем осмотре резервуара проверяют:

- соответствие конструкции и внутренних деталей резервуара технической документации на него;
- чистоту внутренней поверхности резервуара;
- отсутствие деформации стенок резервуара, препятствующих проведению измерений параметров резервуара;
- исправность лестниц и перил;

- состояние отмостки резервуара (отсутствие трещин и целостность). Если проводят измерения внутренних параметров резервуара.

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

## 9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

9.1 При подготовке к поверке проводят следующие работы:

9.1.1 Подготавливают поверяемые средства измерений и средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

9.1.2 Проверяют соблюдение условий раздела 4.

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

9.1.3 Штатив тахеометра приводят в рабочее положение, устанавливают 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  $HZ = 0^{\circ}00'00''$ ;

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:  $HZ = 0^{\circ}00'00''$ ;  $h = 0$ .

9.1.5 В программном обеспечении тахеометра формируют файл записи данных измерений.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗЕРВУАРА

### 10.1 Измерения базовой высоты резервуара

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

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

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

### 10.2 Определение внутренних диаметров поясов резервуара

10.2.1 Определение внутренних диаметров поясов проводят с применением тахеометра. 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, Приложение А).

10.2.2 Измерение радиусов поясов резервуара проводят в следующей последовательности (рисунок А.5, Приложение А).

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

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

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

10.2.2.4 Проводят аналогичные операции по 10.2.2.2, 10.2.2.3 и измеряют: наклонные расстояния  $I_{0в}^i$ , мм; вертикальные углы  $V_{0в}^i$ , угл. сек.

**Примечание** – В обозначениях  $I_{0в}^i$  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).



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

10.2.2.6 Проведя аналогичные операции по 10.2.2.1 – 10.2.2.4 измеряют  $J_{1H(B)}^i$ , мм; вертикальные углы  $V_{1H(B)}^i$ .

10.2.2.7 Поворачивают алидаду тахеометра на угол  $60^\circ$ . Фиксируют значение горизонтального угла  $\varphi_{2H}^1$ , угл. сек. второй образующей и проводят операции по 10.2.2.1 – 10.2.2.6.

10.2.2.8 Проводят аналогичные операции на остальных образующих.

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

### 10.3 Измерения высот поясов резервуара

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

10.3.1 Устанавливают на тахеометре режим измерений «HD-h-Hz».

10.3.2 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.

10.3.3 Проводя аналогичные процедуры по 10.3.2 измеряют расстояния  $th_2 \dots th_k$ , мм, вышестоящих поясов.

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

### 10.4 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.

#### 10.4.1 Измерение объема неровностей днища

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

Измерения проводят в следующей последовательности.

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

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

Устанавливают вежу с призмным отражателем в точку касания дна груза рулетки, контролируя вертикальное положение по круговому уровню вежи.

Наводят сетку нитей визира в центр призмного отражателя и измеряют высоту превышения  $h_0$ , мм, (рисунок А.8, Приложение А) 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:  $HZ = 0^0 00' 00''$ ;  $h = 0$ .

10.4.1.2 Формируют координаты отсчета (места установки вежи) на первом радиусе, для чего укладывают рулетку на дно 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, Приложение А).

10.4.1.3 Устанавливают вежу 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 вежи. Наводят сетку нитей визира в центр призмного отражателя и измеряют высоту превышения  $b_{1,1}$ , мм, (рисунок А.10, Приложение А). Последовательно устанавливая в остальных точках отсчета измеряют высоты превышения  $b_{2,1}, \dots, b_{8,1}$ <sup>1</sup>, мм.

Т а б л и ц а 4 - Отсчет по шкале ленты рулетки

| Тип     | Отсчет по шкале ленты рулетки, мм, на радиусе |      |       |       |       |       |       |        |
|---------|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|         | I   | II   | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII   |
| PBC-400 | 0,35R   | 0,5R | 0,61R | 0,71R | 0,79R | 0,86R | 0,93R | стенка |

10.4.1.4 Поворачивают алидаду тахеометра на 45° против часовой стрелки и укладывают ленту рулетки на 2-й радиус дна, 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.

10.4.1.5 Проводя аналогичные процедуры по 10.4.1.2-10.4.1.4 измеряют высоты превышений точек отсчета на остальных образующих.

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

#### 10.4.2 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, Приложение А). Измерения проводят 2 раза, расхождение между результатами измерений должно быть не более 1 мм.

<sup>1</sup> В обозначении точки отсчета  $b_{1,1} \dots b_{8,1}$  – первый индекс указывает номер радиуса концентрической окружности дна, второй – номер радиуса дна (образующей)

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

#### 10.4.3 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 призматического 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).

#### **10.5 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 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ РЕЗЕРВУАРА МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ**

Резервуар соответствует метрологическим требованиям, если значения относительной погрешности вместимости резервуара, определенные по п. 10 настоящей Методики, не превышают значения предела допускаемой относительной погрешности вместимости резервуара, указанного в описании типа.

11.1 Обработку результатов измерений при поверке проводят в соответствии с приложением Г.

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

11.2.9 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 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, с учетом требований методик поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельства о поверке.

При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности

12.2 К свидетельству о поверке прикладывают:

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

Форма протокола измерений приведена в приложении Б.

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

12.4 Протокол измерений подписывает поверитель.

12.5 Титульный лист и последнюю страницу градуировочной таблицы подписывает поверитель.

12.6 Знак поверки наносится в свидетельство о поверке.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

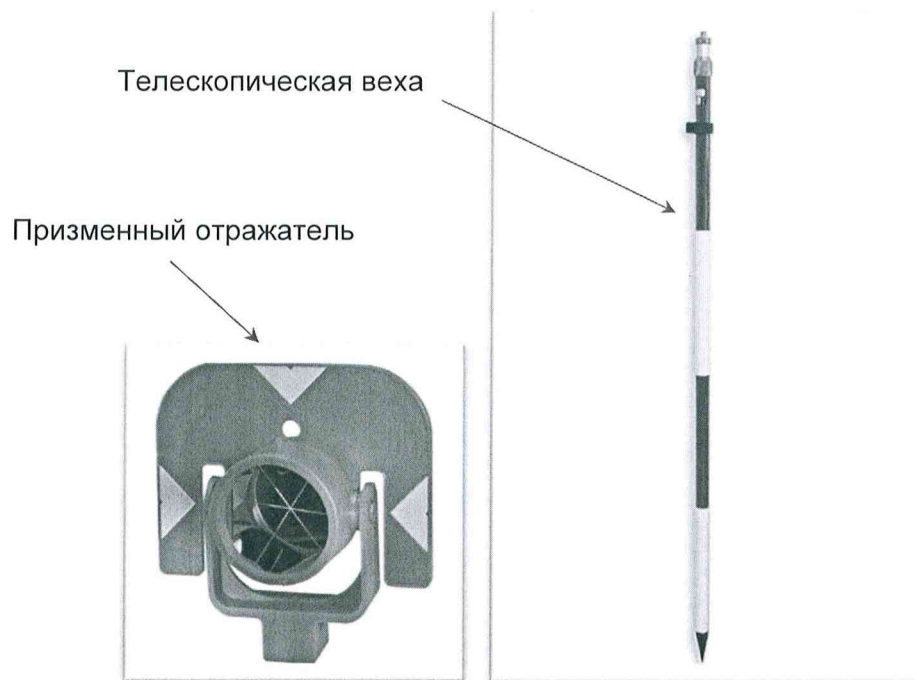


Рисунок А.1 – Веха телескопическая с призмным отражателем

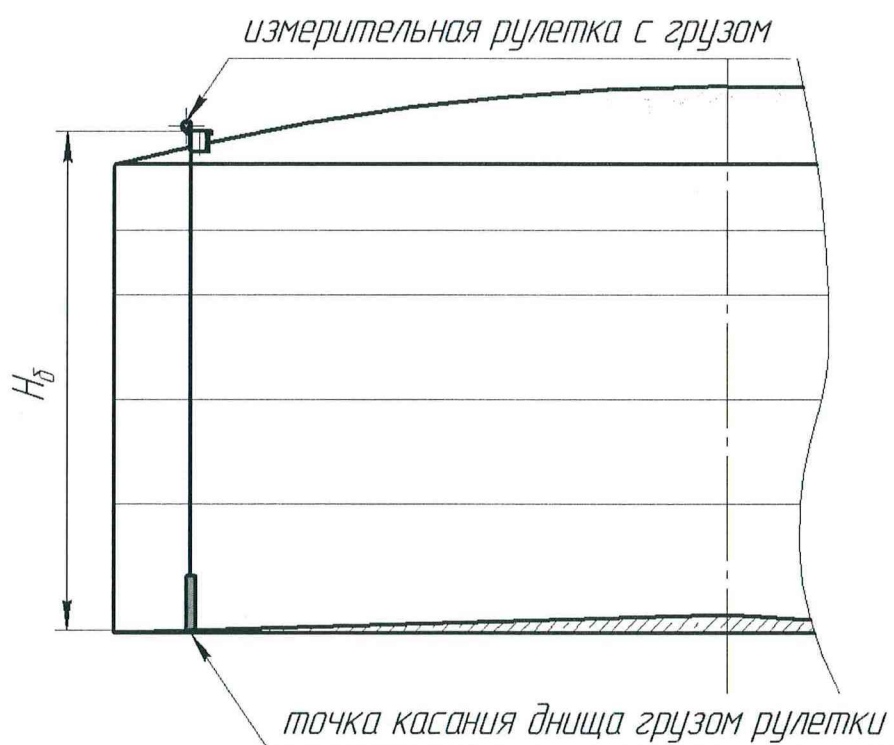


Рисунок А.2 – Схема измерений базовой высоты

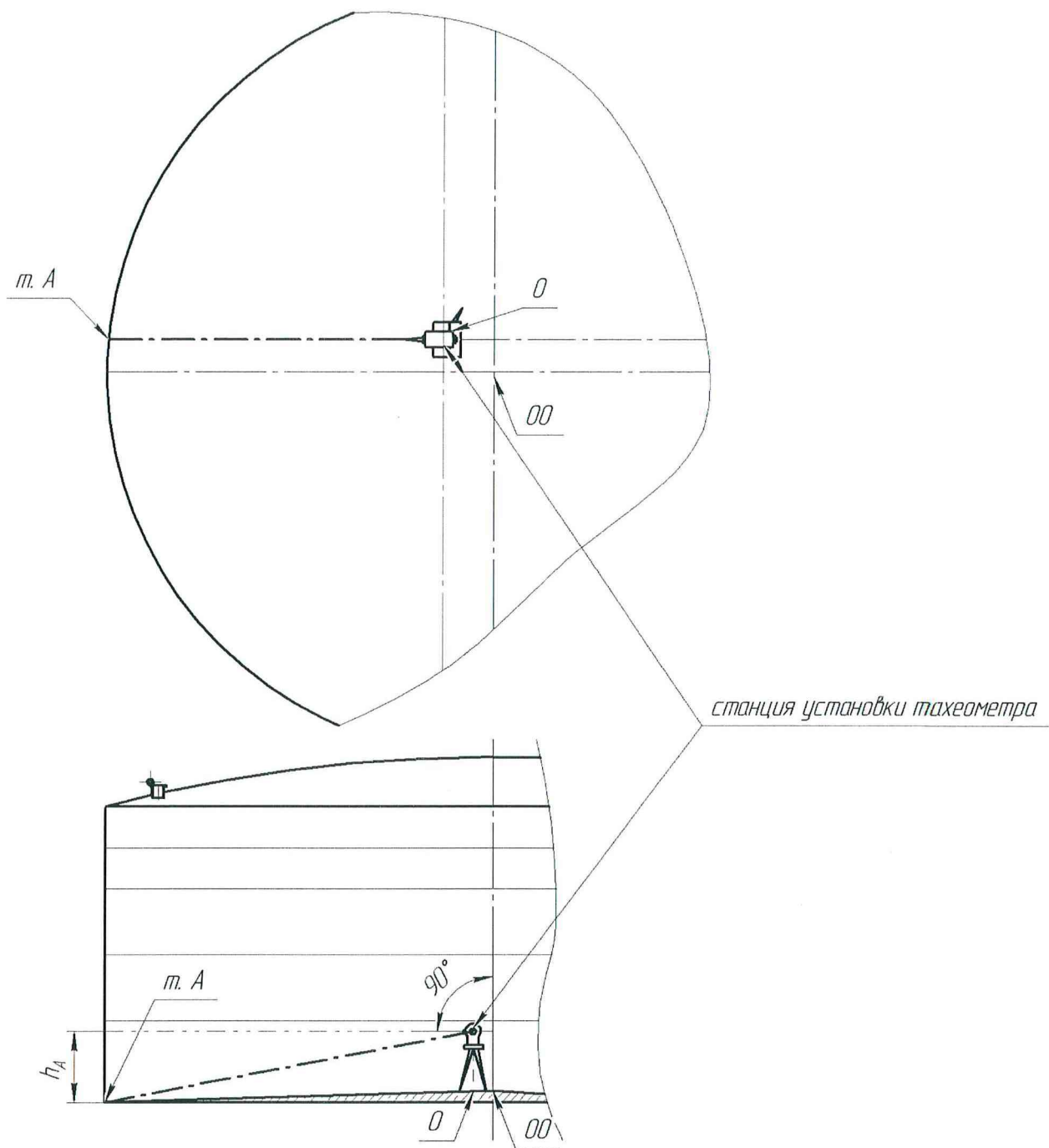


Рисунок А.3 – Схема высотной привязки тахеометра

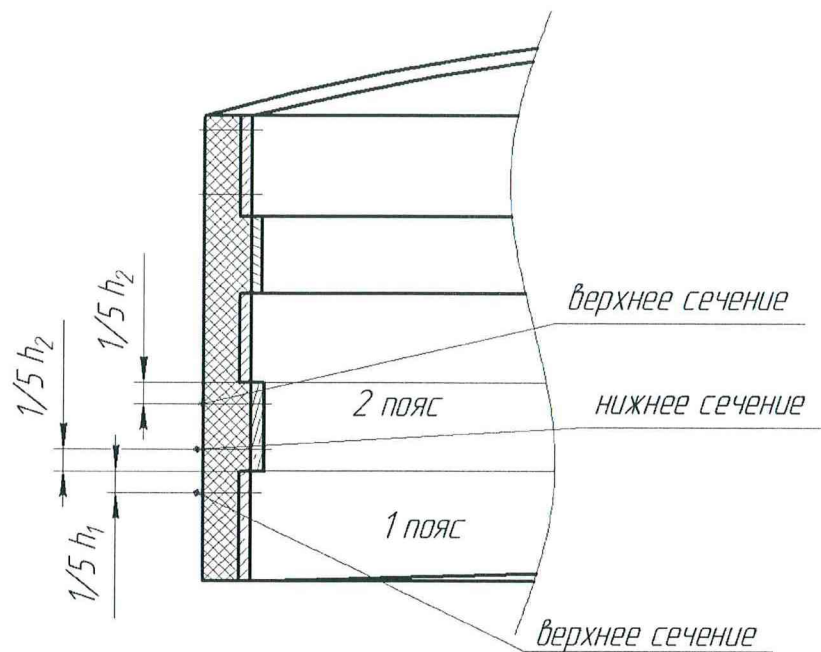


Рисунок А.4 – Схема расположений плоскостей измерений (сечений) внутренних радиусов резервуара

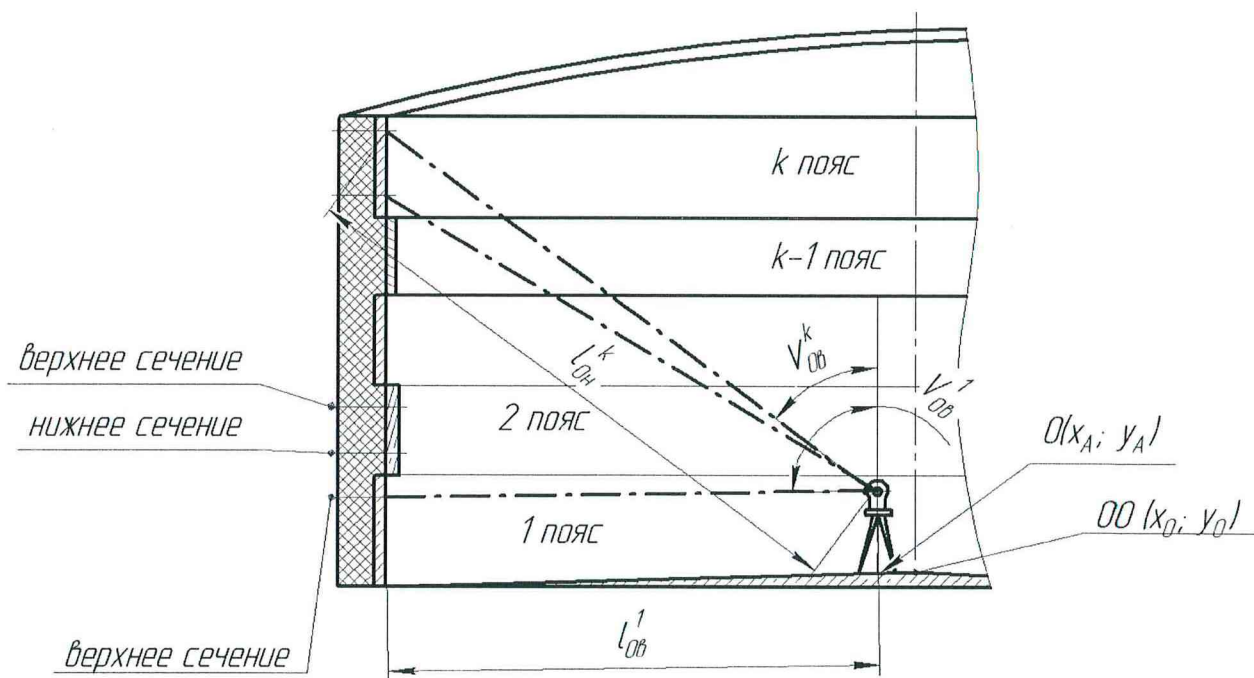


Рисунок А.5 – Схема измерений радиусов поясов резервуара



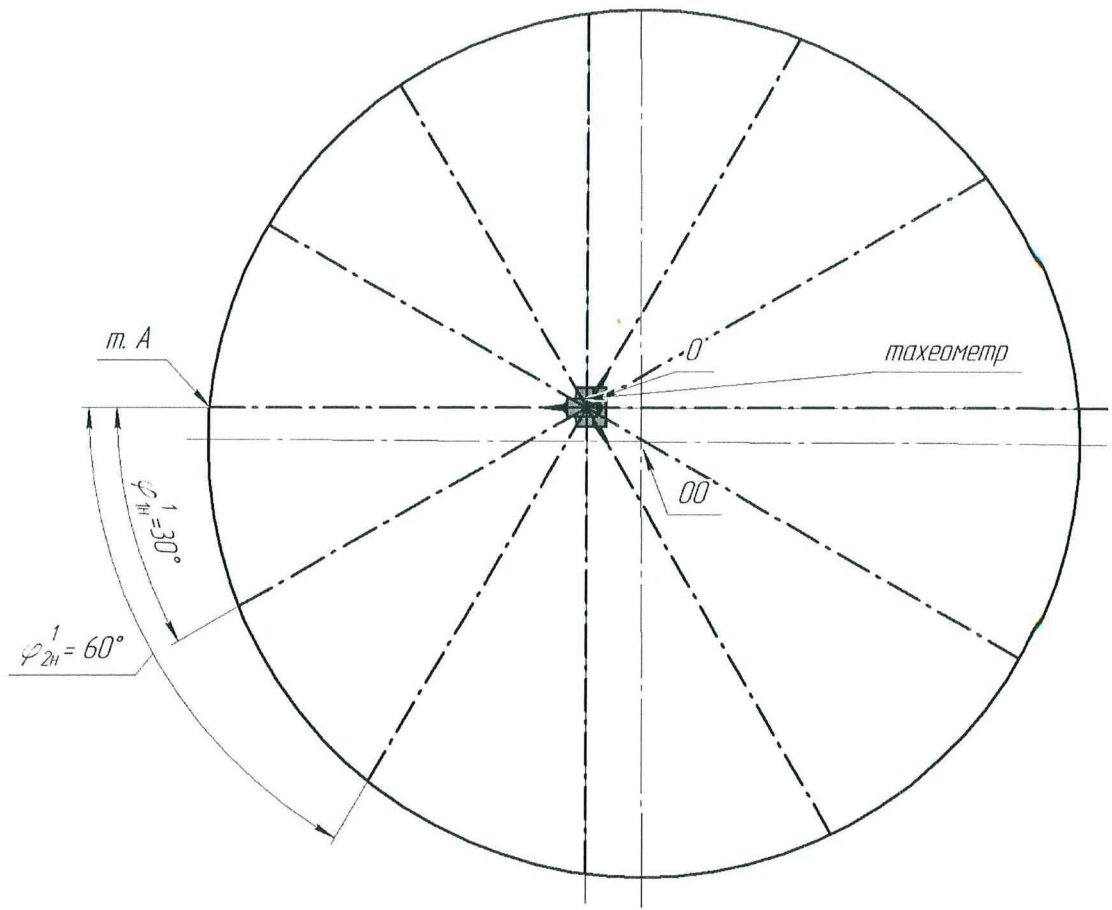


Рисунок А.6 – Схема образующих резервуара

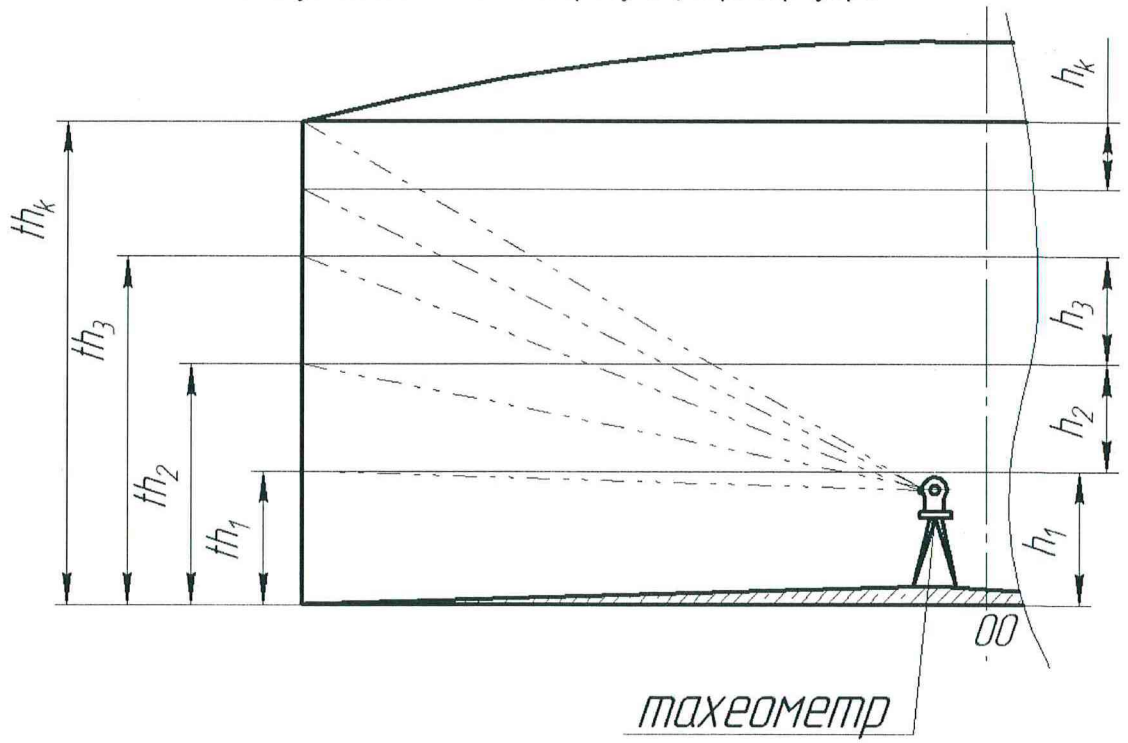


Рисунок А.7 – Схема измерений высоты поясов

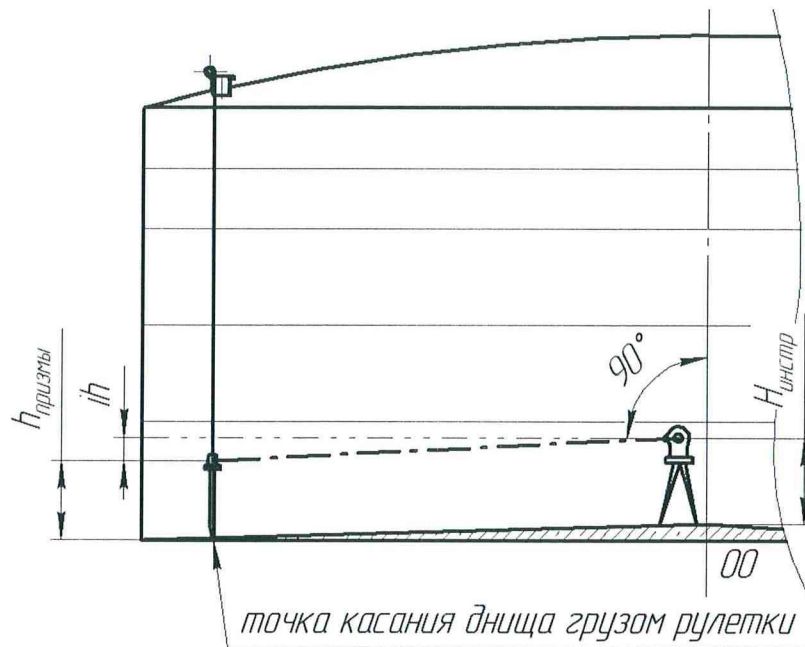


Рисунок А.8 – Схема измерений высотной привязки тахеометра

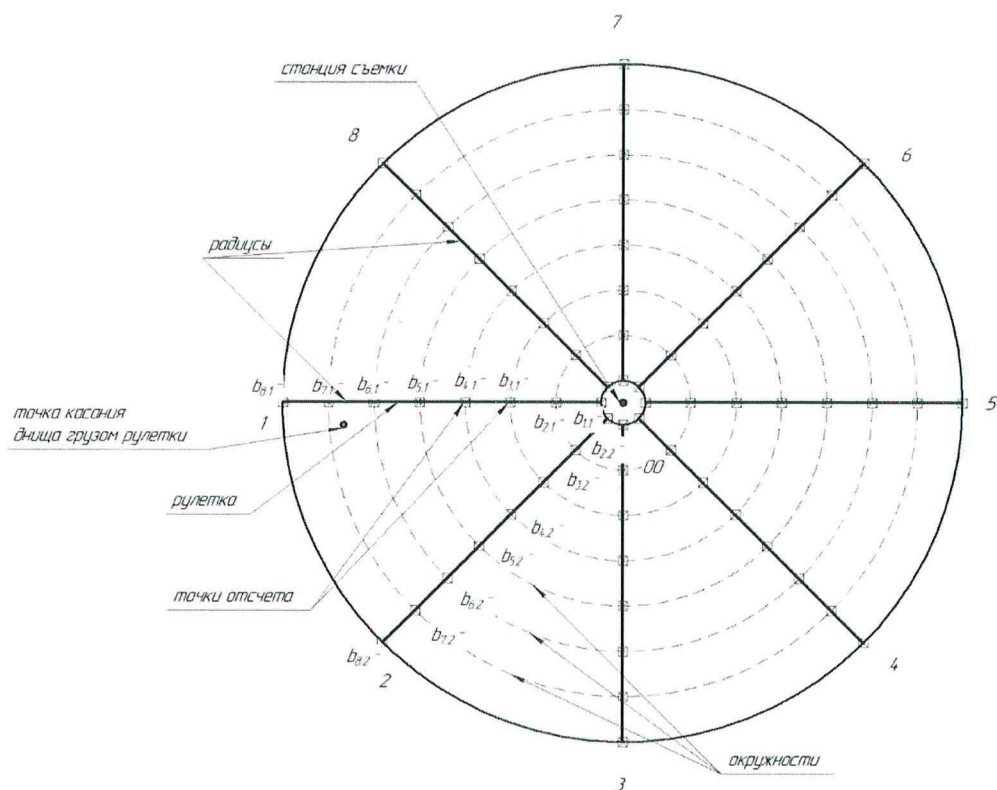


Рисунок А.9 – Координаты отсчета (место установки вехи) неровностей дна

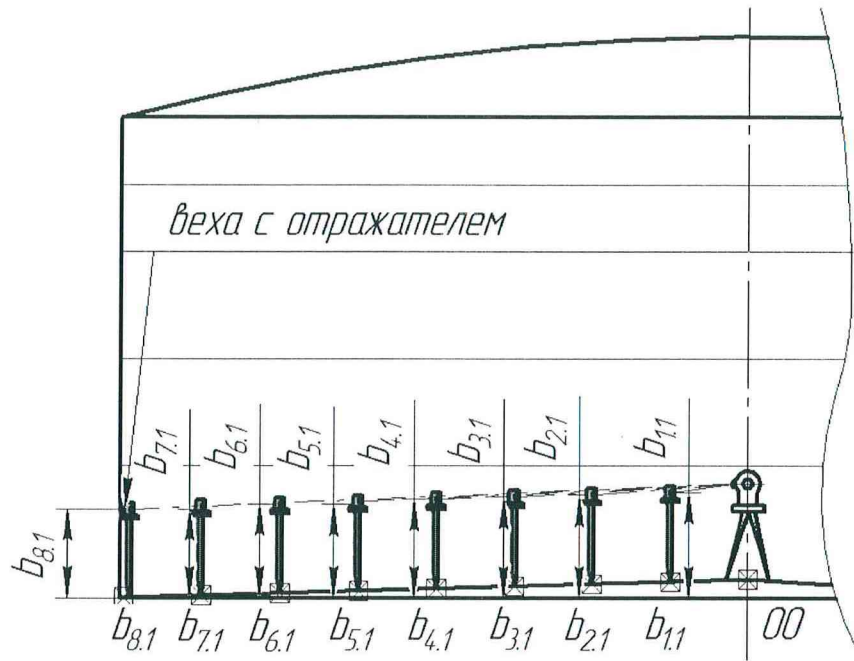


Рисунок А.10 – Схема измерений высот превышения неровностей днища

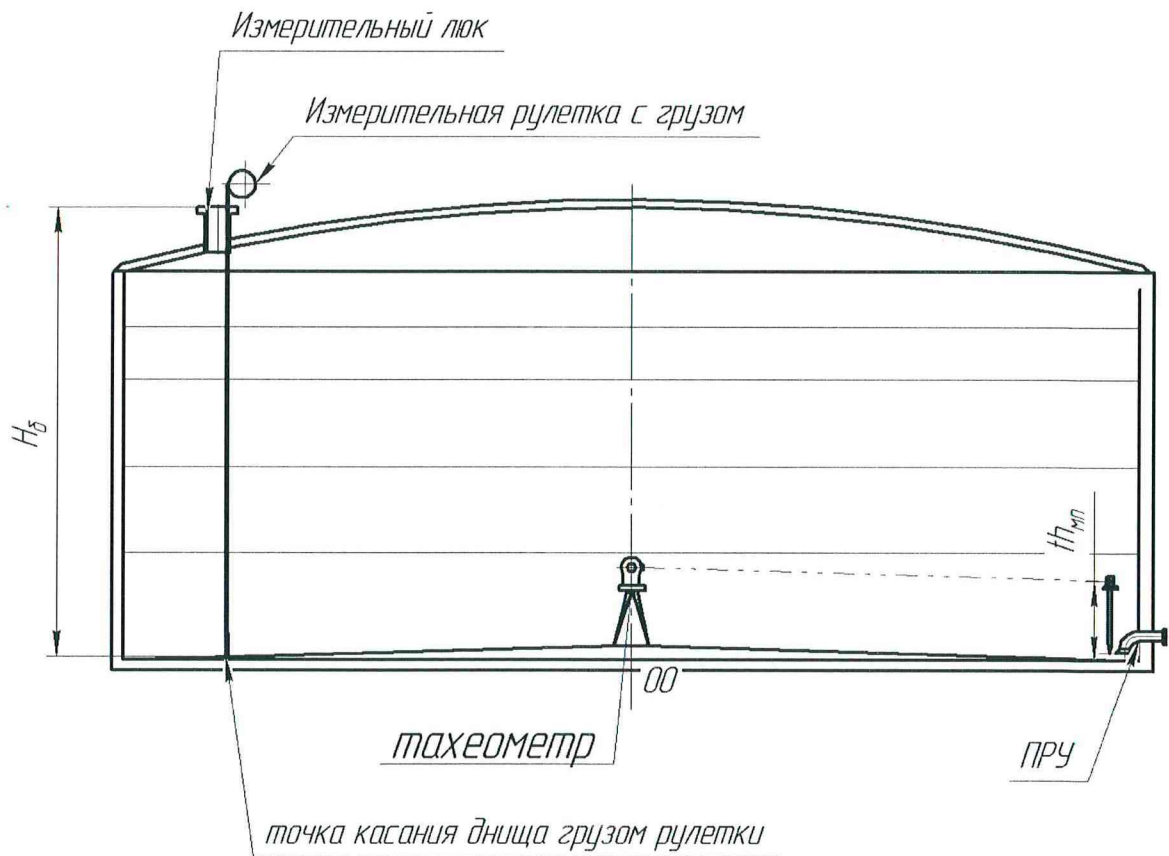


Рисунок А.11 – Схема измерения высоты (превышения) «мертвой» полости

ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
(обязательное)  
Форма протокола поверки резервуара

ПРОТОКОЛ  
поверки резервуара геометрическим методом

Таблица Б.1 – Общие данные

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

Продолжение таблицы Б.1

| Место проведения поверки | Средства поверки |
|--------------------------|------------------|
| 5                        | 6                |
|                          |                  |

Окончание таблицы Б.1

| Резервуар |       |   |
|-----------|-------|---|
| Тип       | Номер | Погрешность определения вместимости резервуара, % |
| 7         | 8     | 9   |
|           |       |   |

Таблица Б.2 – Условия проведения измерений

| Температура воздуха, °С | Загазованность, мг/м <sup>3</sup> |
|-------------------------|-----------------------------------|
|                         |                                   |

Таблица Б.3 – Базовая высота резервуара

В миллиметрах

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

Таблица Б.4 – Измерение внутренних радиусов поясов резервуара

В миллиметрах

| Номер пояса |   | Значение $I_N^i$ на образующей |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|-------------|---|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|             |   | 0                              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| I           | в |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|             | н |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| II          | н |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|             | в |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| III         | н |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|             | в |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| IV          | н |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|             | в |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| V           | н |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|             | в |                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |

Таблица 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 |                  |   |   |    |    |    |

Таблица Б.5 – Высота превышения поясов

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

Таблица Б.6 – Измерение неровностей дна

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                      |  |    |     |    |   |    |     |      |

Таблица 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           |  |                                       |

Примечание – Графу 3 заполняют только при принятии вместимости «мертвой» полости по 7.1.4

Таблица 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               |                 |   |

Таблица Б.9 – Внутренние детали цилиндрической формы

| Диаметр, мм | Высота от днища, мм      |                           | Расстояние от стенки первого пояса $l_d$ , мм |
|-------------|--------------------------|---------------------------|---|
|             | Нижняя граница $h_{д}^в$ | Верхняя граница $h_{д}^в$ |   |
|             |                          |                           |   |
|             |                          |                           |   |

Должности

Подписи

Инициалы, фамилии

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

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

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА

на резервуар стальной вертикальный цилиндрический теплоизолированный

РВС \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Организация \_\_\_\_\_

Погрешность определения вместимости:  $\pm 0,20$  %

Срок очередной поверки \_\_\_\_\_

Поверитель

\_\_\_\_\_  
подпись

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

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



## В.2 Форма градуировочной таблицы резервуара

Организация \_\_\_\_\_

Резервуар № \_\_\_\_\_

### В.2.1 Форма градуировочной таблицы резервуара

Т а б л и ц а В.1 – Посантиметровая вместимость нижней части резервуара

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

Т а б л и ц а В.2 – 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 Г  
Обработка результатов измерений

**Г.1 Определение внутренних диаметров поясов резервуара**

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

$$D_{H(B)}^i = 2 \cdot R_{H(B)}^i, \quad (\text{Г.1})$$

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

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

- наклонного расстояния  $l_{NH(B)}^i$  (параметр  $SD$ );
- вертикального угла  $V_{NH(B)}^i$  (параметр  $Vz$ );
- горизонтального угла  $\varphi_N$  (параметр  $HZ$ ).

Г.1.3 Положение точки (например, точка А), лежащей на поверхности стенки пояса, определяется тремя координатами декартовой системы координат  $(x_{H(B)}^i, y_{H(B)}^i, z_{H(B)}^i)$ .

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

Г.1.4 При направлении визирной линии тахеометра к точке А расстояние от точки  $(x_{NH(B)}^i, y_{NH(B)}^i, z_{NH(B)}^i)$  до геометрического центра резервуара в плоскости измерений (нижнее/верхнее сечение), в соответствии с [4] вычисляют по формуле

$$\left| \sqrt{(x_{NH(B)}^i - a_{H(B)}^i)^2 + (y_{NH(B)}^i - b_{H(B)}^i)^2} \right| - R_{H(B)}^i = 0, \quad (\text{Г.2})$$

где  $(x_{NH(B)}^i; y_{NH(B)}^i)$  – координаты точки А в сечении  $N$ , мм;

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

Величины  $(x_{NH(B)}^i; y_{NH(B)}^i)$  вычисляют по формуле

$$x_{NH(B)}^i = l_{NH(B)}^i \cdot \cos \varphi_N \cdot \cos(90 - V_{NH(B)}^i); \quad (\text{Г.3})$$

$$y_{N_{H(B)}}^i = l_{N_{H(B)}}^i \cdot \sin \varphi_N \cdot \cos(90 - V_{N_{H(B)}}^i), \quad (\Gamma.4)$$

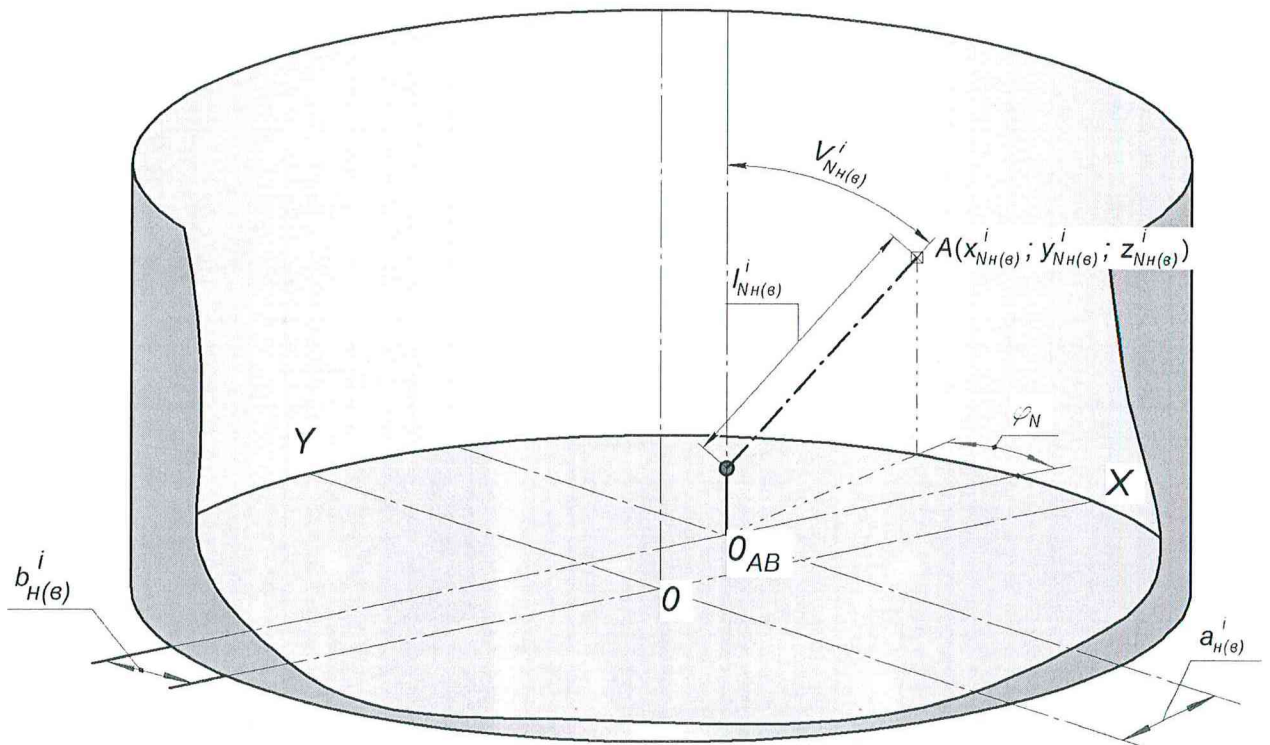
где  $l_{N_{H(B)}}^i$  – наклонное расстояние, мм;

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

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

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

$$r_{N_{H(B)}}^i = \sqrt{(x_{N_{H(B)}}^i - a_{H(B)}}^i)^2 + (y_{N_{H(B)}}^i - b_{H(B)}}^i)^2}. \quad (\Gamma.5)$$



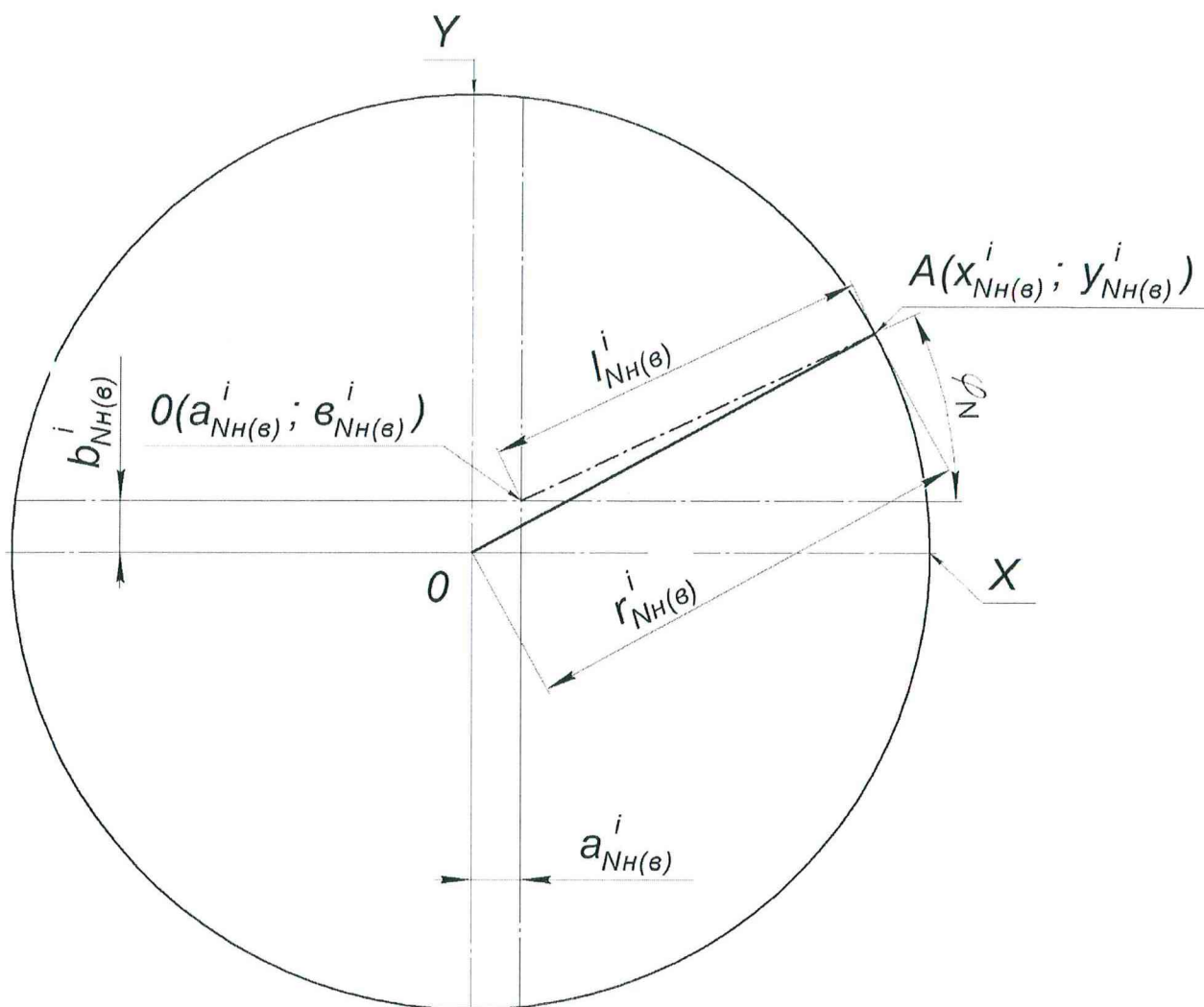


Рисунок Г.1 – Параметры измерений радиуса  $r_{NH(в)}^i$   $i$ -го пояса при  $j$ -ом измерении в нижнем (верхнем) сечении

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

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

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

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

$$R_{\text{H(В)}}^i = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N r_{j.\text{H(В)}}^i, \quad (\text{Г.8})$$

где  $r_{j.\text{H(В)}}^i$  – 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;

$x_{j.\text{H(В)}}^i, y_{j.\text{H(В)}}^i$  – 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  $r_{j.\text{H(В)}}^i$  вычисляют по формуле

$$r_{j.\text{H(В)}}^i = \sqrt{(x_{j.\text{H(В)}}^i - a_{\text{H(В)}}^i)^2 + (y_{j.\text{H(В)}}^i - b_{\text{H(В)}}^i)^2}, \quad (\text{Г.9})$$

Г 1.6 Вычисление величин  $a_{\text{H(В)}}^i, b_{\text{H(В)}}^i, R_{\text{H(В)}}^i$  проводят в следующей последовательности.

Г.1.6.1 Вычисление величин  $a_{\text{H(В)}}^i, b_{\text{H(В)}}^i, R_{\text{H(В)}}^i$ , в нулевом приближении ( $a_{0.\text{H(В)}}^i, b_{0.\text{H(В)}}^i, R_{0.\text{H(В)}}^i$ ):

1) устанавливают значение  $a_{0.\text{H(В)}}^i, b_{0.\text{H(В)}}^i$  в формуле (Г.9) равным нулю.

2) вычисляют значения  $r_{j.\text{H(В)}}^i$  в соответствии с формулой (Г.9)

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

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

П р и м е ч а н и е – В обозначении  $r_{0.0.\text{H(В)}}^i$  верхний индекс  $i$  соответствует номеру пояса, в нижнем индексе: первое число указывает номер приближения, второе число – номер образующей,  $\text{H(В)}$  нижнее (верхнее) сечение.

3) значение  $R_{0.0.\text{H(В)}}^i$  вычисляют по формуле (Г.8):

$$R_{0H(B)}^i = \frac{1}{12} (r_{0.0.H(B)}^i + r_{0.1.H(B)}^i + r_{0.2.H(B)}^i + \dots + r_{0.12.H(B)}^i);$$

4) вычисляют значения  $a_{0.H(B)}^i, b_{0.H(B)}^i$  в соответствии с формулами (Г.6) и (Г.7) соответственно:

$$a_{0.0H(B)}^i = \frac{x_{0H(B)}^i + x_{1H(B)}^i + \dots + x_{12H(B)}^i}{12} - \frac{R_{0H(B)}^i}{12} \left[ \frac{\frac{x_{0H(B)}^i}{\sqrt{(x_{0H(B)}^i)^2 + (y_{0H(B)}^i)^2}} + \frac{x_{1H(B)}^i}{\sqrt{(x_{1H(B)}^i)^2 + (y_{1H(B)}^i)^2}} + \dots + \frac{x_{12H(B)}^i}{\sqrt{(x_{12H(B)}^i)^2 + (y_{12H(B)}^i)^2}} \right];$$

$$b_{0.0H(B)}^i = \frac{y_{0H(B)}^i + y_{1H(B)}^i + \dots + y_{12H(B)}^i}{12} - \frac{R_{0H(B)}^i}{12} \left[ \frac{\frac{y_{0H(B)}^i}{\sqrt{(x_{0H(B)}^i)^2 + (y_{0H(B)}^i)^2}} + \frac{y_{1H(B)}^i}{\sqrt{(x_{1H(B)}^i)^2 + (y_{1H(B)}^i)^2}} + \dots + \frac{y_{12H(B)}^i}{\sqrt{(x_{12H(B)}^i)^2 + (y_{12H(B)}^i)^2}} \right];$$

Г.1.6.2 Вычисление величин  $a_{H(B)}^i, b_{H(B)}^i, R_{H(B)}^i$ , в первом приближении ( $a_{1.H(B)}^i, b_{1.H(B)}^i, R_{1.H(B)}^i$ ):

$$r_{1.0.H(B)}^i = \sqrt{(x_{0.H(B)}^i - a_{0.H(B)}^i)^2 + (y_{0.H(B)}^i - b_{0.H(B)}^i)^2};$$

$$r_{1.1.H(B)}^i = \sqrt{(x_{1.H(B)}^i - a_{0.H(B)}^i)^2 + (y_{1.H(B)}^i - b_{0.H(B)}^i)^2};$$

$$r_{1.3.H(B)}^i = \sqrt{(x_{3.H(B)}^i - a_{0.H(B)}^i)^2 + (y_{3.H(B)}^i - b_{0.H(B)}^i)^2};$$

...

$$r_{1.12.H(B)}^i = \sqrt{(x_{12.H(B)}^i - a_{0.H(B)}^i)^2 + (y_{12.H(B)}^i - b_{0.H(B)}^i)^2};$$

$$R_{1H(B)}^i = \frac{1}{12} (r_{1.0.H(B)}^i + r_{1.1.H(B)}^i + r_{1.2.H(B)}^i + \dots + r_{1.12.H(B)}^i);$$

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

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

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

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

Г.1.6.3 Вычисление величин  $a_{H(B)}^i$ ,  $b_{H(B)}^i$ ,  $R_{H(B)}^i$ , во втором приближении ( $a_{2.H(B)}^i$ ,  $b_{2.H(B)}^i$ ,  $R_{2.H(B)}^i$ ):

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

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

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

...

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

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

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

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

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

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

Г.1.6.4 Операции вычисления прекращают в случае выполнения условия

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

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

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

$$D^i = R_{Н}^i + R_{В}^i, \quad (\text{Г.10})$$

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

### **Г.2 Измерения высот поясов резервуара**

Г.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

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

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.

### **Г.3 Вычисление вместимости «мертвой» полости**

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

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

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

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



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.

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

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

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.

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

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

где  $(V_{дн})_0$  – объем неровностей днища, вычисляемый по формуле  
**Ошибка! Источник ссылки не найден.**, м<sup>3</sup>;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 днища грузом рулетки, см;

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

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