

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» 28 мая 2018 г.

3 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

ЛИСТОВ: 40

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 Операции поверки	3
5 Средства поверки	4
6 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности	4
7 Условия поверки	5
8 Подготовка к поверке	6
9 проведение поверки резервуары	7
9.1 Внешний осмотр.....	7
9.2 Измерения базовой высоты резервуара	7
9.3 Определение внутренних диаметров поясов резервуара	8
9.4 Измерения высот поясов резервуара	9
9.5 Определение параметров «мертвой» полости резервуара	9
9.5.1 Измерение объема неровностей днища.....	9
9.5.2 Измерение высоты «мертвой» полости (РВС-2000)	10
9.5.2.1 Измерений высоты неизмеряемого объема РВС-5000.....	10
9.5.3 Измерение координаты точки касания днища грузом рулетки.....	11
9.6 Определение объемов внутренних деталей	11
10 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы	12
10.1 Обработка результатов измерений.....	12
10.2 Составление градуировочной таблицы резервуара	12
11 Оформление результатов поверки	12
Приложение А	13
Приложение Б	19
Приложение В	23
Приложение Г	24
Приложение Д	26
Приложение Е	33
Приложение Ж	38
Приложение И	39
БИБЛИОГРАФИЯ	40

Государственная система обеспечения единства измерений

**Резервуары стальные вертикальные
цилиндрические теплоизолированные
РВС-2000, РВС-5000. Методика поверки
МП 0796-7-2018**

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая инструкция распространяется на резервуары стальные вертикальные цилиндрические теплоизолированные (далее – резервуары), номинальной вместимостью 2000 м³ (РВС-2000), 5000 м³ (РВС-5000) площадки склада жидкого топлива АО «ННК-Гаваньбункер», предназначенных для измерения объема нефтепродуктов, а также для их приема, хранения и отпуска и устанавливает методику геометрическим методом его первичной, периодической и внеочередной поверок.

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

ГОСТ 427—75 Линейки измерительные металлические. Технические условия;

ГОСТ 28243—96 Пирометры. Общие 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 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 неизмеряемый объем: объем резервуара ограниченный поверхностью днища и плоскостью начала отсчета.

3.7 плоскость начала отсчета: горизонтальная плоскость, проходящая через точку касания днища грузом рулетки от которой проводят измерение базовой высоты и уровень жидкости в резервуаре.

3.8 действительная (фактическая) полная вместимость резервуара: Вместимость резервуара, соответствующая предельному уровню его наполнения, установленная при его поверке.

3.9 посантиметровая вместимость резервуара: Вместимость резервуара, соответствующая уровню налитых в него доз жидкости, приходящихся на 1 см высоты наполнения.

3.10 коэффициент вместимости: Вместимость, приходящаяся на 1 мм высоты наполнения.

3.11 точка касания днища грузом рулетки (начало отсчета): Точка на днище резервуара, которой касается груз измерительной рулетки при измерении базовой высоты резервуара и уровня нефти и нефтепродукта в резервуаре.

3.12 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)

3.13 **предельный уровень:** Предельный уровень определения посантиметровой вместимости резервуара при его поверке, соответствующий суммарной высоте стенок резервуара

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

3.15 **САПР:** Программное обеспечение реализующая метод трехмерного геометрического проектирования объекта по заданным точкам.

4 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Поверку резервуара проводят геометрическим методом.

4.1 При поверке резервуара вместимость резервуара определяют по результатам измерений внутренних диаметров и высот поясов с учетом объема днища с применением электронного тахеометра.

4.2 По измеренным параметрам строят 3D модель в САПР и вычисляют вместимость встроенными средствами ПО.

При проведении поверки резервуара должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта Инструкции
1	Внешний осмотр	9.1
2	Измерение базовой высоты	9.2
3	Определение внутренних диаметров поясов резервуара	9.3
4	Измерения высот поясов резервуара	9.4
5	Определение параметров «мертвой» полости резервуара	9.5
6	Определение объемов внутренних деталей	9.6

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

4.4 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.

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

5 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

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

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

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

5.1.4 Пирометр по ГОСТ 28243, с диапазоном измерений температуры от минус 10 °С до плюс 65 °С, показателем визирования не менее 16:1, имеющий функцию фокусирования объекта измерений, с пределами допускаемой абсолютной погрешности: ± 2 °С.

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

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

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

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

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

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

6 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ И ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 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.

6.2 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.

6.3 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.

6.4 Лица, проводящие поверку резервуара, используют спецодежду – костюмы по ГОСТ 12.4.310, спецобувь по ГОСТ 12.4.137, строительную каску по ГОСТ 12.4.087.

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

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

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

6.8 Перед началом поверки резервуара проверяют исправность:

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

6.9 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.

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

7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

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

7.2 Освещенность внутренней полости резервуара, не менее:..... 200 лк.

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

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

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

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

7.6 Резервуар при поверке должен быть порожним.

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

7.8 Загазованность в воздухе вблизи или внутри резервуара не более ПДК вредных веществ, установленных по ГОСТ 12.1.005 и соответствующей гигиеническим нормативам ГН 2.2.5.3532-18 [4].

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

8.1 При подготовке к поверке проводят следующие работы:

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

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

8.1.3 В сервисном ПО тахеометра формируют файл проекта записи данных.

8.1.4 Измеряют параметры окружающего воздуха с применением СИ по 5.1.5.

8.1.5 Проводят измерение температуры стенки резервуара с применением пирометра (пункт 5.1.4). Измерение температуры стенки резервуара проводят на 4 равноудаленных образующих стенки резервуара в первом, среднем, последнем поясах.

Значение температуры стенки принимают как среднее арифметическое значение измеренных значений.

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

8.1.6 Получают следующие документы, выданные соответствующими службами владельца резервуара:

- акт на зачистку резервуара;
- заключение лаборатории о состоянии воздуха внутри резервуара, о соответствии концентрации вредных веществ нормам ГОСТ 12.1.005;
- наряд-допуск на проведение работ с повышенной опасностью.

8.1.7 Штатив тахеометра приводят в рабочее положение, устанавливают на него тахеометр, проводят необходимые операции к подготовки 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.

8.1.8 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 (для резервуара с центральной трубой – в непосредственной близости), 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) устанавливают вежу с точку касания днища грузом рулетки (ТКГ);

д) направляют визир оптической трубы тахеометра (далее – визир тахеометра) на призмный отражатель вежи (рисунок А.3);

д) измеряют расстояние h_A и проводят высотную привязку к ТКГ с координатами $H_z = 0^{\circ}00'00''$; $h = 0$ (рисунок А.3);

9 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ РЕЗЕРВУАРЫ

9.1 Внешний осмотр

9.1.1 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.

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

9.2 Измерения базовой высоты резервуара

9.2.1 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.

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

9.2.3 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.

9.3 Определение внутренних диаметров поясов резервуара

9.3.1 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 нижнем 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).

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

9.3.2.1 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.

9.3.2.2 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.

9.3.2.3 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.

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

П р и м е ч а н и е – 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).

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

9.3.2.6 Проведя аналогичные операции по 9.3.2.1 – 9.3.2.4 измеряют $I_{1Н(В)}^i$, мм; вертикальные углы $V_{1Н(В)}^i$.

9.3.2.7 Поворачивают алидаду тахеометра на угол 60° . Фиксируют значение горизонтального угла $\varphi_{2Н}^1$, угл. сек. второй образующей и проводят операции по 9.3.2.1 – 9.3.2.6.

9.3.2.8 Проводят аналогичные операции на остальных образующих.

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

9.4 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.

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

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

9.4.3 Проводя аналогичные процедуры по 9.4.2 измеряют расстояния $th_2...th_k$, мм, вышестоящих поясов.

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

9.5 Определение параметров «мертвой» полости резервуара

При определении параметров «мертвой» полости резервуара проводят измерения:

- 1) объема неровностей дна;
- 2) высоты «мертвой» полости;
- 3) координаты точки касания дна грузом рулетки;
- 4) высоты неизмеряемого объема (для РВС-5000).

9.5.1 Измерение объема неровностей дна

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

Измерения проводят в следующей последовательности.

9.5.1.1 Проводят высотную привязку тахеометра к точке касания дна грузом рулетки дна грузом рулетки аналогично 9.1.8.

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

9.5.1.2 Формируют координаты отсчета (места установки вехи) на первом радиусе, для чего укладывают рулетку на дно резервуара, при этом начало отсчета совмещают с точкой пересечения стенки центральной трубы (точка $b_{1,1}$), а второй конец совмещают с отметкой 1-ой образующей на стенке резервуара (рисунок А.9).

9.5.1.3 Устанавливают веху в точку $b_{1,1}$ (пересечение 1-й окружности на 1-й образующей), координаты отсчета приведены в таблице 2, контролируя вертикальное положение по круговому уровню вехи. Наводят сетку нитей визира в центр призмного отра

жателя 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 2

Тип	Отсчет по шкале ленты рулетки, мм, на радиусе, мм							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	0,35R	0,5R	0,61R	0,71R	0,79R	0,86R	0,93R	стенка
РВС-2000	2659	3798	4634	5394	6000	6532	7064	7596
РВС-5000	3663	5233	6384	7431	8268	9000	9733	10466

9.5.1.4 Поворачивают алидаду тахеометра на 45° 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.

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

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

9.5.2 Измерение высоты «мертвой» полости (РВС-2000)

Измерение высоты «мертвой» полости резервуара РВС-2000 проводят с применением тахеометра и вехи с призмным отражателем в следующей последовательности.

Устанавливают веху 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.10). 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).

9.5.2.1 Измерений высоты неизмеряемого объема РВС-5000

Измерение высоты «мертвой» полости резервуара РВС-2000 проводят с применением тахеометра и вехи с призмным отражателем в следующей последовательности.

Устанавливают тахеометр в середине радиуса резервуара.

Проводят высотную привязку к ТКГ аналогично 8.1.8 и измеряют расстояние $th_{но}^1$ (рисунок А.11).

Устанавливают веху на край приемка. Направляют сетку нитей визира на центр призмы и измеряют расстояние $th_{но}^2$, мм, как высоту превышения (рисунок А.11). Измере-

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

ния 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.7.1).

9.5.3 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 призмического отражателя и измеряют горизонтальный угол $\varphi_0, ^\circ$, и контролируют высоту h_0 , мм. В соответствии с пунктом 9.5.1.1 её значение должно быть равно нулю.

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

9.6 Определение объемов внутренних деталей

В РВС-2000 к внутренней детали относится центральная труба (рисунок А.9).

В РВС-5000 к внутренней детали относится прямоугольник (рисунок А.11).

9.6.1 Определение параметров центральной трубы (РВС-2000) проводят измерением длины её окружности L_T , мм. Измерение проводят измерительной рулеткой на высоте 1000 мм от поверхности днища.

Измерения проводят не менее двух раз. Считывают показания шкалы ленты рулетки с точностью 1 мм.

Наружный диаметр центральной трубы D_T , мм, вычисляют по формуле

$$D_T = \frac{L_T}{\pi}. \quad (Д.1)$$

Результаты измерений и вычислений вносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.9).

9.6.2 Определение параметров прямоугольника (РВС-5000) проводят измерением диаметра прямоугольника $D_{пр}$, мм и высоты прямоугольника $h_{пр}$, мм.

Диаметр прямоугольника $D_{пр}$ измеряют измерительной рулеткой.

Высоту прямоугольника $h_{пр}$ измеряют измерительной рулеткой с грузом.

Измерения каждого параметра проводят не менее 2 раз. Считывают показания шкалы ленты рулетки с точностью 1 мм.

Результаты измерений вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.10).

10 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И СОСТАВЛЕНИЕ ГРАДУИРОВОЧНОЙ ТАБЛИЦЫ

10.1 Обработка результатов измерений

10.1.1 Обработку результатов измерений проводят в соответствии с приложением Е с учетом приложения Д.

10.2 Составление градуировочной таблицы резервуара

10.2.1 Градуировочную таблицу составляют начиная:

– для РВС-2000 – с уровня $H_{мп}$, соответствующего высоте «мертвой» полости $h_{мп}$;

– для РВС-5000 – от днища приемка,
до предельного уровня $H_{пр}$.

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

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

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

10.2.5 Результаты расчетов вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Ж.

10.2.7 Обработку результатов измерений проводят в САПР.

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

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки резервуара оформляют свидетельством о поверке.

11.2 К свидетельству о поверке прикладывают:

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

11.3 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 знаком поверки.

Титульный лист и последнюю страницу градуировочной таблицы подписывает поверитель, подпись поверителя заверяют знаком поверки.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное)

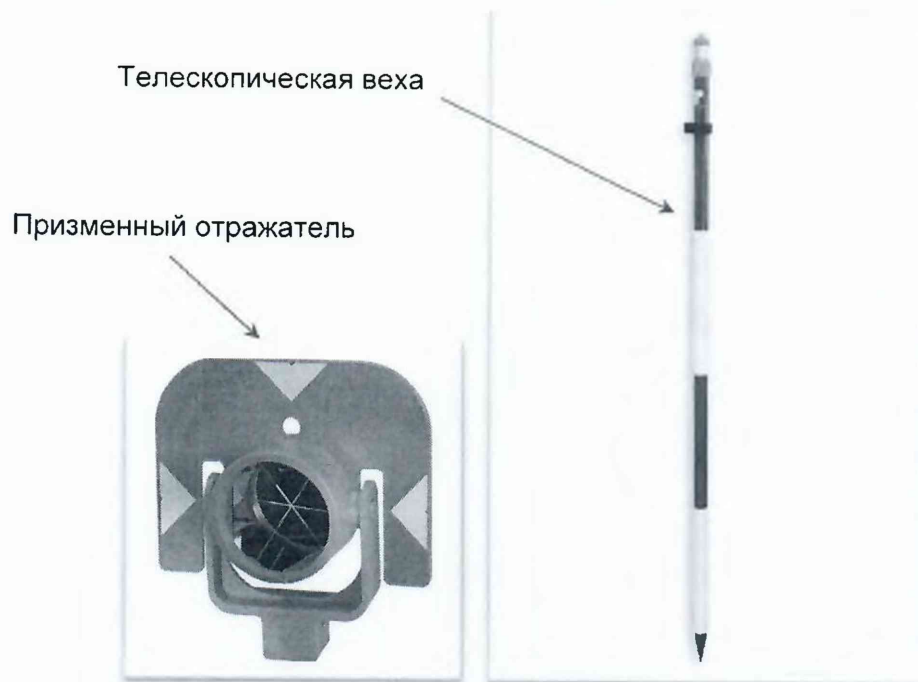


Рисунок А.1 – Веха телескопическая с призмным отражателем

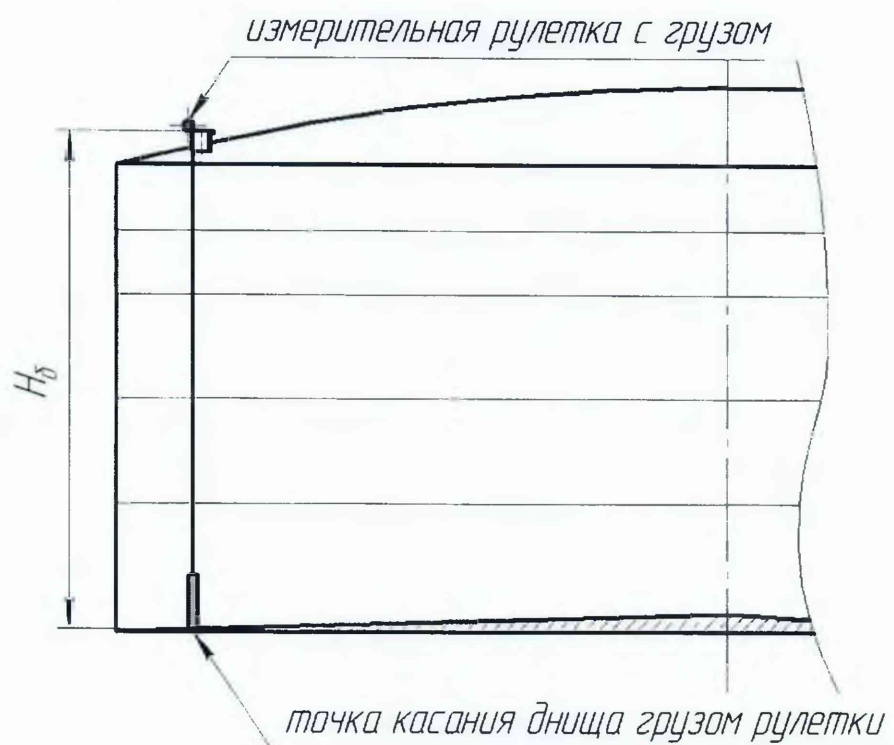


Рисунок А.2 – Схема измерений базовой высоты

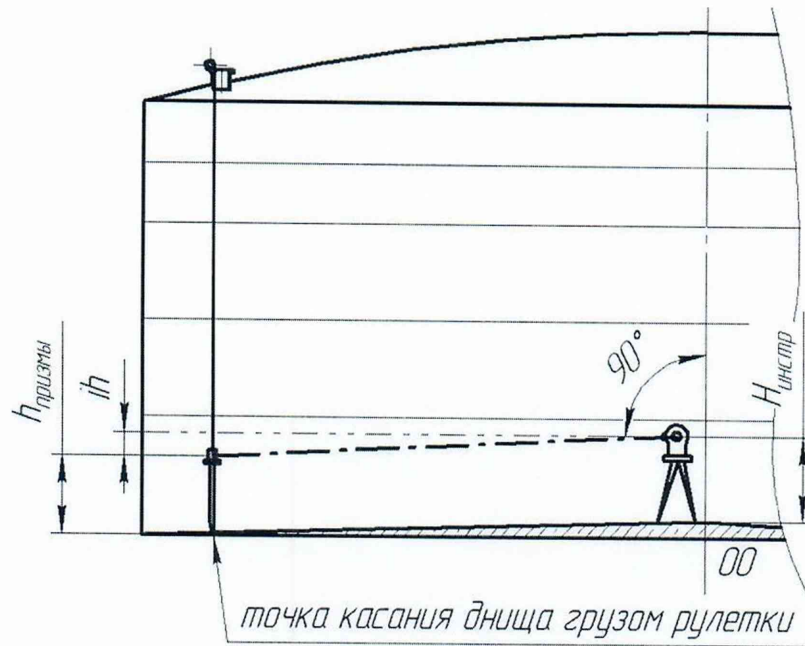


Рисунок А.3 – Схема высотной привязки тахеометра

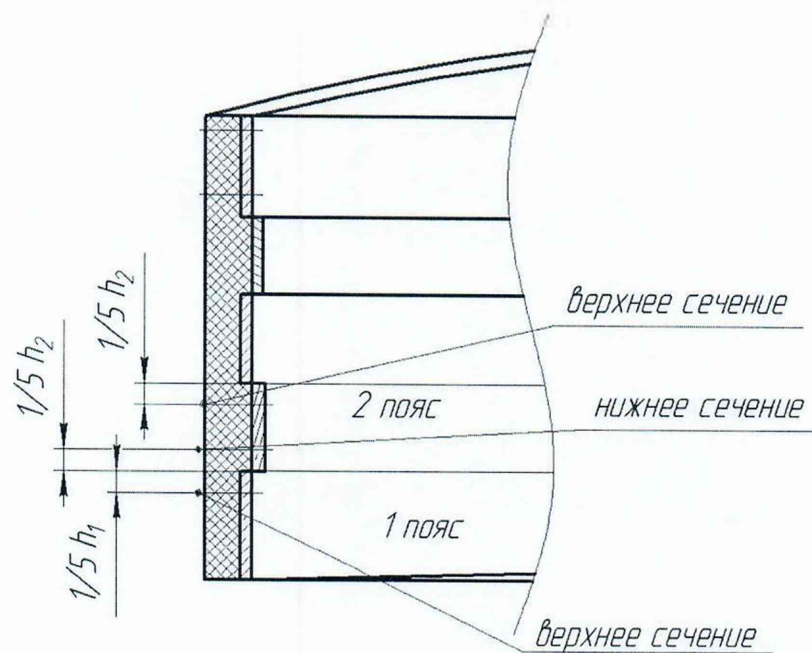


Рисунок А.4 – Схема расположений плоскостей измерений (сечений) внутренних радиусов резервуара

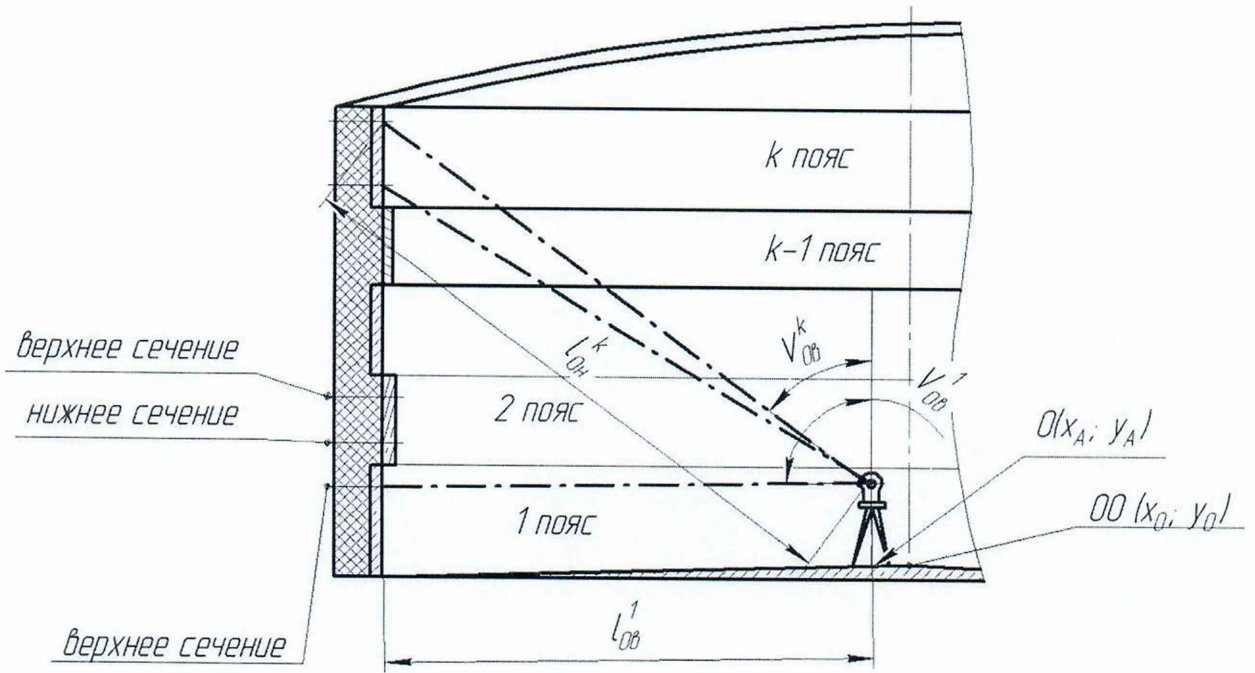


Рисунок А.5 – Схема измерений радиусов поясов резервуара

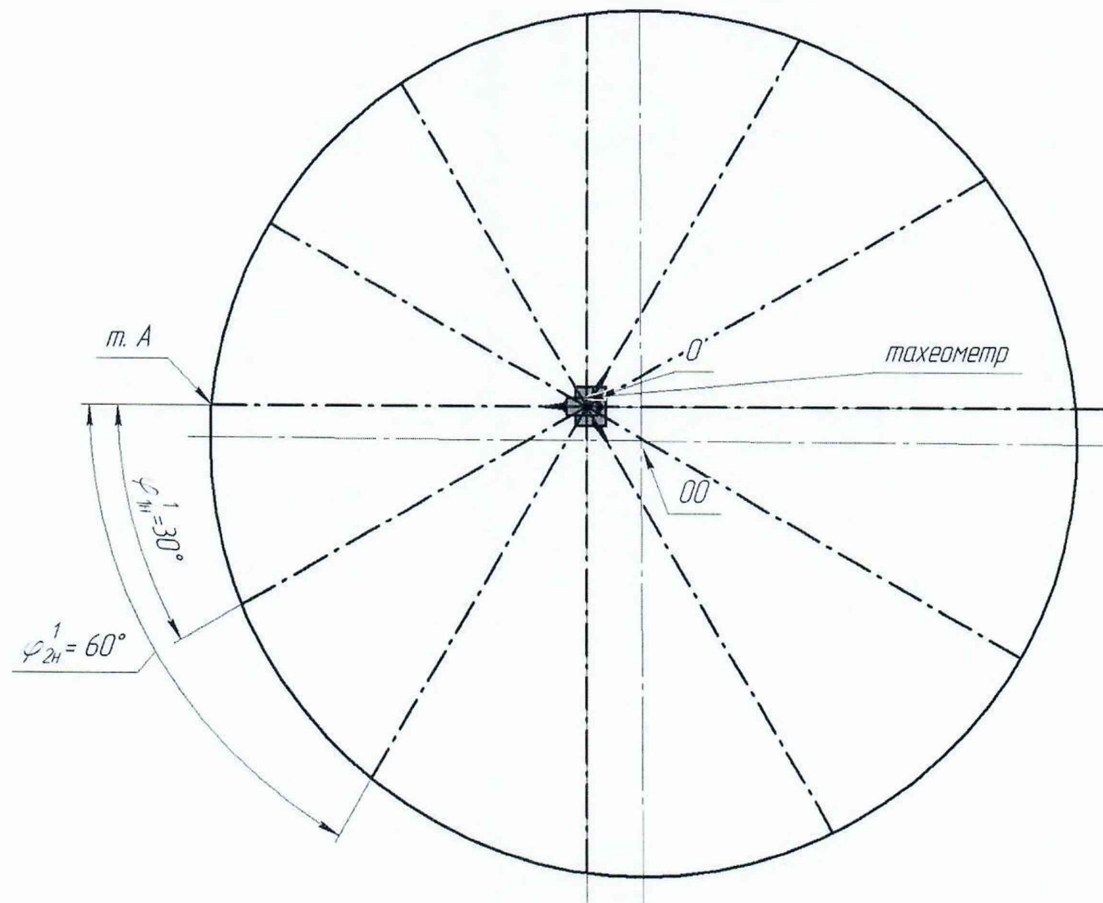


Рисунок А.6 – Схема образующих резервуара

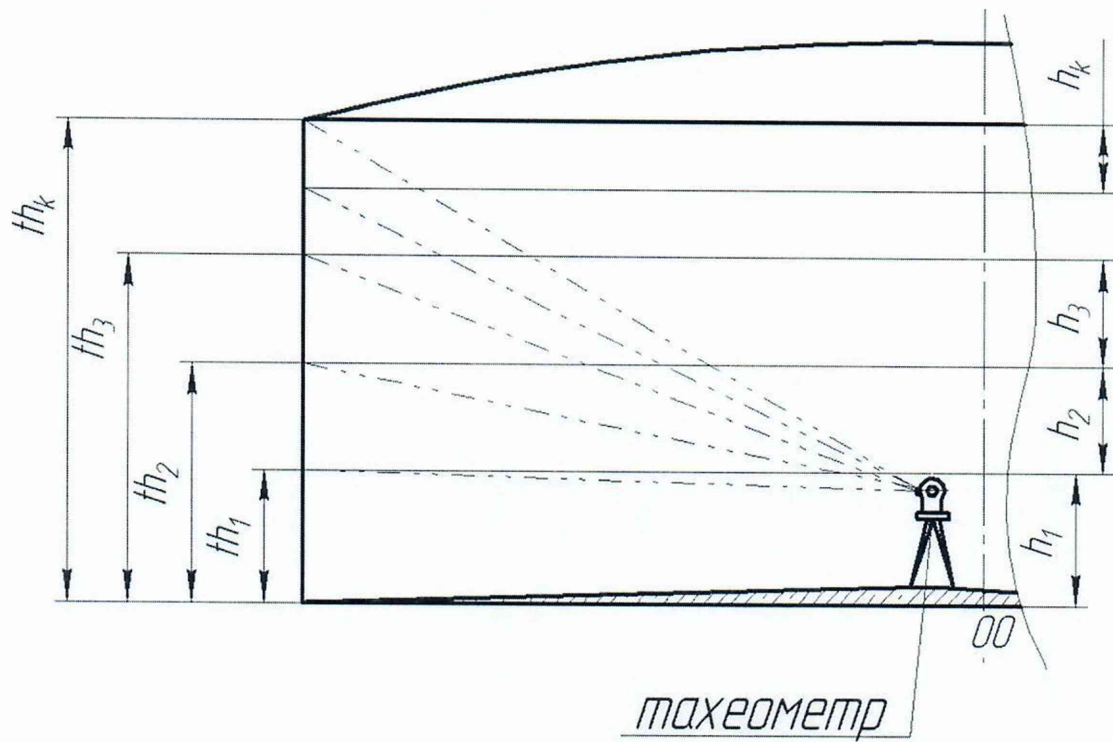


Рисунок А.7 – Схема измерений высоты поясов

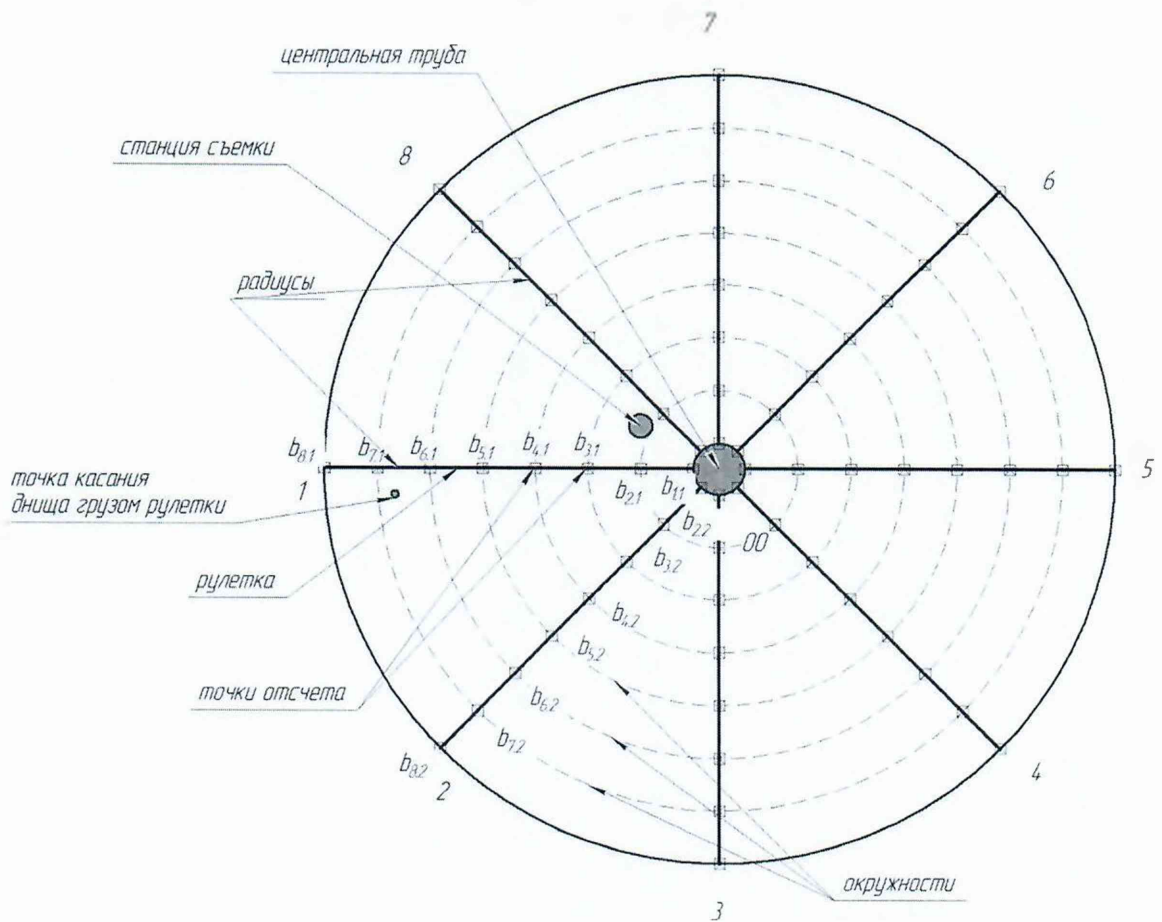


Рисунок А.8 – Координаты отсчета (место установки вехи) неровностей днища

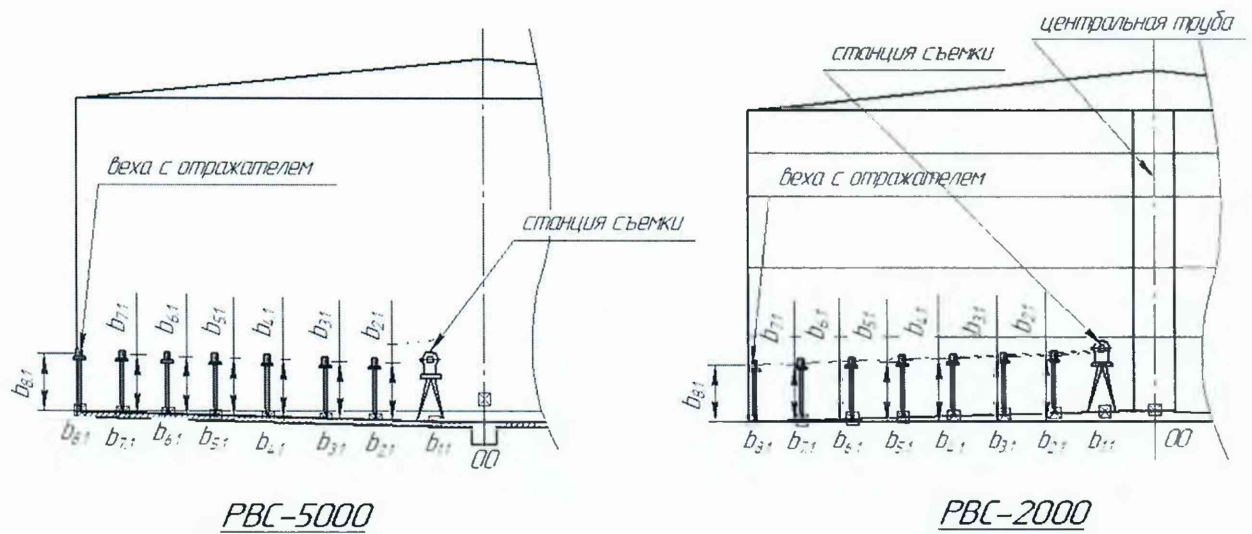


Рисунок А.9 – Схема измерений высот превышения неровностей дна

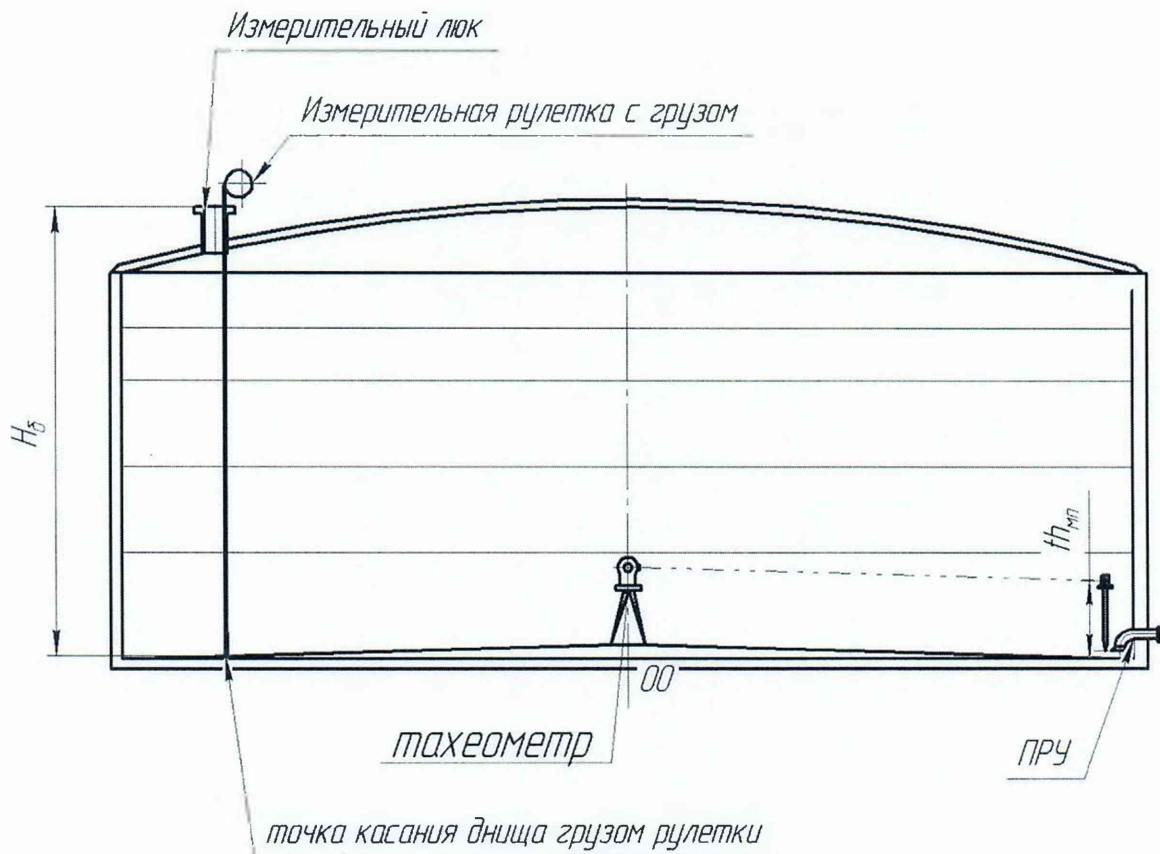


Рисунок А.10 – Схема измерения высоты (превышения) «мертвой» полости

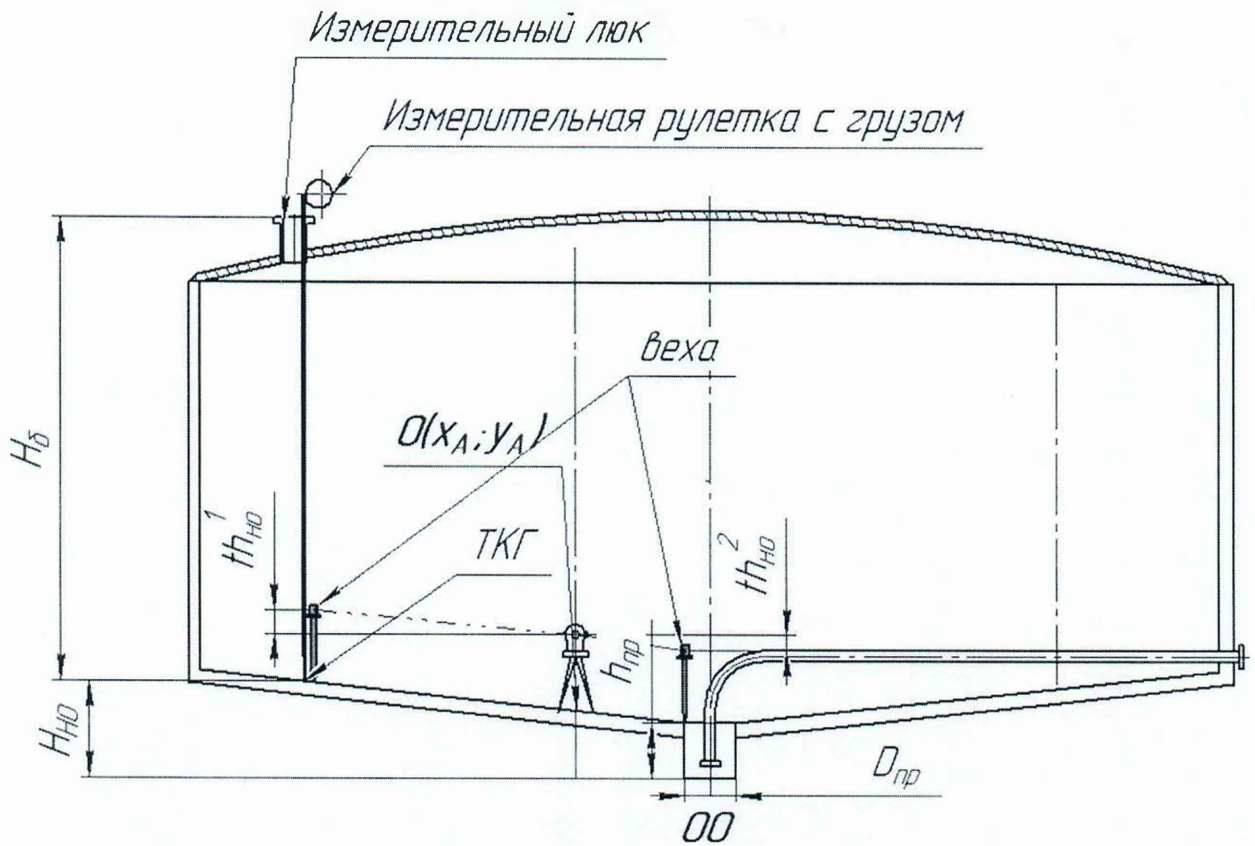


Рисунок А.11 – Схема измерений высоты неизмеряемого объема и параметров приямка

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, °С		Загазованность, мг/м ³
снаружи резервуара	внутри резервуара	

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 l_N^i 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
φ_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
φ_N , угл. сек.	н						
V_N , угл. сек	в						

Т а б л и ц а Б.5 – Высота превышения поясов (РВС-2000, РВС-5000)

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

продолжение таблицы Б.5 (для РВС-5000)

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 ³
1	2	3
1		
2		

Т а б л и ц а Б.7.1 – Параметры неизмеряемого объема

№ измерения	Высота (превышения), мм	
	$th_{но}^1$	$th_{но}^1$
1		
2		

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

Параметр	Номер измерения	
	1	2
Угол φ_0 (градус, минута, секунда)		
Высота превышения h_0 , мм		

Т а б л и ц а Б.9 – Параметры центральной трубы В миллиметрах

№ измерения	Длина окружности L_T	Диаметр центральной трубы D_T
		В миллиметрах
1		
2		

Т а б л и ц а Б.10 – Параметры приямка для РВС-5000 В миллиметрах

№ измерения	Диаметр $D_{пр}$	Высота $h_{пр}$
		В миллиметрах
1		
2		

Должности

Подписи и оттиски

Инициалы, фамилии

знак поверки

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(рекомендуемое)

Форма акта измерений базовой высоты резервуара

УТВЕРЖДАЮ

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

АКТ

измерений базовой высоты резервуара
от «___» _____ 201_ г.

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

_____ в составе председателя _____
предприятия - владельца резервуара

_____ и членов: _____
инициалы, фамилия инициалы, фамилия

провела контрольные измерения базовой высоты резервуара стального вертикального цилиндрического РВС-_____ № _____
при температуре окружающего воздуха _____ °С.

Измерения проведены рулеткой типа _____ № _____ со сроком
действия поверки до «___» _____ 20__ г.

Результаты измерений представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

В миллиметрах

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

Относительное изменение базовой высоты резервуара δ_6 , %, вычисляют по формуле

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

Вывод – требуется (не требуется) внеочередная поверки резервуара.

Председатель комиссии

_____ инициалы, фамилия
подпись

Члены комиссии:

_____ инициалы, фамилия
подпись

_____ инициалы, фамилия
подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

Г.1 Форма титульного листа градуировочной таблицы¹

УТВЕРЖДАЮ

«__» _____ 201_ г.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА

на резервуар стальной вертикальный цилиндрический теплоизолированный

РВС _____ № _____

Организация _____

Погрешность определения вместимости: $\pm 0,1 (0,2) \%$

Срок очередной поверки _____

Поверитель

_____ подпись

_____ должность, инициалы, фамилия

¹ 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 ³	Коэффициент вместимости, м ³ /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 ³	Уровень наполнения, мм	Вместимость, м ³	Уровень наполнения, мм	Вместимость, м ³
1		4		7	
2		5		8	
3		6		9	

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

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 вычисляются 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 $l_{Н(В)}^i$ (параметр SD);
- вертикального угла $V_{Н(В)}^i$ (параметр Vz);
- горизонтального угла φ_N (параметр H_z).

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 [5] 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

$$x'_{Nн(в)} = l'_{Nн(в)} \cdot \cos \varphi_N \cdot \cos(90 - V'_{Nн(в)}); \quad (Д.3)$$

$$y'_{Nн(в)} = l'_{Nн(в)} \cdot \sin \varphi_N \cdot \cos(90 - V'_{Nн(в)}), \quad (Д.4)$$

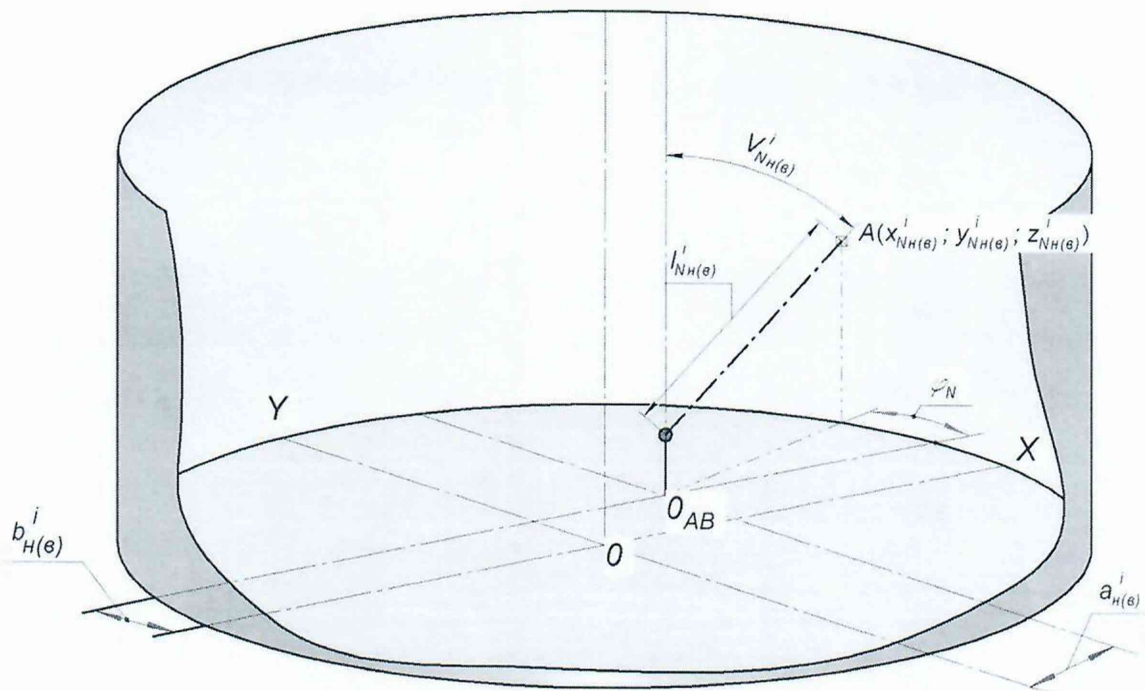
где $l'_{Nн(в)}$ – наклонное расстояние, мм;

$V'_{Nн(в)}$ – вертикальный угол (зенитный), измеренный в i -ом поясе в нижнем (верхнем) сечении, угл. сек;

φ_N – горизонтальный угол N -образующей, угл. сек.

Расстояние $r'_{N.н(в)}$ от точки $(x'_{Nн(в)}; y'_{Nн(в)})$ до геометрического центра резервуара в нижнем (верхнем) сечении на N -ой образующей i -го пояса вычисляют по формуле

$$r'_{N.н(в)} = \sqrt{(x'_{N.н(в)} - a'_{н(в)})^2 + (y'_{N.н(в)} - b'_{н(в)})^2}. \quad (Д.5)$$



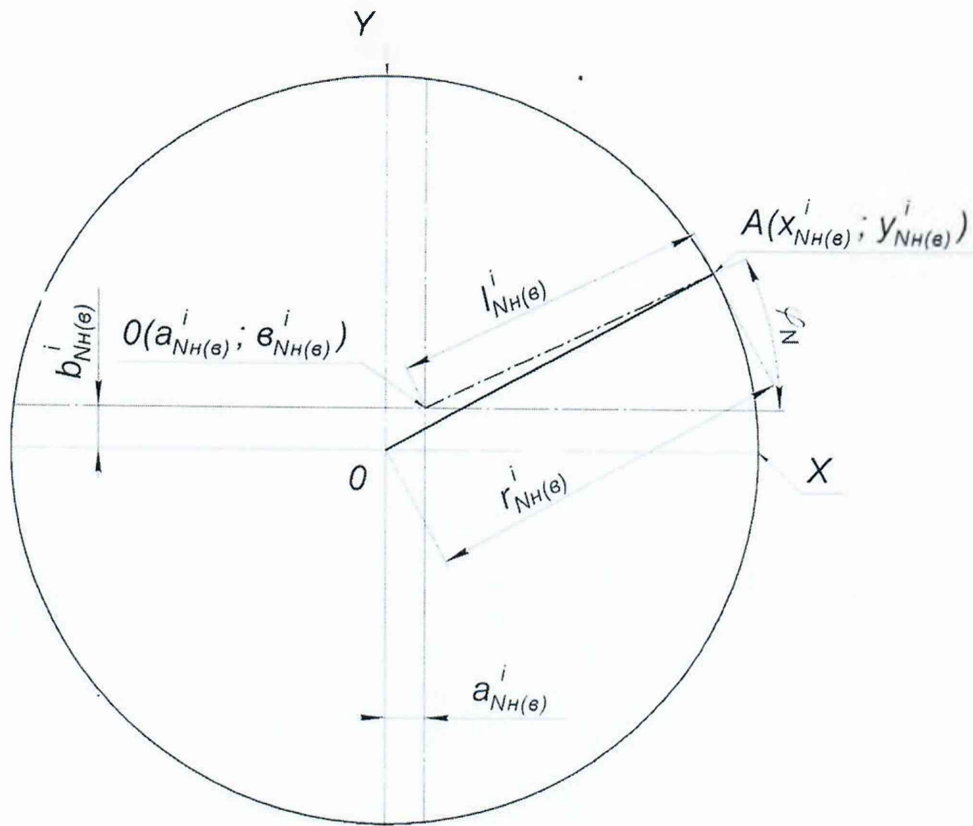


Рисунок Д.1 – Параметры измерений радиуса $r_{NH(\epsilon)}^i$ i -го пояса при j -ом измерении в нижнем (верхнем) сечении

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

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

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

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

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

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)

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

$$r_{0,3,н(в)}^i = \sqrt{(x_{3,н(в)}^i)^2 + (y_{3,н(в)}^i)^2}; \quad \dots \quad r_{0,12,н(в)}^i = \sqrt{(x_{12,н(в)}^i)^2 + (y_{12,н(в)}^i)^2};$$

П р и м е ч а н и е – 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):

$$R_{0,н(в)}^i = \frac{1}{12} (r_{0,0,н(в)}^i + r_{0,1,н(в)}^i + r_{0,2,н(в)}^i + \dots + r_{0,12,н(в)}^i);$$

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

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

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

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

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

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

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

...

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

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

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

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

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

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

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

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

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

...

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

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

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

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

Д.1.6.4 Операции вычисления прекращают в случае выполнения условия

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

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

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

$$D^j = R_{н}^j + R_{в}^j, \tag{Д.10}$$

где R_H^i, R_B^i – внутренние радиусы в нижнем и верхнем сечении i -го пояса, мм.

Д.2 Вычисления 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;

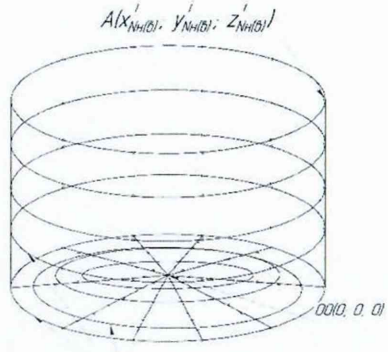
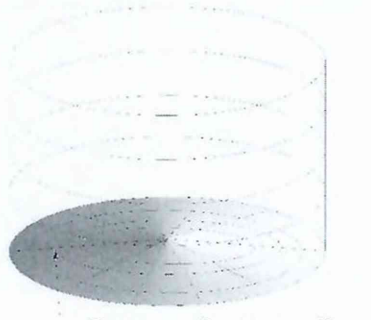
th'_{i+1} – высота превышения вышестоящего $i+1$ -го пояса (рисунок А.7), значение которого принимают из таблицы Б.5, мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

Обработка результатов в САПР (AutoCAD)

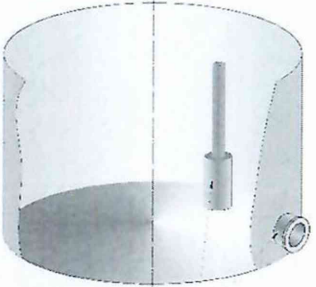
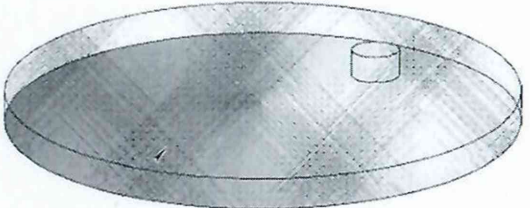
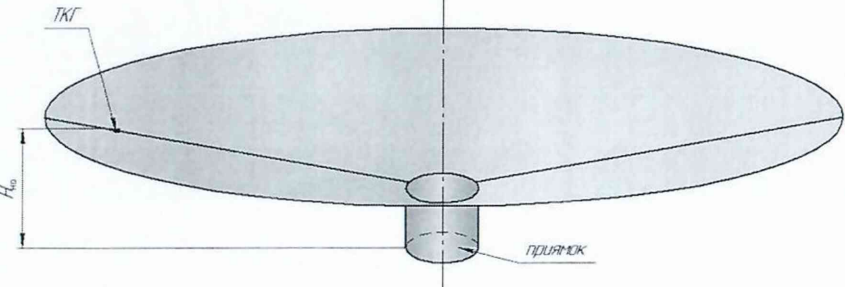
Т а б л и ц а Е.1

Наименование этапа	Объект реализации/режим/параметры	Результат
<p>Этап 1 Построение сплайнов по узловым точкам (диаметрам)</p>	<p>САПР/3D эскиз/узловые точки, диаметры поясов, высоты поясов/таблица Ж.1</p>	 <p><i>сплайны по узловым точкам</i></p>
<p>Этап 2 Формирование поверхности днища</p>	<p>САПР/3D эскиз/сплайны на днище/таблица 3, таблица Б.6</p>	 <p><i>поверхность днища резервуара</i></p>

продолжение таблицы Е.1

<p>Этап 3 Формирование поверхности стенки резервуара по поясам</p>	<p>САПР/3D эскиз/сплайны на поясах</p>	 <p><i>поверхность стенки резервуара</i></p>
<p>Этап 4 Формирование плоскости А и плоскости начала отсчета</p>	<p>САПР/3D модель/таблица Б.8</p>	 <p><i>плоскость начала отсчета</i> <i>точка касания днища грузом рулетки</i> <u><i>плоскость А</i></u></p>

продолжение таблицы Е.1

<p>Этап 8 Моделирование внутренних деталей</p>	<p>САПР/3D модель/параметры внутренних деталей: – для РВС-2000 – таблица Б.9; – для РВС-5000 – таблица Б.10</p>	 <p>внутренняя деталь</p>
<p>Этап 9 Измерение объема «мертвой» полости (РВС – 2000)</p>	<p>САПР/3D модель/сечение плоскостью на уровне высоты «мертвой» полости параллельной плоскости начала отсчета</p>	 <p>$V_{МП}$</p>
<p>Этап 10 Определение неизмеряемого объема (РВС – 5000)</p>	<p>САПР/3D модель/сечение плоскостью на уровне точки касания дна грузом рулетки (ТКГ)</p>	 <p>ТКГ H_0 рулетка</p>

<p>Этап 11 Измерения посантиметровой вместимости резервуара</p>	<p>ПО формирования градуировочной таблицы</p>	
<p>Этап 12 Внесение поправки от деформации стенок к вместимости при стандартной температуре</p>	<p>Формула (Е.1)</p>	<p>Значение поправки от деформации стенок к вместимости при стандартной температуре</p>
<p>Этап 13 Приведение посантиметровой вместимости к стандартной температуре 15 °С или 20 °С</p>	<p>Формула (Е.3)</p>	<p>Приведенное значение посантиметровой вместимости к стандартной температуре 20 °С</p>
<p>Этап 14 Формирование градуировочной таблицы и протокола измерений</p>	<p>ПО формирования градуировочной таблицы</p>	<p>Оформленная градуировочная таблица с протоколом измерений</p>

Е.2 Вычисление поправки к вместимости за счет гидростатического давления

Е.2.1 Поправку к вместимости резервуара за счет гидростатического давления столба налитой жидкости $\Delta V_{г.к}$ при наполнении k -го пояса вычисляют по формуле

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

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

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

k – номер наполненного пояса;

A_2 – постоянный коэффициент для калибруемого резервуара, вычисляемый по формуле

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

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

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

D_1 – внутренний диаметр 1-го пояса, мм;

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

Е.3 Вычисление вместимости резервуара

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

- к стандартной температуре 20 °С вычисляют по формуле

$$V(H)'' = V_t [1 + 2\alpha_{ст} (20 - t_{ст})], \quad (E.3)$$

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(обязательное)

Форма журнала обработки результатов измерений

ЖУРНАЛ

обработки результатов измерений

Ж.1 Вычисление внутренних диаметров и высот поясов

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

В миллиметрах

№ пояса	Диаметры поясов D_i^k		Высота пояса H_i
1			
2			
...			
k			

Ж.2 Вычисление параметров резервуара

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

Наименование параметра	Вычисление (значение) параметра
Базовая высота $H_б$, мм	
Высота исходного уровня $H_и$, мм	
Исходный уровень $H_и$, мм	
Высота «мертвой» полости $H_{мп}$, мм	
Вместимость «мертвой» полости $V_{мп}$, м ³ (РВС-2000)	
Вместимость неизмеряемого остатка $V_{но}$, м ³ (РВС-5000)	

Вычисление провел

_____ (должность)

_____ (подпись)

_____ (расшифровка)

«___» _____ 201_ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ И (обязательное)

Требования к погрешности измерений параметров резервуара

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

Т а б л и ц а И.1

Наименование измеряемого параметра	Пределы допустимой погрешности измерений параметров резервуара
Диаметр резервуара, мм	$\pm 6,0$
Объем внутренних деталей, м ³	$\pm 0,050$

И.2 При соблюдении указанных в таблице И.1 пределов допускаемой погрешности измерений, относительная погрешность определения вместимости резервуаров не превышает:

$\pm 0,20$ % – для РВС-2000;

$\pm 0,10$ % – для РВС-5000.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Тахеометр электронный Leica FlexLine TS02, Реестр ФИФОЕИ № 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.