

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РАСХОДОМЕТРИИ - ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



А. С. Тайбинский

«24» июля 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

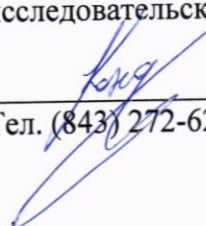
РЕЗЕРВУАРЫ СТАЛЬНЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ

РВСПК-20000

Методика поверки

МП 1588-7-2023

Начальник научно-
исследовательского отдела

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

г. Казань
2023 г.

Содержание

	Стр.
1 Общие положения	3
2 Нормативные ссылки	3
3 Термины и определения	4
4 Перечень операций поверки	6
5 Требования к условиям проведения поверки	6
6 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	7
7 Метрологические и технические требования к средствам поверки	8
8 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки	9
9 Внешний осмотр	9
10 Подготовка к проведению поверки	10
11 Определение метрологических характеристик резервуара	10
11.1 Измерения базовой высоты резервуара	10
11.2 Измерение длины окружности первого пояса	11
11.3 Определение внутренних диаметров поясов резервуара	12
11.4 Измерения высот поясов резервуара	13
11.5 Определение параметров «мертвой» полости резервуара	14
11.5.1 Измерение объема неровностей днища	14
11.5.2 Измерение высоты «мертвой» полости	15
11.5.3 Измерение координаты точки касания днища грузом рулетки	15
11.6 Определение объемов внутренних деталей	16
11.7 Измерения прочих параметров резервуара	16
11.7.1 Измерение плотности жидкости	16
11.7.2 Измерения уровня жидкости	17
11.8 Определение параметров плавающего покрытия	17
11.9 Измерение высоты газового пространства в измерительном люке плавающей крыши	17
12 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы	18
12.1 Обработка результатов измерений	18
12.2 Составление градуировочной таблицы резервуара	18
13 Подтверждение соответствия резервуара метрологическим требованиям	19
14 Оформление результатов поверки	19
Приложение А (справочное)	20
Приложение Б (рекомендуемое)	26
Приложение В (рекомендуемое)	31
Приложение Г (рекомендуемое)	32
Приложение Д (обязательное)	34
Библиография	46

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки резервуаров стальных вертикальных цилиндрических РВСПК-20000 с заводскими номерами № 25-ТК-В001А, № 25-ТК-В001В (далее – резервуары), номинальной вместимостью 20000 м³, расположенных по адресу: Краснодарский край, Кавказский район, НПС «Кропоткинская» АО «КТК-Р», предназначенных для измерения объема нефти и нефтепродуктов (далее – продукт), а также для их приема, хранения и отпуска.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики:

- номинальная вместимость 20000 м³;
- погрешность определения вместимости резервуара должна находиться в пределах: $\pm 0,10\%$.

Настоящий документ устанавливает методику первичной и периодической поверки.

Прослеживаемость резервуаров 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 электронно-оптический метод.

2 Нормативные ссылки

В настоящей методике использованы ссылки на следующие стандарты:

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 12.4.310-2020	Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты работающих от воздействия нефти, нефтепродуктов. Общие технические условия
ГОСТ 427-75	Линейки измерительные металлические. Технические условия
ГОСТ 7502-98	Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 13837-79	Динамометры общего назначения. Технические условия
ГОСТ 21830-76	Приборы геодезические. Термины и определения
ГОСТ 22268-76	Геодезия. Термины и определения
ГОСТ Р 51774-2001	Тахеометры электронные. Общие технические условия
ГОСТ 3900-2022	Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности
ГОСТ 2517-2012	Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб

3 Термины и определения

В настоящей методике применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 плавающая крыша: Конструкция, плавающая на поверхности хранимого продукта и закрывающая поверхность продукта по всей площади поперечного сечения резервуара с целью предотвращения его испарения.

3.2 резервуар стальной вертикальный цилиндрический с плавающей крышей: Стальной сосуд в виде стоящего цилиндра с днищем и плавающей крышей, применяемый для хранения и измерения количества продукта совместно со средствами измерений уровня, плотности и температуры.

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

П р и м е ч а н и е – Таблицу прилагают к свидетельству о поверке резервуара и применяют для определения в нем объема жидкости;

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

3.5 вместимость резервуара: Внутренний объем резервуара с учетом объема внутренних деталей (незаполненных), который может быть наполнен жидкостью до определенного уровня.

3.6 номинальная вместимость резервуара: Вместимость резервуара, соответствующая предельному уровню наполнения его, установленная нормативным документом для конкретного типа резервуара.

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

3.8 посантиметровая вместимость резервуара: Вместимость резервуара, соответствующая высоте уровня (далее – уровень) налитых в него доз жидкости, приходящихся на 1 см высоты наполнения.

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

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

3.11 базовая высота резервуара H_B : расстояние по вертикали от точки касания днища грузом рулетки до верхнего фланца установки радарного уровнемера

3.12 эталонная точка уровнемера: Верхний край фланца горловины резервуара, на котором смонтирован уровнемер.

3.13 предельный уровень: Максимальный уровень определения посантиметровой вместимости резервуара при его поверке.

3.14 максимальный уровень: Максимально допустимый уровень наполнения резервуара жидкостью при его эксплуатации, установленный технической документацией на резервуар.

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

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

3.17 высота незаполненного пространства: Расстояние по вертикали между свободной поверхностью жидкости, находящейся в резервуаре, и эталонной точки уровнемера.

3.18 высота неровностей днища: Расстояние по вертикали от точки касания днища грузом рулетки до верхней границы (максимальной высоты) неровности днища.

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

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

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

3.22 «мертвый» остаток: Объем жидкости, находящейся в «мертвой» полости резервуара.

3.23 жидкость при хранении: Жидкость для хранения которой предназначен резервуар.

3.24 объем неровностей днища: Объем днища резервуара в пределах высоты неровностей днища.

3.25 превышение: Разность высот точек (по ГОСТ 22268).

3.26 нивелирование: Определение превышений (по ГОСТ 22268).

3.27 тригонометрическое нивелирование: Нивелирование при помощи геодезического прибора с наклонной визирной осью (по ГОСТ 22268).

3.28 горизонтальное проложение: Проекция измеренного наклонного расстояния на горизонтальную плоскость.

3.29 тахеометр: Геодезический прибор, предназначенный для измерения горизонтальных и вертикальных углов, длин линий и превышений (по ГОСТ 21830).

3.30 станция: Точка стояния тахеометра во время проведения измерений.

4 Перечень операций поверки

При выполнении измерений геометрических параметров 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	9
Подготовка к проведению поверки	Да	Да	10
Измерение базовой высоты	Да	Да	11.1
Измерение длины окружности первого пояса	Да	Да	11.2
Определение внутренних диаметров вышестоящих поясов резервуара	Да	Да	11.3
Измерения высоты поясов резервуара и толщины стенок	Да	Да	11.4
Определение параметров «мертвой» полости резервуара	Да	Да	11.5
Определение объемов внутренних деталей	Да	Да	11.6
Измерение прочих параметров резервуара	Да	Да	11.7
Определение параметров плавающего покрытия	Да	Да	11.8
Измерение высоты газового пространства в измерительном люке плавающей крыши	Да	Да	11.9
Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы	Да	Да	12
Подтверждение соответствия резервуара метрологическим требованиям	Да	Да	13

5 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

5.1 Температура окружающего воздуха:.....от плюс 5 °С до плюс 35 °С .

5.2 Состояние погоды:.....без осадков¹⁾.

¹⁾ При проведении наружных измерений

- 5.3 Скорость ветра:.....не более 10 м/с¹⁾.
5.4 Относительная влажность воздуха:.....не более 95 %.
5.5 Атмосферное давление.....от 84,0 до 106,7 кПа.
5.6 Наличие продукта в резервуаре:
а) при первичной поверке.....отсутствие;
б) при периодической.....не более 4000 мм.

Примечание – Условия окружающей среды, указанные в 5.1; 5.5 должны соответствовать значениям, приведенным в описании типа, применяемого эталона (далее – средство измерений).

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

5.8 Резервуар при первичной поверке должен быть порожним. Опоры плавающей крыши должны находиться в ремонтном положении, обеспечивающее доступ и проведение работ на днище резервуара.

5.9 При периодической поверке в резервуаре может находиться жидкость до минимально допустимого уровня, установленного в технологической карте резервуара.

5.10 При наличии жидкости в резервуаре допускается использовать результаты измерений вместимости «мертвой» полости, полученные при предыдущей поверке, и вносить их в таблицу Б.8 приложения Б, если изменение базовой высоты резервуара по сравнению с результатами ее измерений в предыдущей поверке составляет не более 0,1 %.

В этом случае вместимость резервуара должна быть определена, начиная с уровня, соответствующего всплытию плавающей крыши, до уровня, соответствующего полной вместимости резервуара.

Примечание – Вместимость «мертвой» полости резервуара для нефти, образующую парафинистые отложения, допускается принимать равной ее вместимости, полученной при первичной поверке резервуара или полученной при периодической поверке резервуара после его зачистки.

5.11 Загазованность в воздухе вблизи или внутри резервуара не более ПДК вредных веществ, установленных по ГОСТ 12.1.005 и соответствующей гигиеническим нормативам СанПиН 1.2.3685 [2].

6 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

6.1 Измерения параметров при поверке резервуара проводит группа лиц (не менее двух человек), включая не менее одного специалиста, прошедшего курсы повышения квалификации по виду измерений.

6.2 К проведению работ допускаются лица, изучившие настоящую методику, техническую документацию на резервуар и его конструкцию и прошедших инструктаж по безопасности труда.

¹⁾ При проведении наружных измерений и измерениях значения базовой высоты

7 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки резервуаров должны применяться следующие основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 10 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 5 °С до плюс 35 °С с пределами допускаемой погрешности измерения температуры $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, с пределами допускаемой погрешности измерения абсолютного давления ± 5 гПа; Средства измерений температуры стенки резервуара в диапазоне измерений от минус 5 °С до плюс 35 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности по инфракрасному каналу $\pm 2^{\circ}\text{C}$. <i>скор. поверки влажность наличие продувки</i>	Канал измерений температуры, прибора комбинированного Testo 622, рег. № 53505-13; Канал измерений абсолютного давления, прибора комбинированного Testo 622, рег. № 53505-13; Термометр инфракрасный Testo 830-T2, рег. № 48507-11.
Раздел 11 Определение метрологических характеристик резервуара	Тахеометры в диапазоне измерений расстояний от 1,5 до 100 м с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний ± 5 мм; Средство измерения длины (рулетки измерительные) в диапазоне измерений от 0 до 30 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. Средство измерения длины (рулетки измерительные) в диапазоне измерений от 0 до 20 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.	Тахеометр электронный Leica FlexLine TS02 plus, рег. № 48547-11; Рулетка измерительная металлическая 2 класса точности P30H2Г, рег. № 55464-13. Рулетка измерительная металлическая типа P20Y2K, рег. № 51171-12

	Средство измерения толщины стенок в диапазоне измерений от 0,7 до 30 мм, основная погрешность измерений толщины $\pm(0,01 \cdot X + 0,05)$ мм. Средство измерения силы в диапазоне измерений до 100 Н, пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 2\%$.	Толщиномер ультразвуковой А1210, рег. № 49605-12 Динамометр пружинный ДПУ-0,01-2, рег. № 1808-63
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

8 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

8.1 К работе по проведению поверки резервуаров стальных вертикальных цилиндрических допускаются лица, прошедшие обучение и аттестованные по безопасности труда.

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

8.3 При проведении поверки с целью сохранения жизни и здоровья поверителей, предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе вблизи или внутри резервуара на высоте 2000 мм, не должна превышать ПДК 300 мг/м³ – по ГОСТ 12.1.005-88 и соответствовать санитарным правилам СанПиН 1.2.3685-21 [2].

8.4 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.

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

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

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

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

9 Внешний осмотр

9.1 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.

9.2 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.

10 Подготовка к проведению поверки

При подготовке к поверке проводят следующие работы:

10.1 Подготавливают средства измерений согласно технической документации на них, утвержденной в установленном порядке.

10.2 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.

10.3 В программном обеспечении тахеометра формируют файл записи данных измерений. Допускается формирование записей данных измерений в других форматах.

10.4 Проводят измерение температуры стенки резервуара с применением пирометра в 4-х противоположных вертикальных плоскостях. Среднее арифметическое значение вносят в протокол Б (графа 2 таблица Б.2).

10.5 Проверяют соблюдение условий раздела 5.

10.6 Оформляют наряд-допуск на проведение работ.

11 Определение метрологических характеристик резервуара

11.1 Измерения базовой высоты резервуара

11.1.1 Измерения базовой высоты проводят в следующей последовательности (рисунок А.2).

11.1.1.1 Снимают радарный уровнемер с шахты измерительной трубы радарного уровнемера.

11.1.1.2 Опускают рулетку измерительную грузом до точки касания днища грузом рулетки, не допуская наклона груза или ослабления натяжения измерительной ленты.

Фиксируют значение шкалы измерительной ленты, проходящей параллельно оси фланца трубы радарного уровнемера.

Проводят не менее двух измерений. Расхождение между результатами двух измерений не должно превышать двух миллиметров.

11.1.1.3 За результат измерений принимают среднее арифметическое значение, округленного до целого миллиметра по правилам округления.

11.1.2 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.

11.1.3 При первичной поверке измерение базовой высоты допустимо только при отсутствии продукта в резервуаре.

11.1.4 При ежегодных измерениях базовой высоты резервуар должен быть наполнен до минимально допустимого 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 поверку резервуара.

11.2 Измерение длины окружности первого пояса

11.2.1 Длину окружности первого пояса L_H , мм, измеряют на высоте 1800 мм.

11.2.2 Проводят разметку горизонтальной плоскости, для чего, на высоте 1800 мм через каждые 5 м наносят горизонтальные отметки на стенке резервуара (рисунок А.9).

Примечание – До начала измерений проводят обход по периметру резервуара с целью определения наличия деталей на заданной высоте, препятствующих проведению измерений (накладки, кронштейны и т.д.), при их наличии высоту плоскости измерений изменяют в пределах ± 300 мм.

11.2.3 Укладывают рулетку по нанесенной разметке.

11.2.4 Начало отсчета длины окружности выбирают в месте установки фланца приемо-раздаточного патрубка осуществляющий отпуск продукта и отмечают двумя взаимно перпендикулярными штрихами.

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

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

11.2.7 Натяжение рулетки контролируют при помощи динамометра усилием (100 ± 10) Н.

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

11.2.9 Последующие укладки рулетки проводят в том же порядке.

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

11.2.11 Длину окружности L_H , мм, измеряют не менее двух раз.

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

11.2.13 Относительное расхождение между результатами двух измерений длины окружности δL_H , %, рассчитываемое по формуле

$$\delta L_H = 2 \cdot \frac{L_{H1} - L_{H2}}{L_{H1} + L_{H2}} \cdot 100 \quad (1)$$

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

11.2.14 При расхождении, превышающем указанным в 11.2.13 измерения следует повторять до получения двух последовательных измерений, удовлетворяющих условию.

11.2.15 Результаты двух измерений величины L_n , удовлетворяющих условию 11.2.13, в миллиметрах вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (графа 3 таблица Б.4).

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

11.2.17 Поправку на длину окружности $\Delta l_{обх,j}$ первого пояса резервуара при наложении рулетки на вертикальные сварные соединения, накладки и другие выступающие детали (далее - поправку на обход) определяют при помощи металлических скоб длиной 600 - 1000 мм (рисунок А.10).

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

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

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

11.2.18 Толщину стенок пояса резервуара δ_1 измеряют с помощью ультразвукового толщиномера с погрешностью в пределах $\pm 0,1$ мм. Проводят не менее двух измерений, расхождение между результатами измерений должно находиться в пределах $\pm 0,2$ мм, или его принимают равным указанному в технической документации.

11.2.19 Результаты измерений величин L_n , $\sum \Delta l_{обх}$, δ_1 вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.4).

11.3 Определение внутренних диаметров поясов резервуара

11.3.1 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 начиная с 2 пояса.

11.3.1.1 Тахеометр устанавливают на плавающей крыше резервуара в районе геометрического центра резервуара (рисунок А.4), переводят его в режим измерений «SD-Hz-Vz».

11.3.1.2 Измерение резервуара проводят – в нижнем и верхнем сечениях.

Нижнее и верхнее сечения находятся в плоскости отходящих от сварного шва на величину равную 1/5 (600 мм) высоты пояса (рисунок А.3).

11.3.2 Измерение внутренних радиусов поясов резервуара проводят в следующей последовательности (рисунок А.3).

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

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

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

11.3.2.4 Проводят аналогичные операции по 11.3.2.2, 11.3.2.3 и измеряют: наклонные расстояния $l_{0в}^i$, мм; вертикальные углы $V_{0в}^i$, угл. сек.

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

11.3.2.5 Поворачивают алидаду тахеометра в горизонтальной плоскости против часовой стрелки на угол 30° (рисунок А.4). Фиксируют значение горизонтального угла $\varphi_{1н}^1$, угл. сек. первой образующей.

11.3.2.6 Проведя аналогичные операции по 11.3.2.1 – 11.3.2.4 измеряют $l_{1н(в)}^i$, мм; вертикальные углы $V_{1н(в)}^i$.

11.3.2.7 Поворачивают алидаду тахеометра на угол 60° . Фиксируют значение горизонтального угла $\varphi_{2н}^1$, угл. сек. второй образующей и проводят операции по 11.3.2.1 – 11.3.2.6.

11.3.2.8 Проводят аналогичные операции на остальных образующих.

11.3.3 Результаты измерений вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблицы Б.5, Б.5.1).

11.4 Измерения высот поясов резервуара

Высоту i-го пояса резервуара h_i измеряют на нулевой и противоположной N/2 образующей резервуара (рисунок А.5), при помощи тахеометра, в следующей последовательности.

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

11.4.2 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_2 , мм.

11.4.3 Проводя аналогичные процедуры по 11.4.2, измеряют расстояния $th_2...th_k$, мм, вышестоящих поясов.

11.4.4 Результаты измерений вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.6).

11.5 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.

11.5.1 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.6).

Измерения проводят в следующей последовательности.

11.5.1.1 Проводят высотную привязку тахеометра к точке касания дна грузом рулетки.

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

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

Наводят сетку нитей визира в центр призмного отражателя и измеряют высоту превышения h_0 , мм, 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: $H_z = 0^0 00' 00''$; $h = 0$.

11.5.1.2 Формируют координаты отсчета (места установки вехи) на первом радиусе, для чего укладывают рулетку на дно резервуара, при этом начало отсчета совмещают с точкой установки станции, а второй конец совмещают с отметкой 1-ой образующей на стенке резервуара (рисунок А.7).

11.5.1.3 Устанавливают веху в точку $b_{1.1}$ (пересечение 1-й окружности на 1-й образующей), координаты отсчета приведены в таблице 3, контролируя вертикальное положение по круговому уровню вехи. Наводят сетку нитей визира в центр призмного

отражателя и измеряют высоту превышения $b_{1,1}$, мм. Последовательно устанавливая в остальных точках отсчета измеряют высоты превышения $b_{2,1}, \dots, b_{8,1}$, мм.

Т а б л и ц а 3

Отсчет по шкале ленты рулетки, мм, на радиусе							
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
7000	10000	12200	14200	15800	17200	18600	стенка

11.5.1.4 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.7). Проводят измерения высот превышения $b_{2,2}, \dots, b_{8,2}$ на втором радиусе аналогично.

11.5.1.5 Проводя аналогичные процедуры по 11.5.1.3-11.5.1.4 измеряют высоты превышений точек отсчета на остальных образующих.

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

11.5.2 Измерение высоты «мертвой» полости

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

Устанавливают вежу с призмным отражателем на плоскость среза приемно-раздаточного устройства. Направляют сетку нитей визира на центр призмы и измеряют расстояние $th_{мп}$, мм, как высоту превышения (рисунок А.8). 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.8).

11.5.3 Измерение координаты точки касания днища грузом рулетки

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

Устанавливают вежу в точку касания днища грузом рулетки, контролируя вертикальное положение по круговому уровню вежи. Наводят сетку нитей визира в центр призмного отражателя и измеряют горизонтальный угол $\varphi_0, ^\circ$, (рисунок А.6) и расстояние l_n (рисунок А.8) контролируя высоту h_0 , мм. В соответствии с пунктом 11.5.1.1 её значение должно быть равно нулю.

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

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)

11.6 Определение объемов внутренних деталей

Объемы внутренних деталей, находящихся в резервуаре, определяют по данным проекта СВИ/КХМ 06876000-25-58N-001 ЗАО «Саратовский завод резервуарных конструкций».

Внутренние детали, которые влияют на вместимость резервуара являются люк-лаз стойки плавающей крыши, плавающая крыша.

Данные объемов и расположения внутренних деталей вносят в протокол поверки форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.10).

11.7 Измерения прочих параметров резервуара

При наполнении резервуара продуктом, его вместимость изменяется не только от уровня его наполнения, но и в результате деформации стенок от гидростатического давления столба налитой жидкости, а для резервуаров с плавающим покрытием дополнительно – за счет погружения части плавающего покрытия в жидкость.

С целью учета поправок к вместимости резервуара определяют следующие параметры:

а) плотность $\rho_{жг}$ и уровень H_r жидкости находящейся в резервуаре во время поверки;

б) плотность хранимой жидкости для учета объема погруженной части (понтон, плавающей крыши);

в) для наполненного резервуара с плавающей крышей (РВСПК-20000) измеряют высоту газового пространства h_n^r в измерительном люке плавающей крыши с целью вычисления объема её погруженной части в жидкости с учетом конструкции по данным технической документации на резервуар.

11.7.1 Измерение плотности жидкости

11.7.1.1 Плотность жидкости $\rho_{жг}$, кг/м³, находящейся в резервуаре во время поверки измеряют по ГОСТ 3900 в объединенной пробе жидкости, составленной из точечных проб, отобранных из резервуара в соответствии с ГОСТ 2517.

Плотность жидкости $\rho_{жг}$ измеряют в испытательной лаборатории АО «КТК-Р».

11.7.1.2 При отсутствии жидкости в резервуаре на момент поверки, вносят значение плотности $\rho_{жх}$, кг/м³, жидкости, для хранения которой предназначен резервуар (графа 3 таблица Б.12).

П р и м е ч а н и я

1) Значение плотности жидкости $\rho_{жг}$, находящейся в резервуаре, используется для внесения поправки к вместимости пояса, за счет деформации стенок от гидростатического давления в момент проведения поверки;

2) Значение плотности хранимой жидкости $\rho_{жх}$ используется в формуле (Д.27) для внесения поправки к вместимости пояса, за счет деформации стенок от гидростатического давления в зависимости от уровня его наполнения при эксплуатации резервуара и в формуле (Д.19) для учета объема погруженной части плавающей крыши.

11.7.1.3 Результат измерения величины $\rho_{жг}$ или $\rho_{жх}$ вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.12).

11.7.2 Измерения уровня жидкости

11.7.2.1 Уровень жидкости H_r , мм, находящейся в резервуаре во время поверки измеряют при помощи измерительной рулетки с грузом от точки измерения базовой высоты.

11.7.2.2 Результат измерения величины H_r вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (графа 1 таблица Б.12).

11.8 Определение параметров плавающего покрытия

11.8.1 Массу m_n , диаметр плавающего покрытия D_n , диаметры отверстий в плавающем покрытии D_1, D_2, \dots, D_n , нижнее и верхнее положение плавающего покрытия h_n^H, h_n^B , параметры опор плавающего покрытия принимают по исполнительной документации.

П р и м е ч а н и е – Параметры нижнего и верхнего положения плавающего покрытия и параметры опор принимают в рабочем положении плавающего покрытия.

11.8.2 При наполненном резервуаре РВСПК-20000 определяют высоту нижней границы плавающей крыши H_n рулеткой с грузом (рисунок А.11).

Высоту нижней границы H_n вычисляют по формуле (Д.21) по результатам измерения высоты h_0 , как расстояния по вертикали от верхнего фланца измерительного люка плавающей крыши до точки касания днища грузом рулетки.

11.8.3 Значения величин плавающего покрытия $m_n, D_n, D_1, D_2, \dots, D_n, H_n, h_n^B$ вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.11).

11.9 Измерение высоты газового пространства в измерительном люке плавающей крыши

11.9.1 При наполненном резервуаре высоту незаполненного пространства h_n^r измеряют при помощи измерительной рулетки с грузом или линейкой от фланца измерительного люка плавающей крыши до поверхности продукта (рисунок А.2).

Измерения проводят не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно превышать 1 мм.

11.9.2 В случае, если на момент проведения поверки резервуара отсутствует жидкость в резервуаре высоту незаполненного пространства h_n^r измеряют по 11.9.1 после заполнения резервуара при отсутствии осадков и других внешних факторов, оказывающих дополнительную нагрузку на плавающую крышу.

Измеренное значение величины оформляется актом произвольной формы владельцем резервуара.

Измерение проводится специалистом, прошедшим курсы повышения квалификации по поверке и калибровке резервуаров.

11.9.3 Результаты измерений h_n^r вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (таблица Б.13).

12 Обработка результатов измерений и составление градуировочной таблицы

12.1 Обработка результатов измерений

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

12.2 Составление градуировочной таблицы резервуара

12.2.1 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 $V(H)_i$, м³, по формуле

$$V(H)_i = V_{ц.1}''' + \sum_{j=2}^6 \left[\frac{\pi D_j^2}{4 \cdot 10^9} (H - H_{i-1}) \right], \quad (2)$$

где $V_{ц.1}'''$ – вместимость 1-го пояса, вычисляемая по формуле (Д.24), м³;

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

H_{i-1} – уровень жидкости, соответствующий суммарной высоте поясов, отсчитываемый с начала высоты 2-го пояса, мм;

D_i – внутренний диаметр i -го пояса, вычисляемый по формуле (Д.1), выбирают из ряда: 2, 3, ..., 6, мм.

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

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

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

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

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

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

13 Подтверждение соответствия резервуара метрологическим требованиям

Обработку результатов измерений проводят с помощью программного обеспечения или ручным способом в соответствии с приложением Д настоящей методики поверки.

Резервуар соответствует метрологическим требованиям, если значения относительной погрешности вместимости резервуара, определенные по п. 11 настоящей Методики, не превышают значения предела допускаемой относительной погрешности вместимости резервуара, указанного в разделе 1 данной методики.

14 Оформление результатов поверки

14.1 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 [3].

При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности

14.2 К свидетельству о поверке прикладывают:

- а) градуировочную таблицу;
- б) протокол измерений;
- в) эскиз резервуара (рисунок Б.1 приложение Б).

Форма протокола измерений приведена в приложении Б.

14.3 Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы приведены в приложении Г.

14.4 Протокол измерений подписывает поверитель.

14.5 Титульный лист и последнюю страницу градуировочной таблицы подписывает поверитель.

14.6 Знак поверки наносится в свидетельство о поверке.

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

Приложение А (справочное)

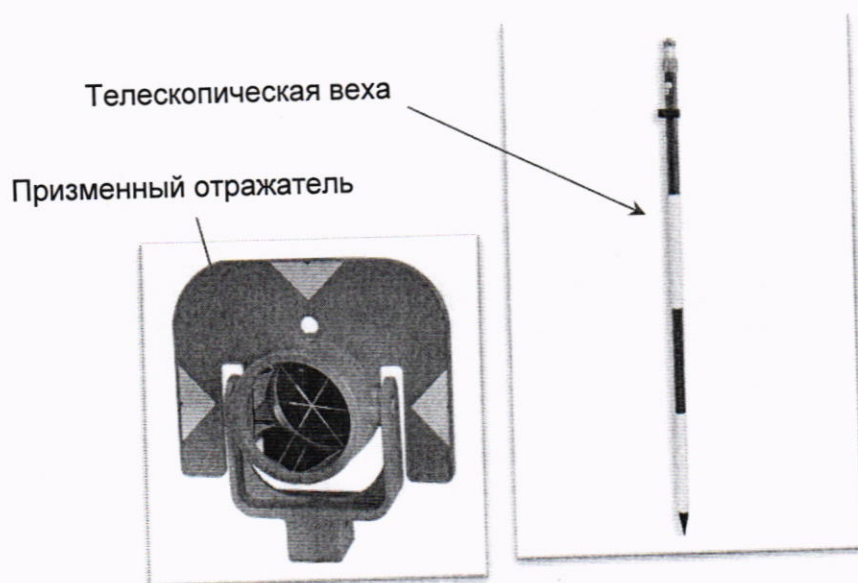


Рисунок А.1 – Веха телескопическая с призмным отражателем

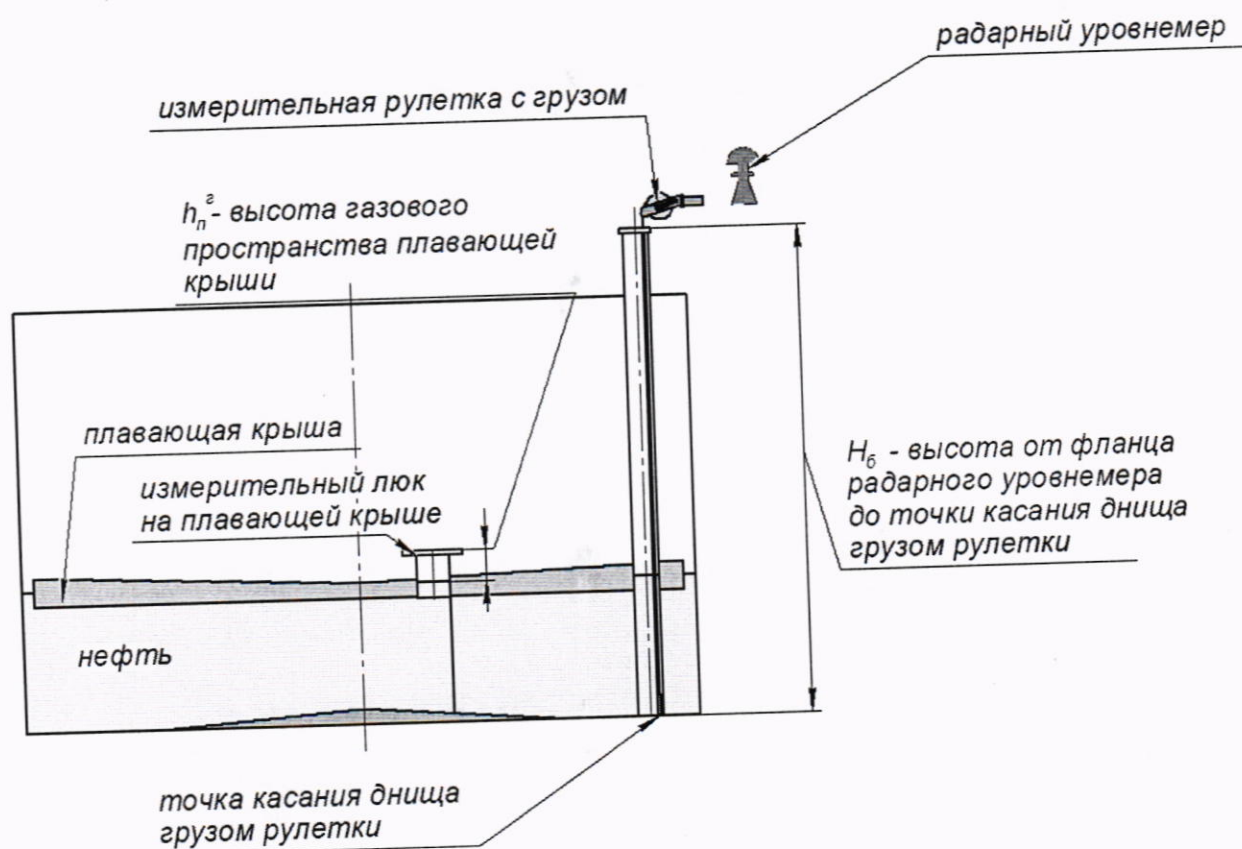


Рисунок А.2 – Схема измерений базовой высоты и высоты газового пространства в плавающей крыше

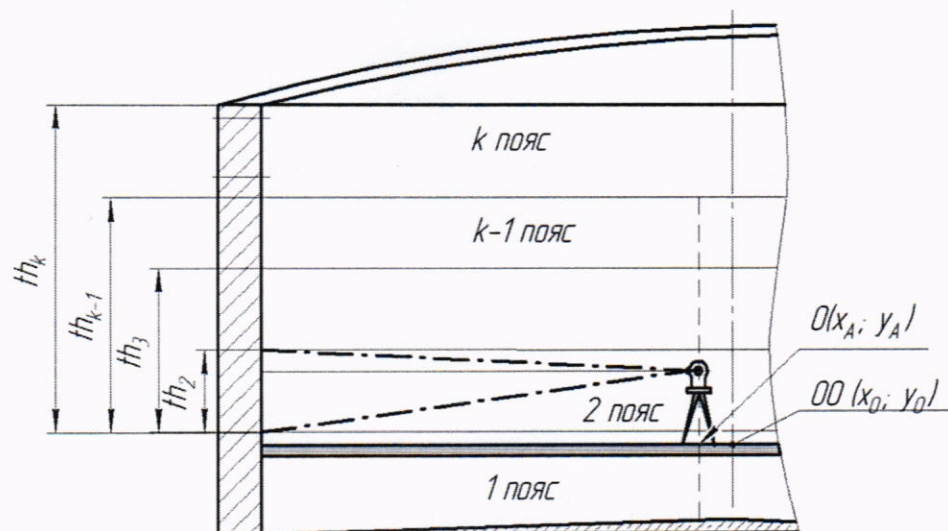
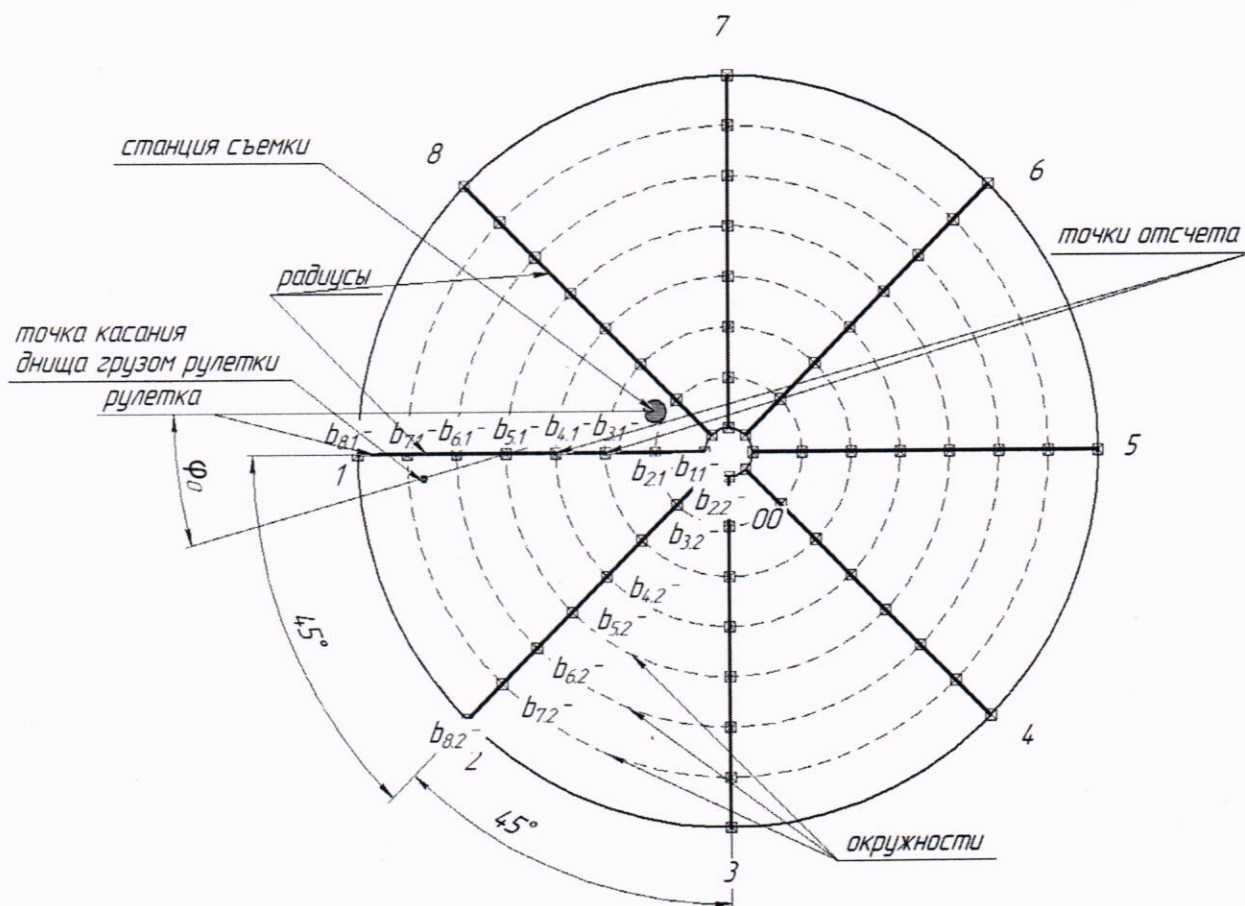


Рисунок А.5 – Схема измерений высоты поясов



OO – центр резервуара; ; $b_{8,0}, b_{7,0}, \dots, b_{1,0}$ – точки установки вехи на нулевом радиусе;
 φ_0 – угол точки касания днища грузом рулетки

Рисунок А.6 – Координаты отсчета (место установки вехи) неровностей днища

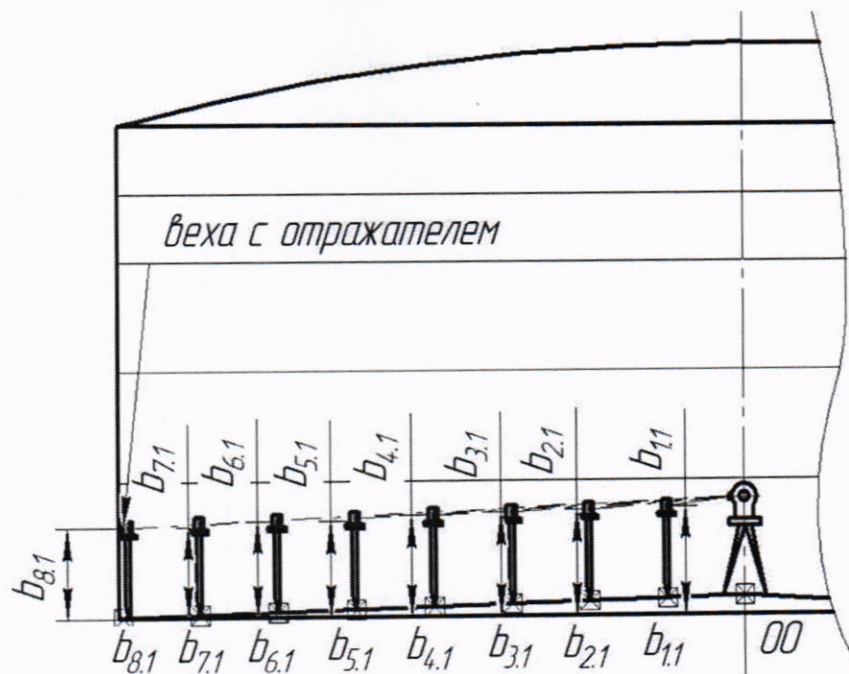


Рисунок А.7 – Схема измерений высот превышения неровностей дна

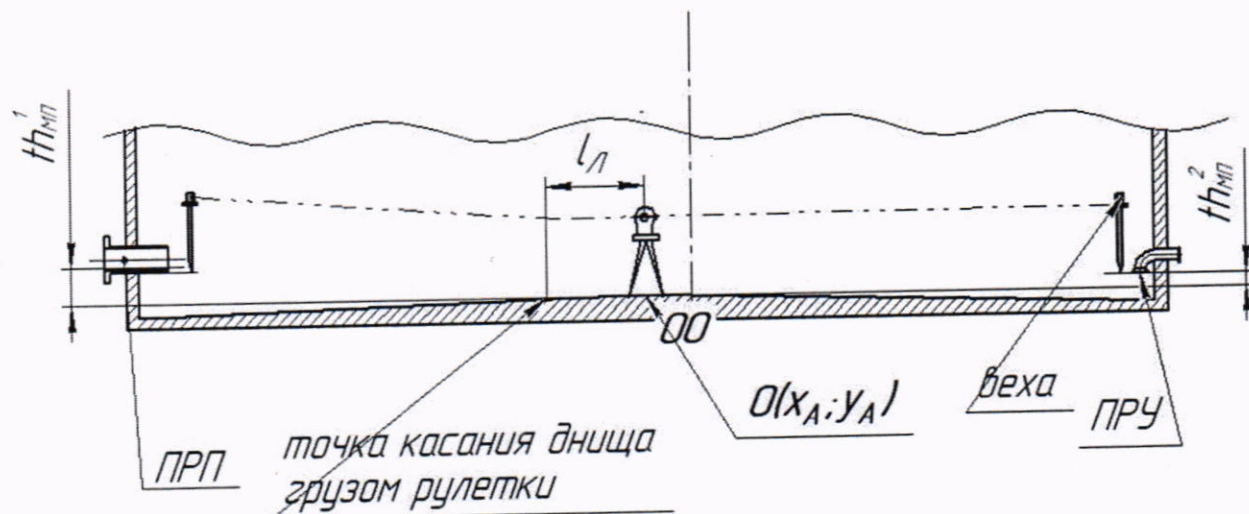
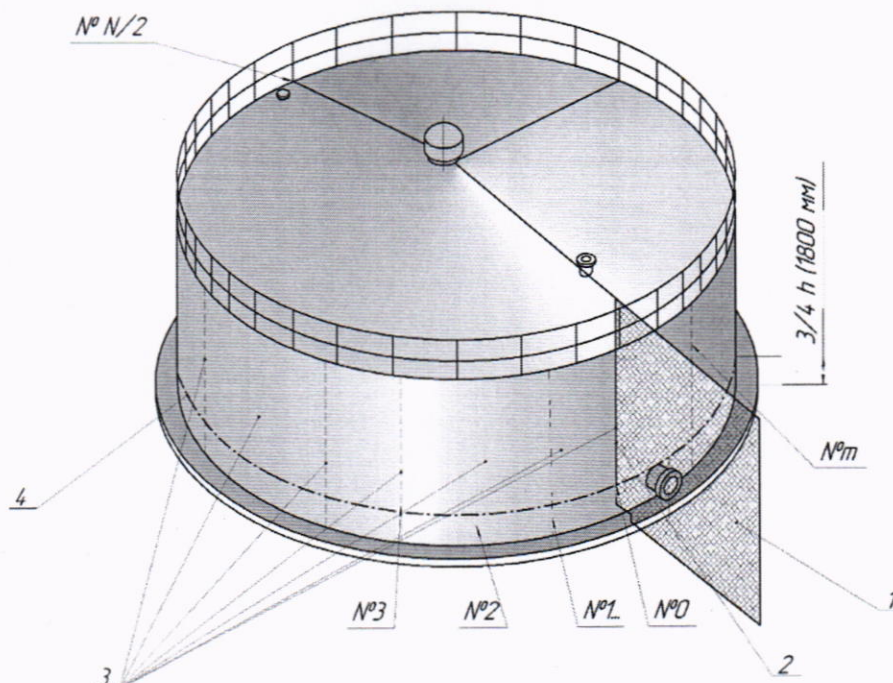


Рисунок А.8 – Схема измерения высоты (превышения) «мертвой» полости



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

Рисунок А.9 – Схема измерения длины окружности 1-го пояса резервуара, разметки образующих на цилиндрической стенке

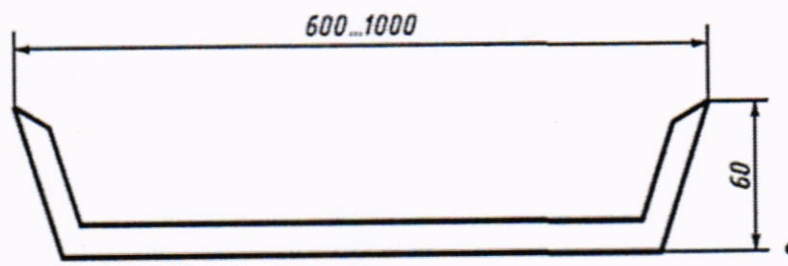
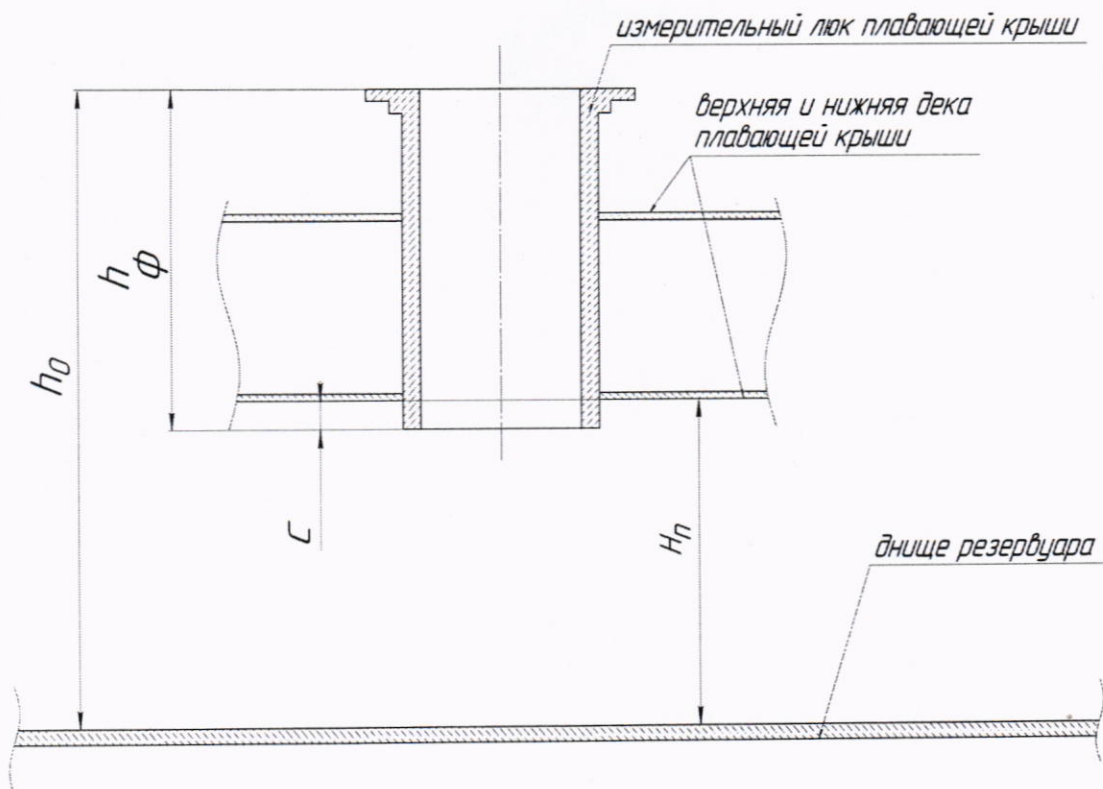


Рисунок А.10 – Скоба для измерений оправок на обход рулеткой накладок и других выступающих частей



h_0 – расстояние по вертикали от фланца измерительного люка плавающей крыши;
 h_{ϕ} – высота измерительного люка; c – выступ нижнего края измерительного люка.

Рисунок А.11 – Схема измерений высоты нижней границы плавающей крыши

**Приложение Б
(рекомендуемое)**

Форма протокола поверки резервуара

**ПРОТОКОЛ
измерений резервуара**

Т а б л и ц а Б.1 – Общие данные

Код документа	Регистрационный номер	Дата			Основание для проведения поверки
		число	месяц	год	
1	2	3	4	5	6
					Первичная, периодическая

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, °С		Загазованность, мг/м ³
воздуха внутри резервуара	стенки резервуара	
1	2	3

Т а б л и ц а Б.3 – Параметры измерений базовой высоты

Наименование параметра	Номер измерения	
	1	2
H_6 , мм		

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

Номер измерения	Высота плоскости измерений, мм	Длина окружности L_n , мм	Поправка на обход накладок $\Delta l_{обх.j}$, мм	Толщина стенки пояса, δ_1 , мм	Число укладок ленты S, шт.
1	2	3	4	5	6
1					
2					

Т а б л и ц а Б.5 – Измерение внутренних радиусов поясов резервуара

Номер пояса		Значение R_N^i на образующей, мм											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
II	н												
	в												
III	н												
	в												
IV	н												
	в												
V	н												
	в												
VI	н												
	в												

Т а б л и ц а Б.5.1 – Параметры образующих

Параметр		Номер образующей						
		0	1	2	3	4	5	6
φ_N , град.		0	30	60	90	120	150	180
V_N , град.	н							
	в							
Параметр		Номер образующей						
		7	8	9	10	11		
φ_N , угл. сек.	н	210	240	270	300	330		
V_N , угл. сек	в							

Т а б л и ц а Б.6 – Высота превышения поясов

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

Т а б л и ц а Б.7 – Измерение неровностей дна

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

Т а б л и ц а Б.8 – Параметры «мертвой» полости

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

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

Т а б л и ц а Б.9 – Координата точки измерений базовой высоты резервуара

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

Т а б л и ц а Б.10 – Внутренние детали цилиндрической формы

Диаметр, мм	Объем, м ³	Высота от дна, мм		
		Нижняя граница $h_{\text{д}}^{\text{в}}$	Верхняя граница $h_{\text{д}}^{\text{в}}$	Расстояние от стенки первого пояса, $l_{\text{д}}$ мм

Т а б л и ц а Б.11 – Параметры плавающего покрытия

Масса $m_{\text{п}}$, кг	Диаметр $D_{\text{п}}$, мм	Расстояние от дна при крайнем положении, мм		Диаметр отверстия, мм			Параметры опоры		
		нижнем $H_{\text{п}}$	верхнем $h_{\text{п}}^{\text{в}}$	D_1	D_2	D_{\dots}	Диаметр, мм	Число, шт.	Высота, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Т а б л и ц а Б.12 – Параметры жидкости

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

Т а б л и ц а Б.13 – Высота незаполненного пространства в плавающей крыше

Точка измерения высоты газового пространства $h_{\text{п}}^{\text{г}}$, мм	Номер измерения	
	1	2
Фланец измерительного люка		

Должность

Подпись

Инициалы, фамилия

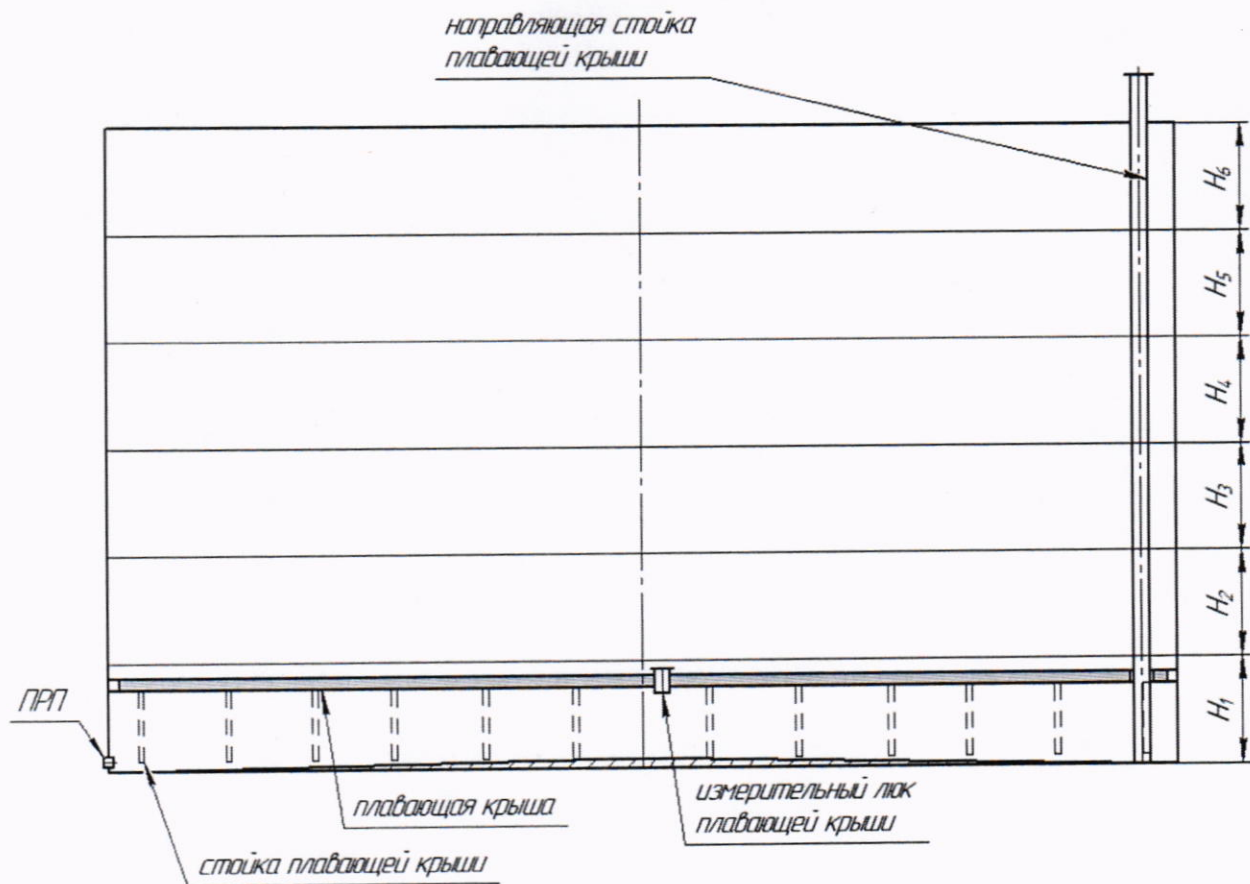


Рисунок Б.1 – Эскиз резервуара (рекомендуемая форма)

**Приложение Г
(рекомендуемое)**

Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы¹

Г.1 Форма титульного листа градуировочной таблицы

УТВЕРЖДАЮ

«__» _____ 201_ г.

**ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА
на резервуар стальной вертикальный цилиндрический**

РВСПК _____ № _____

Организация _____

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

Участок ниже $H_{мп} =$ _____ при проведении учетных операций не используется

Срок очередной поверки _____

Поверитель

подпись

должность, инициалы, фамилия

¹ 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 резервуара

Уровень наполне ния, см	Вместимо сть, м ³	Уровень наполне ния, см	Вместимо сть, м ³	Уровень наполне ния, см	Вместимо сть, м ³	Уровень наполне ния, см	Вместимо сть, м ³
$H_{м.п}$							
$H_{м.п} + 1$							
$H_{м.п} + 2$							
.							
.							
.							
.							
.							
.							
.							
.							

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	

Т а б л и ц а Г.4 – Посантиметровая вместимость мертвой полости

Уровень наполнения, см	Вместимость, м ³	Вмести- мость на 1 мм наполнения	Уровень наполнения, см	Вместимость, м ³	Вмести- мость на 1 мм наполнения
0			...		
1			...		
...			$H_{мп}$		

**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, начиная со второго, резервуара D_i , мм, измеренные по 10.4 вычисляют по формуле

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

где $R_{H(B)}^i$ – 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 $l_{NH(B)}^i$ (параметр SD);
- вертикального угла $V_{NH(B)}^i$ (параметр Vz);
- горизонтального угла φ_N (параметр Hx).

Д.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 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 $(x_{NH(B)}^i, y_{NH(B)}^i, z_{NH(B)}^i)$ до геометрического центра резервуара в плоскости измерений (нижнее/верхнее сечение), вычисляют по формуле

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

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 съемки от геометрического центра резервуара, мм.

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

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

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

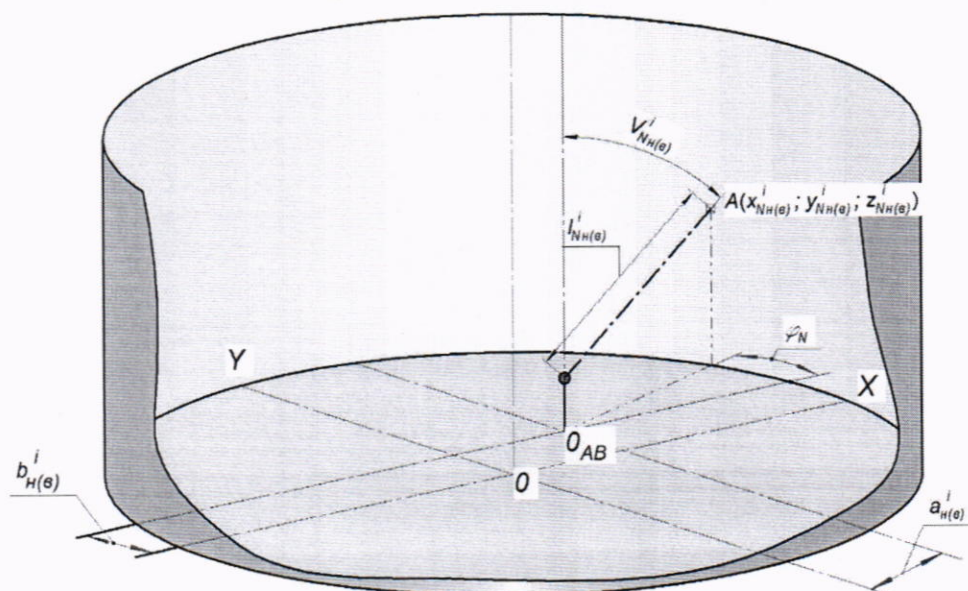
где $l_{NН(В)}^i$ – наклонное расстояние, мм;

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

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

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

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



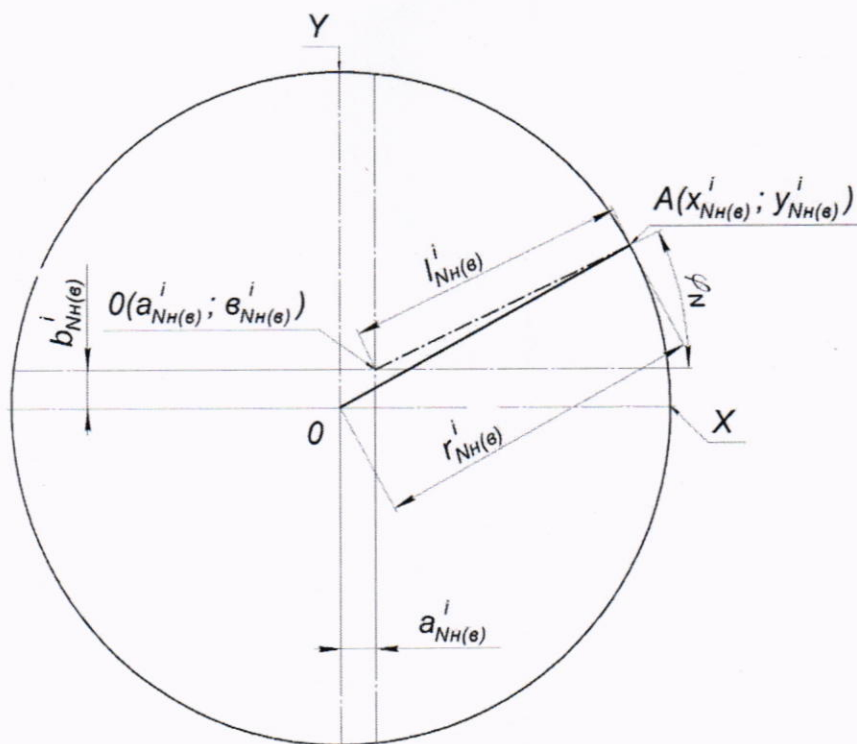


Рисунок Д.1 – Параметры измерений радиуса $r_{NH(в)}^i$ i -го пояса при j -ом измерении в нижнем (верхнем) сечении

Д.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

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

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

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

где $r_{j.H(в)}^i$ – 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;

$x_{j.n(v)}^i, y_{j.n(v)}^i$ – 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 $r_{j.n(v)}^i$ вычисляют по формуле

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned} r_{0.0.n(v)}^i &= \sqrt{(x_{0.n(v)}^i)^2 + (y_{0.n(v)}^i)^2}; & r_{0.1.n(v)}^i &= \sqrt{(x_{1.n(v)}^i)^2 + (y_{1.n(v)}^i)^2}; \\ r_{0.3.n(v)}^i &= \sqrt{(x_{3.n(v)}^i)^2 + (y_{3.n(v)}^i)^2}; \dots & r_{0.12.n(v)}^i &= \sqrt{(x_{12.n(v)}^i)^2 + (y_{12.n(v)}^i)^2}; \end{aligned}$$

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

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

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

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

$$\begin{aligned} a_{0.0n(v)}^i &= \frac{x_{0n(v)}^i + x_{1n(v)}^i + \dots + x_{12n(v)}^i}{12} - \\ &- \frac{R_{0n(v)}^i}{12} \left[\frac{x_{0n(v)}^i}{\sqrt{(x_{0n(v)}^i)^2 + (y_{0n(v)}^i)^2}} + \frac{x_{1n(v)}^i}{\sqrt{(x_{1n(v)}^i)^2 + (y_{1n(v)}^i)^2}} + \right. \\ &\left. + \frac{x_{2n(v)}^i}{\sqrt{(x_{2n(v)}^i)^2 + (y_{2n(v)}^i)^2}} + \dots + \frac{x_{12n(v)}^i}{\sqrt{(x_{12n(v)}^i)^2 + (y_{12n(v)}^i)^2}} \right]; \end{aligned}$$

$$b_{0.0H(B)}^i = \frac{y_{0H(B)}^i + y_{1H(B)}^i + \dots + y_{12H(B)}^i}{12} -$$

$$-\frac{R_{0H(B)}^i}{12} \left(\frac{y_{0H(B)}^i}{\sqrt{(x_{0H(B)}^i)^2 + (y_{0H(B)}^i)^2}} + \frac{y_{1H(B)}^i}{\sqrt{(x_{1H(B)}^i)^2 + (y_{1H(B)}^i)^2}} + \right.$$

$$\left. + \frac{y_{2H(B)}^i}{\sqrt{(x_{2H(B)}^i)^2 + (y_{2H(B)}^i)^2}} + \dots + \frac{y_{12H(B)}^i}{\sqrt{(x_{12H(B)}^i)^2 + (y_{12H(B)}^i)^2}} \right);$$

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

$(a_{1.H(B)}^i, b_{1.H(B)}^i, R_{1.H(B)}^i)$:

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

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

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

...

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

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

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

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

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

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

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

$(a_{2.H(B)}^i, b_{2.H(B)}^i, R_{2.H(B)}^i)$:

$$\begin{aligned}
r_{2.0.H(B)}^j &= \sqrt{(x_{0.H(B)}^j - a_{1.H(B)}^j)^2 + (y_{0.H(B)}^j - b_{1.H(B)}^j)^2}; \\
r_{2.1.H(B)}^j &= \sqrt{(x_{1.H(B)}^j - a_{1.H(B)}^j)^2 + (y_{1.H(B)}^j - b_{1.H(B)}^j)^2}; \\
r_{2.3.H(B)}^j &= \sqrt{(x_{3.H(B)}^j - a_{1.H(B)}^j)^2 + (y_{3.H(B)}^j - b_{1.H(B)}^j)^2}; \\
&\dots \\
r_{2.12.H(B)}^j &= \sqrt{(x_{12.H(B)}^j - a_{1.H(B)}^j)^2 + (y_{12.H(B)}^j - b_{1.H(B)}^j)^2}; \\
R_{2H(B)}^j &= \frac{1}{12} (r_{2.0.H(B)}^j + r_{2.1.H(B)}^j + r_{2.2.H(B)}^j + \dots + r_{2.12.H(B)}^j); \\
a_{2H(B)}^j &= \frac{x_{0H(B)}^j + x_{1H(B)}^j + \dots + x_{12H(B)}^j}{12} - \\
&\quad - \frac{R_{2H(B)}^j}{12} \left(\frac{x_{0H(B)}^j}{r_{2.0H(B)}^j} + \frac{x_{1H(B)}^j}{r_{2.1H(B)}^j} + \frac{x_{2H(B)}^j}{r_{2.2H(B)}^j} + \dots + \frac{x_{12H(B)}^j}{r_{2.12H(B)}^j} \right); \\
b_{2H(B)}^j &= \frac{y_{0H(B)}^j + y_{1H(B)}^j + \dots + y_{12H(B)}^j}{12} - \\
&\quad - \frac{R_{2H(B)}^j}{12} \left(\frac{y_{0H(B)}^j}{r_{2.0H(B)}^j} + \frac{y_{1H(B)}^j}{r_{2.1H(B)}^j} + \frac{y_{2H(B)}^j}{r_{2.2H(B)}^j} + \dots + \frac{y_{12H(B)}^j}{r_{2.12H(B)}^j} \right);
\end{aligned}$$

Д.1.6.4 Операции вычисления прекращают в случае выполнения условия

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

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

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

$$D^j = R_H^j + R_B^j, \quad (\text{Д.10})$$

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

Д.2 Измерения высот поясов резервуара

Д.2.1 Высоту i -го пояса резервуара (рисунок А.6), 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.6), на образующей и противоположной образующей значение которого принимают из таблицы Б.5, мм;

th_{i+1} – высота превышения вышестоящего $i+1$ -го пояса (рисунок А.6), значение которого принимают из таблицы Б.5, мм.

Д.3 Вычисление вместимости «мертвой» полости¹⁾

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

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

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

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

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

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

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

$$H_{\text{мп}} = H_6 - th_{\text{мп}}, \quad (\text{Д.14})$$

где H_6 – базовая высота, измеренная по 10.2, её значение принимают из таблицы Б.3, мм;

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

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

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

¹⁾ Пункт применяют при проведении измерений и при первичной поверке

где $(V_{\text{дн}})_0$ – объем неровностей дна, вычисляемый по формуле (Д.12), м³;

$\Delta V_{\text{ВД}}$ – объем внутренних деталей в пределах $H_{\text{МП}}$, м³;

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

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

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

H – уровень жидкости, отсчитываемый от точки касания дна грузом рулетки в пределах $H_{\text{МП}}$, мм.

Внутренний диаметр 1-го пояса, мм, вычисляют по формуле

$$D_1 = \frac{L_{\text{вн}}}{\pi}, \quad (\text{Д.17})$$

где $L_{\text{вн}}$ – длина внутренней окружности первого пояса, мм, вычисляемая по формуле

$$L_{\text{вн}} = \frac{L_{\text{н1}} + L_{\text{н2}}}{2} - 2\pi \cdot \delta_1 - \sum_{j=1}^S (\Delta l_{\text{обх.j}}), \quad (\text{Д.18})$$

где $L_{\text{н1}}$, $L_{\text{н2}}$, $\Delta l_{\text{обх.j}}$, δ_1 , S – параметры первого пояса, принимаемые по таблице Б.3.2 (графы 3, 4, 5, 6 соответственно).

Д.4 Вычисление объема жидкости, вытесненного плавающей крышей

Д.4.1 Объем жидкости, вытесненной плавающей крышей, $V_{\text{п}}$, м³, вычисляют по формуле

$$V_{\text{п}} = \frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{жх}}}. \quad (\text{Д.19})$$

Д.4.2 Уровень жидкости, соответствующий высоте всплытия плавающей крыши резервуара (рисунок Д.2) $H_{\text{всп}}$, мм, вычисляют по формуле

$$H_{\text{всп}} = H_{\text{п}} + \frac{4 \cdot 10^9 (V_{\text{п}} - V_{\text{опор}})}{\pi (D_{\text{п}}^2 - D_1^2 - D_2^2 \dots)}, \quad (\text{Д.20})$$

где H_n – высота уровня расположения нижней границы плавающего покрытия (рисунок Д.2), вычисляемая по формуле (Д.21), мм;

V_n – объем жидкости, вытесненный плавающим покрытием, вычисляемый по формуле (Д.19), мм;

$V_{\text{опор}}$ – объем опор плавающего покрытия, вычисляемый по формуле (Д.22), м³.

Если опоры смонтированы на днище резервуара, то значение принимают равным нулю, а объем относят к числу внутренних деталей;

D_n – значение диаметра плавающего покрытия, принимаемое по таблице Б.10 (графа 2), мм;

D_1, D_2, \dots – значения диаметров отверстий в плавающем покрытии, принимаемые по таблице Б.10 (графы 4,5,6), мм.

Высоту уровня расположения нижней границы плавающего покрытия H_n , мм, вычисляют по формуле

$$H_n = h_0 - h_{\text{ф}} + c, \quad (\text{Д.21})$$

где h_0 – расстояние по вертикали от верхнего фланца измерительного люка плавающей крыши до точки касания днища грузом рулетки, мм;

$h_{\text{ф}}$ – высота измерительного люка, принимаемое по технической документации резервуара, мм;

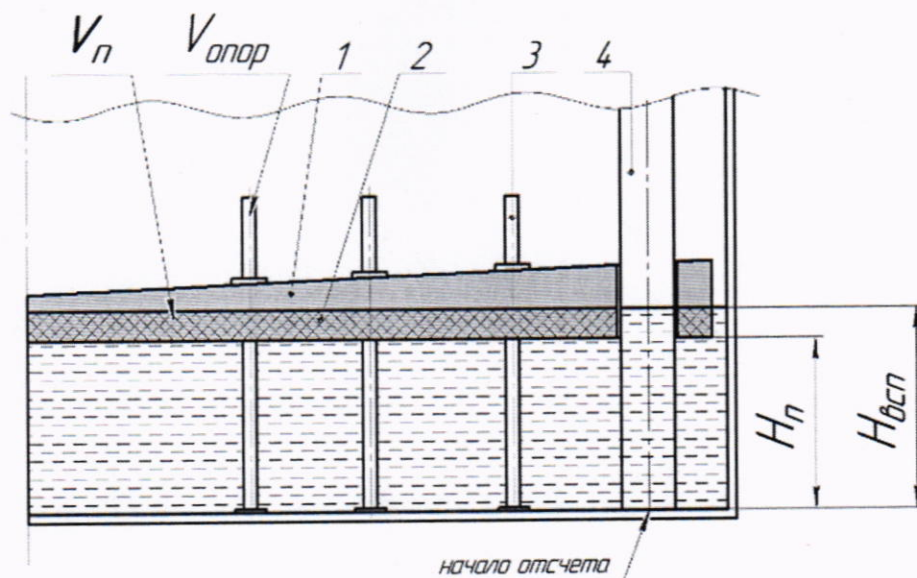
c – выступ нижнего края измерительного люка, принимаемое по технической документации резервуара, равное 20 мм.

Результаты вычисления по формуле (Д.21) вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б (Таблица Б.11, графа 3).

Объем опор плавающего покрытия $V_{\text{опор}}$, м³, вычисляют по формуле

$$V_{\text{опор}} = \frac{\pi (D_{\text{опор}})^2 \cdot h_{\text{опор}} \cdot n_{\text{опор}}}{4 \cdot 10^9}, \quad (\text{Д.22})$$

где $D_{\text{опор}}, n_{\text{опор}}, h_{\text{опор}}$ – параметры, принимаемые по таблице Б.10 (графы 8, 9, 10 соответственно).



- 1 – плавающее покрытие; 2 – погруженная часть; 3 – опора в рабочем положении;
4 – направляющая стойка плавающего покрытия

Рисунок Д.2 – Параметры плавающего покрытия

Д.4.3 Объем жидкости от высоты уровня $h_{мп}$ до высоты уровня $H_{всп}$, соответствующего всплытию плавающего покрытия, $V_{всп}$, $м^3$, вычисляют по формуле

$$V_{всп} = \frac{\pi D_1^2}{4 \cdot 10^9} (H_{всп} - h_{мп}) - (V_{п} - V_{опор}), \quad (Д.23)$$

Д.5 Вычисление вместимости поясов резервуара

При определении вместимости k -го пояса проводят вычисления:

- вместимости $V_{ц.1}$ недеформированного 1-го пояса от гидростатического давления налитой жидкости
 - вместимости $V_{ц.k}$ недеформированного вышестоящего k -го пояса от гидростатического давления налитой жидкости;
 - поправки к вместимости резервуара за счет гидростатического давления жидкости $V_{г.k}$ при наполнении;
 - приведение вместимости поясов к стандартной температуре $20^\circ C$;
- Д.5.1 Вместимость первого пояса, вычисляют по формуле

$$V_{ц.1}''' = V_{МП} + V_{всп} + V_1''' - \Delta V_{ВД}, \quad (Д.24)$$

где $V_{всп}$ – объем от уровня $h_{мп}$ до $H_{всп}$, вычисляемый по формуле (Д.23), $м^3$;

V_1''' – объем от уровня $H_{всп}$ до H_1 (высота уровня верхней границы 1 пояса), м^3 ,
вычисляемый по формуле

$$V_1''' = \frac{\pi(D_1^2 - D_n^2) \cdot (H''' - H_{всп})}{4 \cdot 10^9}, \quad (\text{Д.25})$$

где H''' – уровень жидкости, в пределах высоты всплытия плавающей крыши $H_{всп}$ и
высоты первого пояса H_1 , мм;

D_n – значение диаметра плавающего покрытия, принимаемое по таблице Б.10
(графа 2), мм;

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

$H_{всп}$ – уровень жидкости, соответствующий высоте всплытия плавающей крыши
резервуара, вычисляемый по формуле (Д.20), мм.

Д.6 Вычисление поправки к вместимости за счет гидростатического давления

Д.6.1 Поправку к вместимости резервуара за счет гидростатического давления
столба налитой жидкости $\Delta V_{г.к}$ при наполнении k -го пояса, начиная со 2-го пояса,
вычисляют по формуле

$$\Delta V_{г.к} = A_2 \cdot \left\{ \frac{0,8H_1}{\delta_1} \left(\sum_{j=1}^k H_j - \frac{H_1}{2} \right) + \sum_{j=1}^i \left[\frac{H_k}{\delta_k} \left(\sum_{j=1}^k H_j - \frac{H_k}{2} \right) \right] \right\}, \quad (\text{Д.26})$$

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 проверяемого резервуара, вычисляемый по
формуле

$$A_2 = \frac{\rho_{ж.х} \cdot g \cdot \pi D_1^2 \cdot \sqrt{1 + \eta^2}}{4 \cdot 10^{12} \cdot E}, \quad (\text{Д.27})$$

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

$\rho_{ж.х}$ – плотность хранимой жидкости, (графа 3 таблица Б.12);

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

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

Д.7 Вычисление вместимости резервуара

Д.7.1 Вместимость резервуара при температуре поверки V_t , соответствующую уровню налитой жидкости H вычисляют по формуле

$$V_t = V_{ц.1} + \sum_{i=2}^n V_{ц.k} + \Delta V_{гk} - V_{вд}, \quad (Д.28)$$

где n – число наполненных поясов резервуара;

$V_{ц.1}''$ – вместимость первого пояса, вычисляемая по формуле (Д.24), m^3 ;

$V_{вд}$ – объем внутренних деталей, находящихся в резервуаре от уровня $h_{мп}$ до H .

Примечание - Вместимость последнего частично наполненного пояса вычисляют по фактической высоте его наполнения.

Д.7.2 Вместимость резервуара $V(H)$, приведенную к стандартной температуре $20^\circ C$ вычисляют по формуле

$$V(H)'' = V_t [1 + 2\alpha_{ст} (20 - t_{ст})], \quad (Д.29)$$

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: $12,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ C$.

Библиография

- [1] «Правила обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда», утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2021 года № 2464
- [2] СанПиН 1.2.3685—21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
- [3] Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31.07.2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке