

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»
(ФГУП «ВНИИР»)

УТВЕРЖДАЮ

Первый зам. директора
по научной работе ФГУП «ВНИИР»



В. А. Фафурин

14.10.2014 г.

ИНСТРУКЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

РЕЗЕРВУАРЫ СТАЛЬНЫЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПОДЗЕМНЫЕ ВМЕСТИМОСТЬЮ 1000 м³

Методика поверки геометрическим методом

МП 0197-7-2014

Казань
2014

Предисловие

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

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

2 УТВЕРЖДЕНА ФГУП «ВНИИР» «____» _____ 2014 г.

3 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

ЛИСТОВ: 47

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

Адрес: 420088, г. Казань, ул. 2-я Азинская, 7а
Тел/факс +7(843)272-61-26; +7(843)271-62-75
E-mail: vniir.nio-7@yandex.ru

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения	4
2 Нормативные ссылки	4
3 Термины и определения.....	5
4 Технические требования.....	6
5 Требования к организации проведения поверки	8
6 Требования безопасности	8
7 Условия поверки.....	9
8 Подготовка к проведению поверки	9
9 Операции поверки	10
10 Подготовка к выполнению измерений	11
11 Обработка результатов измерений	15
12 Оформление результатов поверки	16
Приложение А Схемы измерения параметров резервуара при поверке	18
Приложение Б Форма протокола поверки резервуара	28
Приложение В Обработка результатов измерений.....	33
Приложение Г Форма журнала обработки результатов измерений.....	41
Приложение Д Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы	43
Приложение Е Форма акта измерений базовой высоты резервуара.....	45
Библиография	47

Государственная система обеспечения
единства измерений

**Резервуары стальные горизонтальные
цилиндрические подземные
вместимостью 1000 м³.**

**Методика поверки геометрическим методом
МП 0197-7-2014**

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая инструкция распространяется на резервуары стальные горизонтальные цилиндрические подземные (далее – резервуары) номинальной вместимостью 1000 м³ (РГС-1000), используемые для определения объема легковоспламеняющейся жидкости при выполнении государственных учетных операций и её хранения, при осуществлении торговли и товарообменных операций с легковоспламеняющейся жидкостью (ЛВЖ) на ОАО «Мостранснефтепродукт», и устанавливает методику поверки геометрическим методом. Межповерочный интервал составляет не более 5 лет.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.004-90	Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения
ГОСТ 12.1.005-88	Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
ГОСТ 12.4.010-75	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 Р 12.4.230.1-2007	Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические условия
ГОСТ 166-89	Штангенциркули. Технические условия
ГОСТ 427-75	Линейки измерительные металлические. Технические условия
ГОСТ 7502-98	Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 27574-87	Костюмы женские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий
ГОСТ 27575-87	Костюмы мужские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий
ГОСТ 28498-90	Термометры жидкостные стеклянные. Общие технические условия. Методы испытаний
ГОСТ Р 51330.9-99	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 10. Классификация опасных зон
ГОСТ Р 51330.11-99	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 12. Классификация смесей газов и паров с воздухом по безопасным экспериментальным зазорам и минимальным воспламеняющим токам
ОСТ 39-107-80	Система стандартов безопасности труда нефтяной промышленности. Пожарная безопасность нефтяной промышленности. Общие требования

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей методике измерений применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 резервуар горизонтальный стальной: Стальной сосуд в форме горизонтально лежащего цилиндра с плоскими днищами, применяемый для хранения и определения объема жидкости, используя результат измерений уровня жидкости в резервуаре.

3.2 вместимость резервуара: Внутренний объем резервуара, который может быть наполнен жидкостью до определенного уровня.

3.3 номинальная вместимость резервуара: Вместимость резервуара, соответствующая максимальному уровню его наполнения, установленная нормативным документом на горизонтальный резервуар конкретного типа.

3.4 действительная (фактическая) вместимость резервуара: Вместимость резервуара, установленная при его градуировке.

3.5 посантиметровая вместимость резервуара: Объем жидкости в резервуаре, соответствующий уровню налитых в него жидкости, приходящихся на 1 см высоты наполнения.

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

3.7 градуировочная таблица: Зависимость значений вместимости резервуара от уровня наполнения его жидкостью при стандартной температуре 20°С, оформленная в виде таблицы и используемая определения объема жидкости в резервуаре.

3.8 плоскость, принятая за начало отсчета: Плоскость в нижней части резервуара, которой касается груз измерительной рулетки при измерении базовой высоты резервуара и от которой проводят измерения уровня жидкости при эксплуатации резервуара и которая является исходной плоскостью при составлении градуировочной таблицы резервуара.

3.9 базовая высота резервуара: Расстояние по вертикали от плоскости, принятой за начало отсчета, до верхнего края горловины резервуара (или измерительного люка).

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

3.11 «мертвая» полость резервуара: Нижняя часть резервуара, из которой нельзя осуществить отпуск (прием) жидкости, используя приемно-раздаточный патрубок (ПРП).

3.12 предельный уровень: Предельный уровень определения посантиметровой вместимости резервуара, соответствующий расстоянию по вертикали между плоскостью, принятой за начало отсчета, и уровнем, соответствующем диаметру резервуара.

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

3.14 «неучтенный» объем жидкости: Объем жидкости в резервуаре, находящийся ниже плоскости, принятой за начало отсчета уровня жидкости в резервуаре.

3.15 исходный уровень ($H_{и}$): Уровень жидкости в резервуаре, отсчитываемый от плоскости, принятой за начало отсчета до поверхности жидкости, покрывающей нижнюю образующую резервуара.

3.16 степень наклона резервуара: Величина η , выражаемая через тангенс угла наклона резервуара, рассчитываемого по формуле

$$\eta = \operatorname{tg} \varphi, \quad (1)$$

3.17 «мертвый» остаток: Объем жидкости, находящийся в резервуаре ниже уровня, соответствующего высоты «мертвой» полости резервуара.

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

3.19 государственные учетные и торговые операции, взаимных расчетов между поставщиком и потребителем: Операции, проводимые между поставщиком и потребителем, заключающиеся в определении объема или массы жидкости для последующих учетных операций, а также при арбитраже.

3.20 учет при хранении: Операция, проводимая на предприятии во время технологического процесса, заключающаяся в определении объема и массы жидкости для последующих учетных операций.

4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

4.1 Требования к погрешности измерений параметров резервуара

4.1 Пределы допустимой погрешности измерений параметров резервуара приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование параметра	Пределы погрешности измерений параметра резервуара
Внутренний диаметр пояса, %	$\pm 0,1$
Внутренняя длина резервуара, %	$\pm 0,03$
Координата точки измерения уровня и базовой высоты резервуара, мм	± 5
Угол наклона резервуара, угл. сек	± 3
Высота «мертвой» полости резервуара, мм	± 3
Объем внутренних деталей, м ³	$\pm 0,005$

4.2 Требования к средствам поверки

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

4.2.1.1 Рулетку измерительную 2-го класса точности с грузом с диапазоном измерений от 0 до 10 м по ГОСТ 7502.

4.2.1.2 Штангенциркуль с диапазоном измерений от 0 до 150 мм, от 0 до 250 мм по ГОСТ 166.

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

4.2.1.4 Тахеометр TRIMBLE 3600 DR с диапазоном измерений расстояния от 1,5 до 150 м, допускаемым средним квадратическим отклонением измерений (СКО) расстояния: ± 3 мм, допустимым средним квадратическим отклонением измерений углов $\pm 3''$ [1].

4.2.1.5 Теодолит электронный цифровой 56-DGT2 с пределом допускаемой средней квадратической погрешности измерений угла (вертикального и горизонтального): $\pm 2''$ (угл. сек), Госреестр №34061.

4.2.1.6 Дальномер лазерный Leica DISTO A6 с диапазоном измерений расстояния от 0,05 до 200 м, пределом допускаемой погрешности измерений расстояний: до 30 м – $\pm 1,5$ мм; более 30 м – ± 10 мм [2].

4.2.1.7 Термометр с ценой деления 1°C и диапазоном измерений от 0 до плюс 50°C по ГОСТ 28 498.

4.2.1.8 Рейку алюминиевую Т53-4Е, длиной 4 м, 4 секции.

4.2.1.9 Веха телескопическая нивелирная 5620-10, с диапазоном измерений от 0 до 2,5 м.

4.2.1.10 Толщиномер ультразвуковой А1207 по [3].

4.2.1.11 Анализатор-течеискатель АНТ-3 по [4].

4.2.2 Вспомогательные средства поверки:

4.2.2.1 Лестница (при необходимости) длиной 3 м.

4.2.2.2 Графитовый стержень, мел.

4.2.2.3 Микрокалькулятор.

4.2.3 Основные средства поверки резервуара должны быть поверены в установленном порядке.

4.2.4 Допускается применение других, вновь разрабатываемых или находящихся в эксплуатации средств, удовлетворяющих по точности и пределом измерений требованиям настоящей рекомендации.

5 ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

5.2 Устанавливают следующие виды поверок резервуара:

- первичную, которую проводят после строительства резервуара перед 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 значения базовой высоты резервуара более чем на 0,1 % по результатам ежегодных её измерений.

Первичную поверку резервуаров проводят после их гидравлических испытаний.

5.3 Поверку резервуара проводит физическое лицо, аттестованное в качестве поверителя и в области промышленной безопасности в соответствии с РД-03-20 [5], утвержденным приказом Ростехнадзора от 29.01.2007 № 37.

5.4 Измерения параметров при поверке резервуара проводит группа лиц, включая поверителя организации, указанной в 5.3 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 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 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.

6.2 Лица, проводящие поверку резервуара, надевают спецодежду:

- а) женщины – костюмы по ГОСТ 27574, спецобувь по ГОСТ 12.4.137, строительную каску по ГОСТ 12.4.087, рукавицы по ГОСТ 12.10.010, средства индивидуальной защиты глаз по ГОСТ 12.4.231.1;
- б) мужчины – костюмы по ГОСТ 27575, спецобувь по ГОСТ 12.4.137, строительную каску по ГОСТ 12.4.087, рукавицы по ГОСТ 12.4.010, средства индивидуальной защиты глаз по ГОСТ 12.4.230.1;

6.3 Проверяют наличие установленной нормативной документации, выданной эксплуатационными службами владельца резервуара, позволяющей проведение работ внутри резервуара, к которой относятся:

- акт на зачистку резервуара;
- заключение лаборатории о состоянии воздуха внутри резервуара с указанием того, что концентрации вредных веществ не превышают предельно допустимых и соответствуют санитарным нормам по ГОСТ 12.1.005;
- наряд-допуск на проведение огневых работ внутри резервуара.

Проверяют достаточность освещения внутри резервуара. Убеждаются в том, что все технологические и световые люки резервуара открыты, принудительная вентиляция внутреннего пространства действует исправно.

6.4 Измерения параметров резервуара во время грозы категорически запрещены.

6.5 Перед началом поверки резервуара проверяют исправность:

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

6.6 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.

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

7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

7.1 При поверке соблюдают следующие условия:

7.1.1 Измерения параметров резервуара проводят изнутри его.

7.1.2 Температура окружающего воздуха и воздуха внутри резервуара $(20 \pm 15)^\circ\text{C}$.

7.1.3 Состояние погоды – без осадков.

7.1.4 При измерении параметров резервуара с применением тахеометра и лазерного дальномера на результаты измерений расстояний вводят температурные поправки.

7.1.5 Разность диаметров (овальность) в одном сечении и разных сечениях каждого пояса резервуара должна быть не более значений, определенных по формуле

$$|D_{1i} - D_{2i}| \leq 0,0015 \cdot (D_{1i} - D_{2i}), \quad (2)$$

где D_{1i}, D_{2i} - внутренние диаметры во взаимно перпендикулярных направлениях i -го пояса резервуара.

7.1.6 Допускается степень наклона резервуара до 0,03 при условии определения вместимости резервуара с учетом степени наклона его в пределах от 0,0005 до 0,03.

7.1.7 Резервуар считается не наклоненным, если выполняется условие:

$$0 \leq \eta < 0,0005.$$

7.1.8 Число измерений каждого линейного размера резервуара – не менее двух. Среднее арифметическое значение результатов двух измерений, округленное до одного миллиметра, принимают за действительное значение линейного размера.

7.1.9 Нумерацию днищ и поясов проводят, начиная с опущенного (из-за наклона резервуара) конца резервуара.

8 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

8.1 При подготовке к поверке резервуара проводят следующие работы:

8.1.1 Изучают техническую документацию на резервуар и средства поверки.

8.1.2 Подготавливают средства поверки к работе согласно технической документации на них, утвержденной в установленном порядке.

8.1.3 Определяют нижнюю образующую резервуара.

8.1.3.1 Нижнюю образующую резервуара определяют проводя линию, проходящую через точки, находящиеся в нижних образующих первого и последнего поясов резервуара.

8.1.3.2 Нижнюю образующую первого пояса определяют в следующей последовательности (рисунок А.1):

а) устанавливают тахеометр в нижней (воображаемой) точке O_1 (рисунок А.1) образующей первого пояса;

б) тахеометр в соответствии с технической документацией на него приводят в рабочее положение;

в) регулируя штативом и механизмами тахеометра, его поднимают на высоту (1500 ± 100) мм и производят горизонтирование тахеометра;

г) вертикальную и горизонтальную шкалы тахеометра приводят в нулевое положение;

д) измеряют расстояние l (BO_1);

е) тахеометр поворачивают на 180° , измеряют расстояние AO_1 и вычисляют расстояние O_1O_2 по формуле

$$O_1O_2 = \frac{AO_1 - BO_1}{2}, \quad (3)$$

при этом $AO_1 > BO_1$;

ж) если длина отрезка, вычисляемого по формуле (3), составляет не более 5 мм, то за нижнюю образующую первого пояса принимают линию, проходящую через точку O_1 ;

з) если условие, указанное в перечислении ж), не выполняется, то, выполняя операции а)÷ж), последовательно перемещают тахеометр и определяют действительную нижнюю образующую первого пояса резервуара, проходящую через точку O (рисунок А.1).

8.1.3.3 Выполняя процедуры, приведенные в 8.1.3.2 на другом конце резервуара, определяют действительную нижнюю образующую последнего пояса, проходящую через точку O' (на рисунке А.1 не показана).

8.1.3.4 Нижнюю образующую резервуара определяют, проводя прямую линию OO' , проходящую через точки O и O' .

8.1.3.5 При невозможности проведения линии по всей длине цилиндрической части резервуара в соответствии с 8.1.3.4 из-за наличия внутренних деталей, дополнительно проводят, выполняя процедуры (изложенные в 8.1.3.2 и 8.1.3.3), линии по нижней образующей резервуара между внутренними деталями.

9 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

9.1 При проведении поверки резервуар выполняют операции, указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование операции	Номер пункта, подпункта Инструкции
Внешний осмотр	10.1
Определение степени наклона резервуара	10.2
Определение внутреннего диаметра пояса резервуара	10.3
Измерение внутренней длины резервуара	10.4
Измерение координаты точки измерений уровня и базовой высоты резервуара	10.5
Измерение параметров «мертвой» полости резервуара	10.6

Определение объемов внутренних деталей	10.7
Измерение базовой высоты резервуара	10.8

10 ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Внешний осмотр

10.1.1 При внешнем осмотре резервуара проверяют:

- соответствие конструкции и внутренних деталей резервуара технической документации (паспорту) на него;
- наличие необходимой арматуры и оборудования;
- исправность лестниц и помостов;
- чистоту внутренней поверхности резервуара;
- отсутствие деформаций стенок поясов и днищ, препятствующих проведению измерений параметров резервуара.

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

10.2 Определение степени наклона резервуара

10.2.1 Угол наклона резервуара, φ , ° угл., в соответствии с рисунком А.2 определяют в следующей последовательности:

10.2.1.1 Тахеометр 7 устанавливают на нижней образующей резервуара в точке А как можно ближе к переднему днищу резервуара и горизонтируют.

10.2.1.2 Тахеометр поднимают на высоту (1500 ± 100) мм и измеряют высоту визирной линии h_1 измерительной рулеткой с грузом или нивелирной рейкой. Показание рулетки или рейки отсчитывают с точностью до 1 мм. Измерения проводят дважды. Расхождение между результатами двух измерений не должно быть более 2 мм;

10.2.1.3 Веху 5 устанавливают в точке В на нижней образующей резервуара как можно дальше от точки А и поднимают на высоту h_1 , измеренную в 10.2.1.2, отсчитываемую от нижней образующей резервуара до перекрестия «+» вехи;

10.2.1.4 Визирную линию тахеометра 3 (рисунок А.2) направляют к перекрестию вехи и по вертикальной шкале тахеометра отсчитывают угол наклона резервуара φ с точностью до 0,1".

10.2.1.5 Измерения проводят не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно быть более 0,2".

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

10.3 Определение внутреннего диаметра пояса резервуара

10.3.1 Внутренний диаметр (далее – диаметр) пояса резервуара измеряют в трех его сечениях: среднем, находящемся в середине пояса, правом и левом, расположенным на расстоянии от 50 до 100 мм от сварных швов, причем в каждом сечении – во взаимно перпендикулярных направлениях.

10.3.2 Диаметр пояса в горизонтальном направлении определяют по результатам измерений горизонтальных радиусов в сечениях, расположенных в среднем, справа и слева от тахеометра.

10.3.3 Горизонтальные радиусы в k -ом сечении пояса справа $R_{\text{п}}^k$ и слева $R_{\text{л}}^k$ измеряют в следующей последовательности (рисунок А.3):

10.3.3.1 Тахеометр устанавливают в k -ом сечении пояса над нижней образующей резервуара (грузик отвеса тахеометра должен быть совмещен с нижней образующей резервуара), приводят в рабочее положение и настраивают.

10.3.3.2. Визирную линию тахеометра перемещают вверх и вниз относительно точки A_j (рисунок А.3). Максимальное показание шкалы тахеометра в точке A_1 соответствует радиусу $R_{\text{п}}^k$ пояса.

Значение радиуса в j -ой точке на стенке пояса A_j $(R_{\text{п}}^k)_j$ рассчитывает тахеометр в соответствии с программой, заложенной в нем, по формуле

$$(R_{\text{п}}^k)_j = AA_j \cdot \cos \alpha_j, \quad (4)$$

где AA_j – расстояние от тахеометра до точки A_j на стенке пояса;

α_j – вертикальный угол, соответствующий наклонному расстоянию. Максимальное значение радиуса $(R_{\text{п}}^k)_j$, вычисленное по формуле (4), соответствует радиусу в k -ом сечении $R_{\text{п}}^k$.

10.3.3.3 Выполняя аналогичные процедуры, изложенные в 10.3.3.1 – 10.3.3.3, определяют левый радиус $R_{\text{л}}^k$.

10.3.3.3 Устанавливая тахеометр на нижней образующей резервуара по линии OO' и выполняя аналогичные процедуры, изложенные в 11.3.3.1 – 11.3.3.3, измеряют горизонтальные радиусы 2-го, 3-го, ..., n -го поясов резервуара.

10.3.3.6 Результаты вычисления радиусов поясов $R_{\text{п}}^k$, $R_{\text{л}}^k$ по формуле (4), определенные до одного миллиметра вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

10.3.4 Диаметр пояса в вертикальном направлении определяют по результатам измерений расстояния от нижней образующей резервуара до визирной линии тахеометра, установленного по 10.3.3, при горизонтальном её направлении $h_{\text{т}}$ (рисунок А.4) и расстояния по вертикали от тахеометра до верхней образующей резервуара $h_{\text{в}}$ в следующей последовательности (рисунок А.4):

10.3.4.1 Измеряют в k -ом сечении пояса расстояние $h_{\text{т}}^k$ с применением измерительной рулетки с грузом. Показание рулетки отсчитывают с погрешностью до 1 мм. Измерения проводят не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно быть более 2 мм. Среднее арифметическое значение результатов измерений в k -ом сечении пояса, округленное до целого миллиметра, вводят в память тахеометра.

10.3.4.2 Измеряют в k -ом сечении пояса расстояние $h_{\text{в}}^k$, направляя визирную линию тахеометра в верхнюю образующую резервуара (в зенит). Перемещая визирную линию от

точки С вправо и влево, снимают максимальное показание тахеометра, соответствующее значению h_B^k .

Измерения проводят не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно быть более 2 мм. Среднее арифметическое значение результатов измерений в k -ом сечении пояса, округленное до целого миллиметра, вводят в память тахеометра.

10.3.4.3 Диаметр пояса в вертикальном направлении в k -ом его сечении D_2^k , мм, вычисляет тахеометр по формуле

$$D_2^k = h_T^k + h_B^k, \quad (5)$$

где h_T^k - среднее арифметическое значение расстояния h_T , в k -ом сечении пояса, определенное в 10.3.4.1, мм;

h_B^k – среднее арифметическое значение расстояния h_B в k -ом сечении пояса, определенное в 10.4.3.2, мм.

10.3.4.4 Выполняя аналогичные процедуры, изложенные в 10.3.4.1 – 110.3.4.3, измеряют диаметры поясов резервуара в вертикальном направлении.

10.3.4.5 Результаты вычисления диаметров поясов в вертикальном направлении D_2^k , округленные до целого миллиметра, вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

10.4 Измерение внутренней длины резервуара

10.4.1 Внутреннюю длину резервуара L_p , мм, измеряют лазерным дальномером в соответствии с рисунком А.5 в следующей последовательности:

а) дальномер на высоте (1500 ± 100) мм, отсчитываемой от нижней образующей резервуара, прижимают к переднему днищу резервуара;

б) отсчитывают показание дальномера с точностью до 1 мм;

в) измерения проводят не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений должно быть не более 2 мм;

г) за действительное значение длинны резервуара принимают среднее арифметическое значение результатов двух измерений, округленное до целого миллиметра.

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

10.5 Измерение координаты точки измерения уровня и базовой высоты резервуара

10.5.1 Координату точки измерения уровня и базовой высоты резервуара l_3 , мм, измеряют в следующей последовательности (рисунок А.6):

а) измерительную рулетку с грузом опускают через измерительный люк 3 до точки касания нижней образующей резервуара грузом рулетки и отмечают её мелом или графитным стержнем;

б) устанавливают лазерный дальномер в стык переднего днища резервуара 7 и нижней образующей резервуара;

в) устанавливают рейку 1 в точку касания нижней образующей резервуара грузом рулетки 5 (рисунок А.6) вертикально и отсчитывают показание дальномера L_d с точностью до

1 мм. Измерения проводят не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений должно быть не более 2 мм.

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

10.6 Измерение параметров «мертвой» полости резервуара

10.6.1 Высоту «мертвой» полости резервуара $h_{мп}$, мм, в соответствии с рисунком А.7, измеряют измерительной линейкой в следующей последовательности:

- а) вдоль хорды АВ устанавливают нивелирную рейку (или измерительную рулетку);
- б) измеряют высоту «мертвой» полости резервуара $h_{мп}$ с применением измерительной линейки. Отсчитывают показание линейки с точностью до 1 мм. Измерения проводят не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений должно быть не более 2 мм.

П р и м е ч а н и е – При невозможности измерений значение высоты «мертвой» полости может быть принято по документации на резервуар.

10.6.2 Длину приемо-раздаточного патрубка (ПРП) $l_{мп}$, мм, измеряют измерительной рулеткой. Показание измерительной рулетки отсчитывают с точностью до 1 мм. Измерения проводят дважды. Расхождение между результатами двух измерений не должно быть более 2 мм.

10.6.3 Толщину стенки ПРП δ_n , мм, измеряют ультразвуковым толщиномером А1207 взаимно- перпендикулярных направлениях. Показания толщиномера отсчитывают с точностью до 0,1 мм.

10.6.4 Результаты измерений $h_{мп}$, $l_{мп}$, δ_n вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

10.7 Определение объема внутренних деталей

10.7.1 Объем внутренних деталей, находящихся в резервуаре, определяют по результатам измерений их размеров при помощи штангенциркуля, линейки или по рабочим чертежам с указанием их расположения по высоте от плоскости, принятой за начало отсчета.

11.7.2 Площадь поперечного сечения внутренней детали (уторный уголок), изготовленной из уголкового профиля (рисунок А.8), определяют по результатам измерений длины полки l_1 , высоты профиля l_2 , толщины полки δ_n и толщины стенки δ_c .

Величины l_1 , l_2 , δ_n , δ_c измеряют штангенциркулем. Показания штангенциркуля отсчитывают с точностью до 0,2 мм. Измерения проводят не менее двух раз. Расхождение между результатами измерений должно быть не более 0,5 мм.

10.7.3 Результаты измерений l_1 , l_2 , δ_n , δ_c вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

10.7.4 Площадь поперечного сечения внутренней детали (кольцо жесткости), изготовленной из таврового профиля (рисунок А.9), определяют по результатам измерений высоты профиля h_t , размеров полки профиля: длинны v_n , толщины δ_n полки и расстояний v_n' , v_n'' .

Вышеуказанные величины измеряют штангенциркулем. Показания штангенциркуля отсчитывают с точностью до 0,2 мм. Измерения проводят не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений должно быть не более 1 мм.

Результаты измерений h_t , v_n , δ_n , v_n' , v_n'' вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

10.7.5 Объем внутренней детали цилиндрической формы определяют по результатам измерений диаметра $d_{ва}$, мм, и высоты внутренней детали $h_{ва}$, мм, нижней h_n , мм, и верхней h_v , мм, границы детали, отсчитываемые от плоскости, принятой за начало отсчета.

Примечание – В случае невозможности измерения верхней границы внутренней детали, значение её допускается принимать по технической документации на резервуар.

Результаты измерений $d_{ва}$, $h_{ва}$, h_n , h_v вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

10.8 Измерение базовой высоты резервуара

10.8.1 Базовую высоту резервуара $H_б$, мм, измеряют измерительной рулеткой с грузом через измерительный люк резервуара. Отсчитывают показание шкалы рулетки с точностью до 1 мм. Измерения проводят не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений должно быть не более 2 мм.

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

10.8.3 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 и трубопроводов.

10.8.4 Допускается измерение базовой высоты резервуара при наличии жидкости в нем до произвольного уровня.

Результат измерений базовой высоты резервуара не должен отличаться от её значения, указанного в протоколе поверки резервуара, более чем на 0,1 %.

Если это условие не выполняется, то резервуар освобождают от жидкости и проводят повторное измерение базовой высоты резервуара.

Результаты измерений базовой высоты оформляют актом, форма которого приведена в приложении Д.

При изменении базовой высоты по сравнению с её значением, установленном при поверке резервуара, более чем на 0,1 % устанавливают причину и устраняют её. При отсутствии возможности устранения причины проводят внеочередную поверку резервуара.

11 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

11.1 Обработку результатов измерений проводят в соответствии с приложением В.

11.2 Результаты вычислений вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Г.

11.3 Составление градуировочной таблицы.

11.3.1 Градуировочную таблицу составляют, используя формулы (В.26), (В.29) приложения В, с шагом $\Delta H = 1$ см, начиная от плоскости принятой за начало отсчета, до предельного уровня наполнения резервуара $H_{пр}$.

11.3.2 При наличии внутренней детали градуировочную таблицу составляют вычитанием из посантиметровой вместимости резервуара объема внутренней детали, приходящаяся на 1 см уровня наполнения, вычисляемого по формуле (В.19) или формулам (В.20), (В.21), начиная с высоты расположения внутренней детали в пределах её высоты.

11.3.3 Результаты расчетов при составлении градуировочной таблицы вносят в таблицу Г.1 приложения Г.

11.3.4 При составлении градуировочной таблицы значения сантиметровой вместимости резервуара округляют до целого числа при расчете в дм³, до третьего знака после запятой- при расчете в м³.

11.3.5 В пределах каждого шага (изменения уровня наполнения резервуара на 1 см) вычисляют коэффициент вместимости θ_i , равный вместимости, приходящейся на 1 мм высоты наполнения, по формуле

$$\theta_i = \frac{V_i - V_{i-1}}{10},$$

где V_i, V_{i-1} - вместимости резервуара, соответствующие уровням H_i, H_{i-1} и вычисленные по формулам (В.26), (В.29), м³.

11.3.6 Значения посантиметровой вместимости резервуара, указанные в градуировочных таблицах, соответствуют температуре 20 °С.

11.3.7 Порядок расчета при составлении градуировочной таблицы

11.3.7.1 Обработка результатов поверки может быть проведена ручным способом или с использованием ЭВМ.

11.3.7.2 Результаты измерений оформляют протоколом поверки.

11.3.7.3 Протокол поверки является входным документом при расчете градуировочной таблицы на ЭВМ.

11.3.7.4 Требования к машинному алгоритму обработки результатов измерений:

- вместимость резервуара, приходящуюся на 1 см высоты наполнения, вычисляют последовательным суммированием значений вместимостей, приходящихся на 1 мм высоты наполнения;

- последовательно суммируя значения вместимостей каждого миллиметра наполнения, вычисляют вместимость резервуара с интервалом 1 см.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Положительные результаты поверки резервуара оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной [6].

12.2 К свидетельству о поверке прилагают:

а) градуировочную таблицу;
б) протокол поверки (оригинал прикладывают к первому экземпляру градуировочной таблицы);

в) эскиз резервуара;

г) журнал обработки результатов измерений при поверке (только в случае проведения расчетов вручную);

д) акт измерений базовой высоты (прикладывается ежегодно по результатам измерения базовой высоты).

12.3 Формы титульного листа градуировочной таблицы и градуировочной таблицы приведены в приложении Д. Форма протокола поверки резервуара приведена в приложении

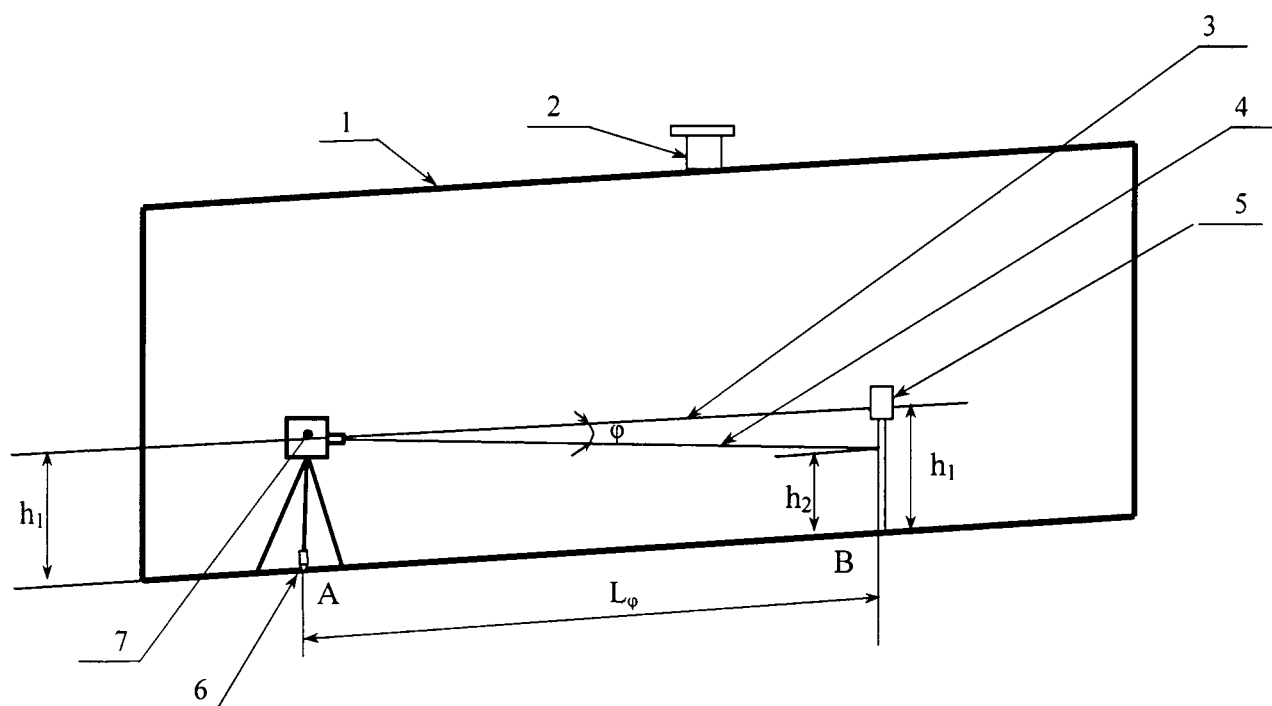
Б. Форма акта измерений базовой высоты резервуара, составленного при ежегодных её измерениях, приведена в приложении Е.

Протокол подписывают поверитель и лица, принявшие участие в проведении измерений параметров резервуара.

Титульный лист и последнюю страницу градуировочной таблицы подписывает поверитель. Подписи поверителя заверяют оттисками поверительного клейма. Документы, указанные в 12.2, в том числе документы, сформированные методом ручных вычислений и ручной обработки данных, пронумеровывают сквозной нумерацией, прошнуровывают, концы шнура прикрепляют к последнему листу и на месте наклейки наносят оттиск поверительного клейма.

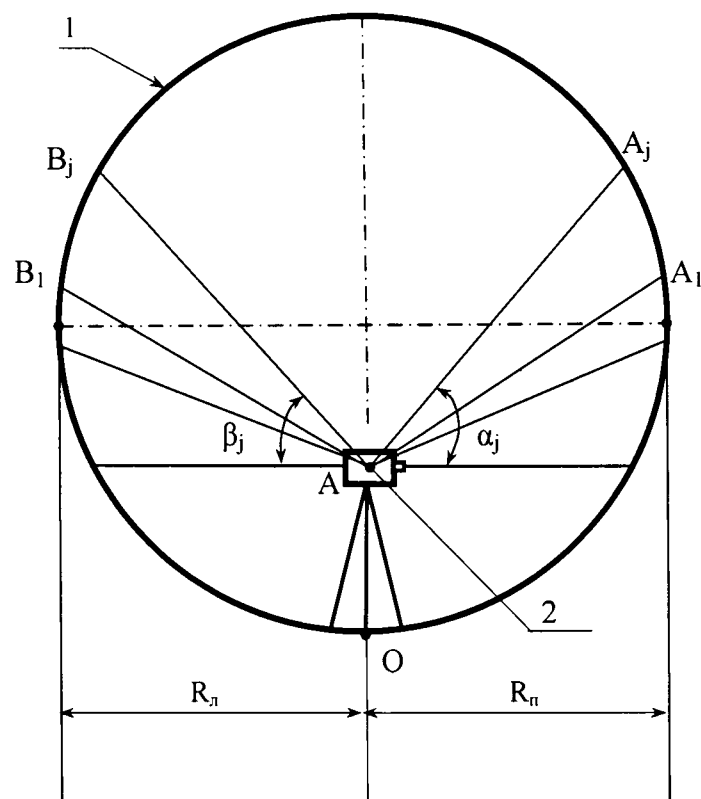
12.4 Градуировочные таблицы на резервуары утверждает руководство органа государственной метрологической службы, аккредитованной на право поверки, или руководитель аккредитованной на право поверки метрологической службы юридического лица.

12.5 Программа расчета градуировочных таблиц на ЭВМ по настоящей рекомендации разработана и аттестована ФГУП «ВНИИР» ГНМЦ.



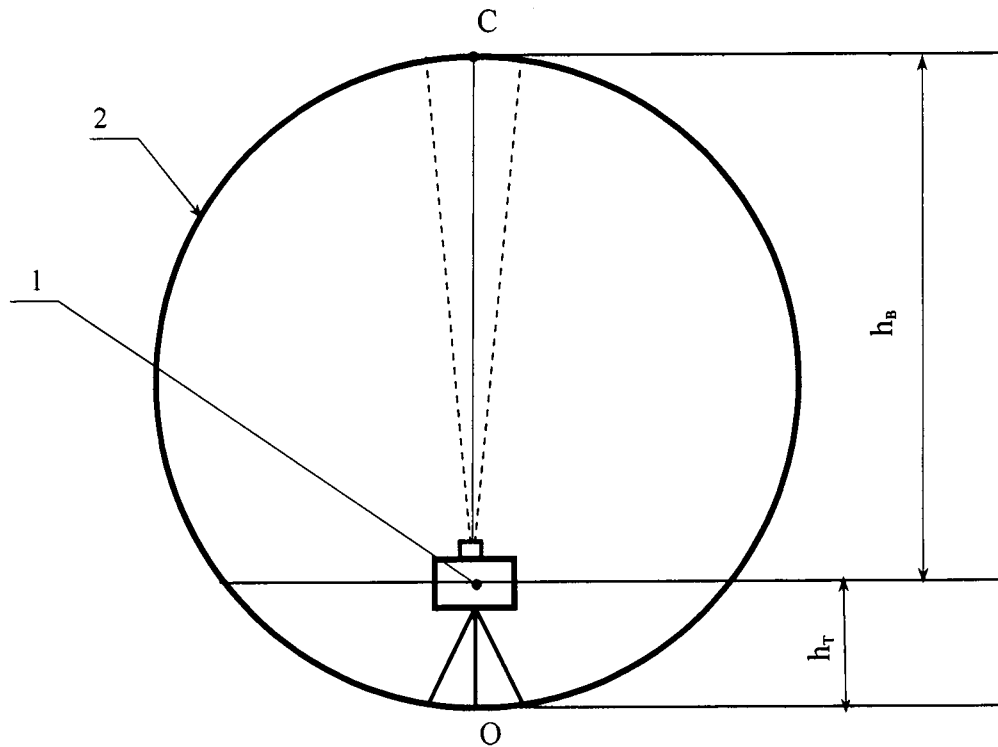
1 — верхняя образующая резервуара; 2 — измерительный люк; 3 — визирная линия, параллельная образующей резервуара; 4 — визирная линия, соответствующая вертикальному углу, равному нулю; 5 — вежа; 6 — отвес тахеометра; 7 — тахеометр; h_1 — высота визирной линии в точке А; h_2 — высота визирной линии в точке В; φ — угол наклона резервуара; L_φ — расстояние между точками измерений А и В.

Рисунок А.2 — Схема измерения угла наклона резервуара.



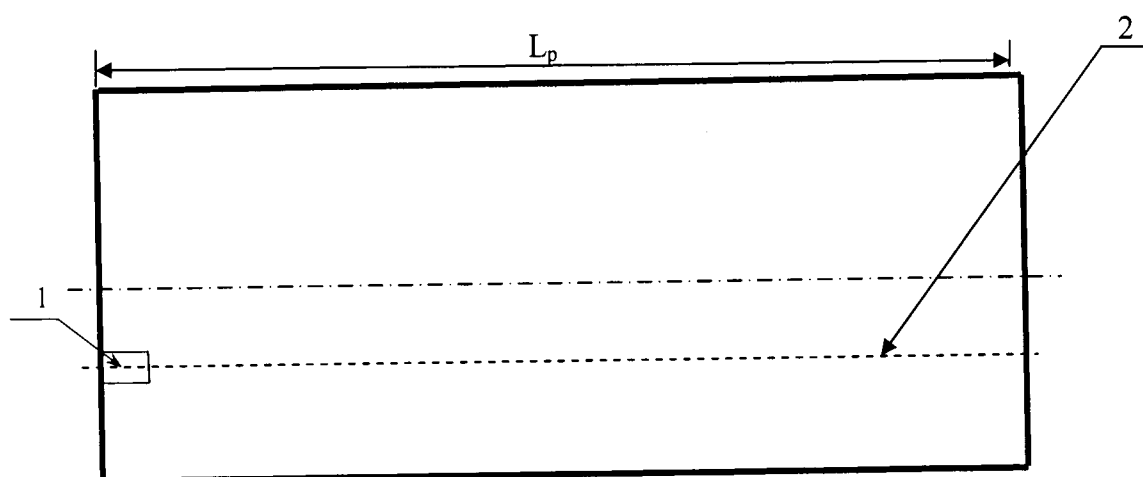
1 – стенка резервуара; 2- тахеометр; О – точка на нижней образующей резервуара; $R_{л}$, $R_{п}$ – радиусы пояса; α_j , β_j – вертикальные углы.

Рисунок А.3 – Схема измерений радиуса пояса резервуара.



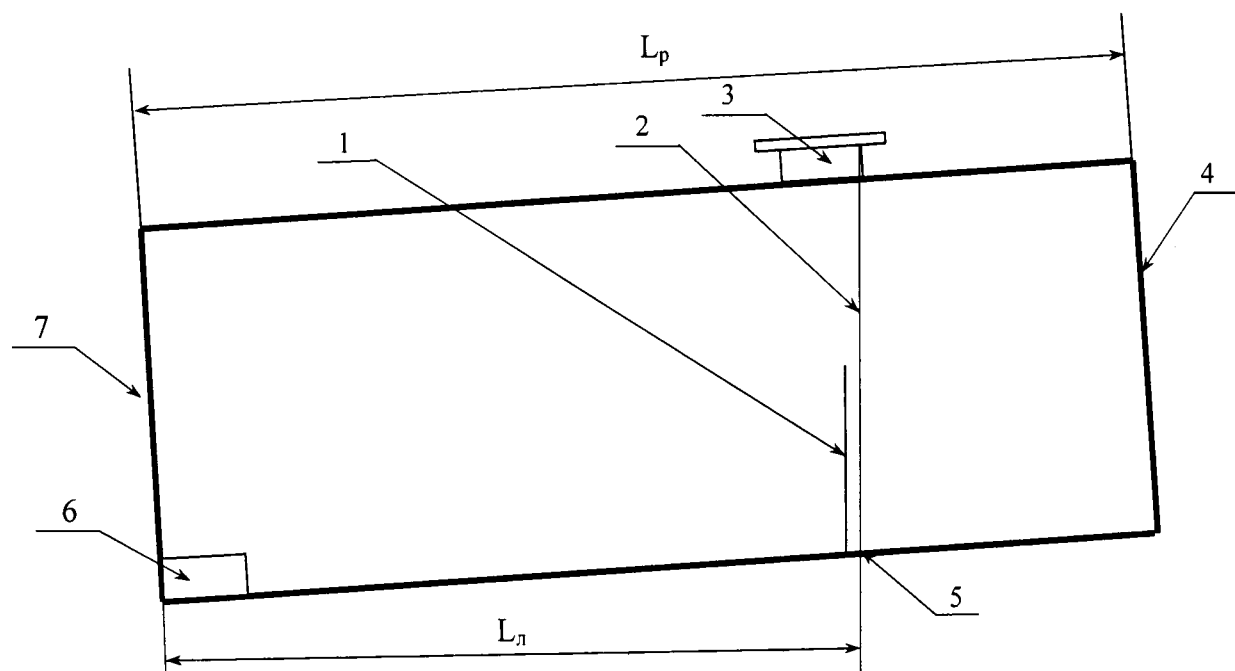
1 – тахеометр; 2 – стенка резервуара; OC – диаметр пояса резервуара в вертикальном направлении; h_r – высота визирной линии; h_v – высота от тахеометра до верхней образующей резервуара.

Рисунок А.4 – Схема измерений вертикального диаметра пояса резервуара.



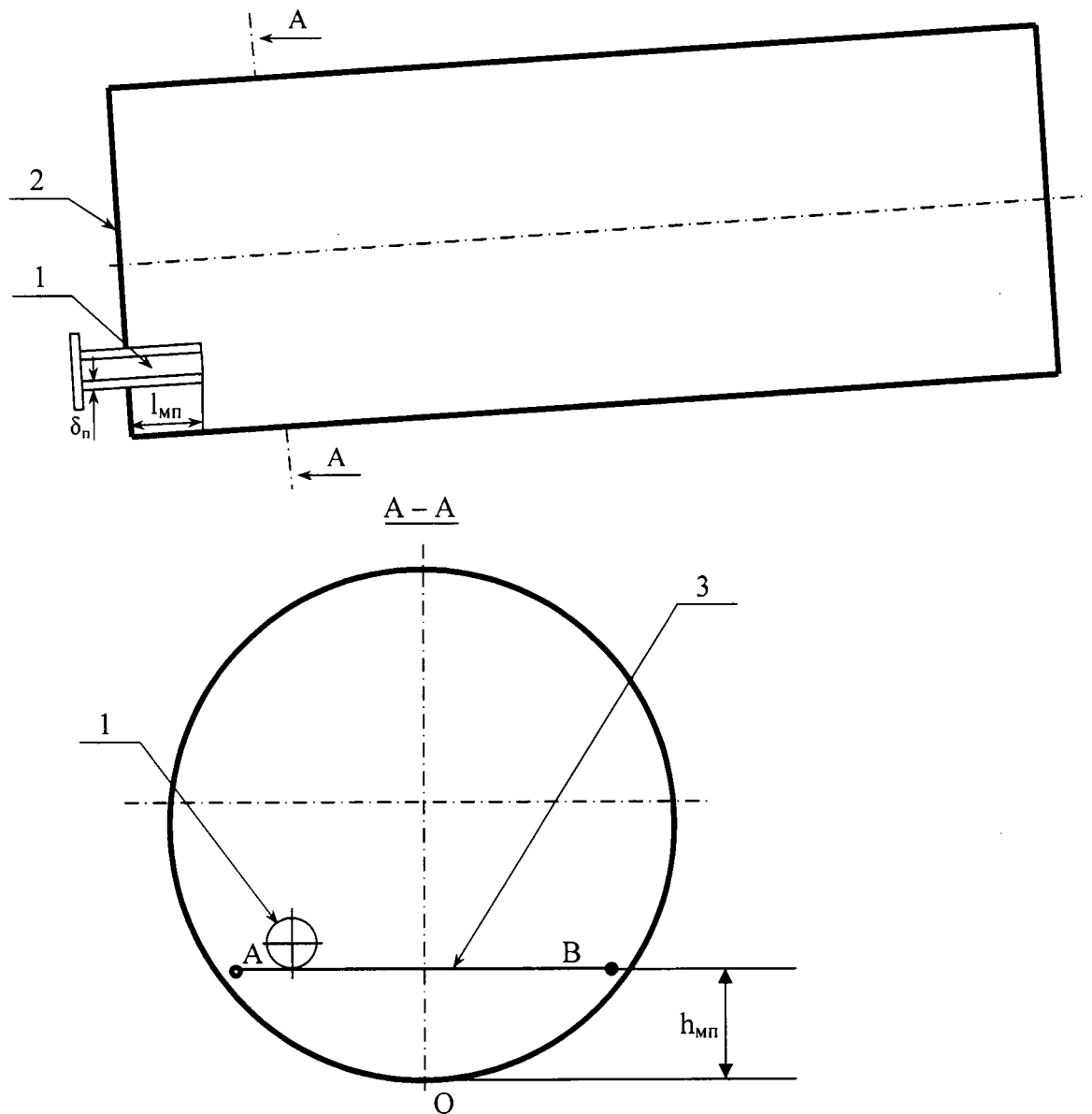
1 –лазерный дальномер; 2 – визирная линия дальномера;
 L_p – внутренняя длина резервуара.

Рисунок А.5 – Схема измерения длины резервуара.



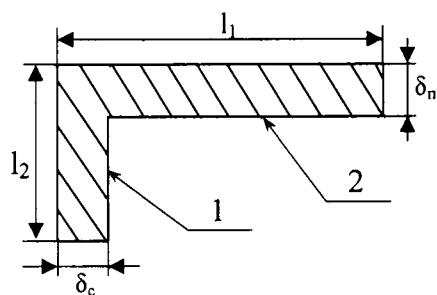
1 – рейка нивелирная, установленная в точке касания нижней образующей резервуара грузом рулетки; 2 – базовая высота резервуара (H_6); 3 – измерительный люк резервуара; 4 – заднее днище резервуара; 5 – точка касания нижней образующей резервуара грузом рулетки; 6 – лазерный нивелир; 7 – переднее днище резервуара; L_p – длина резервуара; L_l – координата точки измерения уровня и базовой высоты резервуара.

Рисунок А.6 – Схема измерения координаты точки измерений уровня и базовой высоты резервуара.



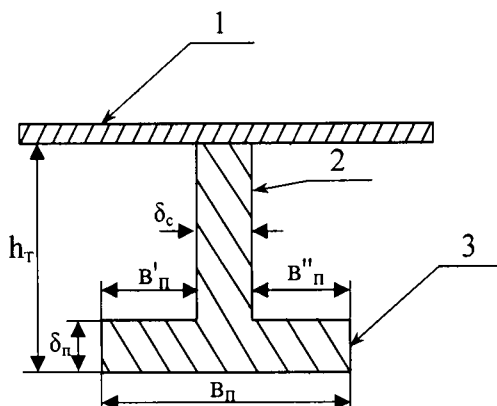
1 – приемно-раздаточный патрубок (ПРП); 2 – переднее днище резервуара; 3 – нивелирная рейка; $h_{мп}$ – высота «мертвой» полости резервуара; O – точка в нижней образующей резервуара; AB – хорда, проходящая по нижней образующей ПРП; $l_{мп}$ – длина ПРП; δ_n – толщина стенки ПРП.

Рисунок А.7 – Схема измерения высоты «мертвой» полости резервуара.



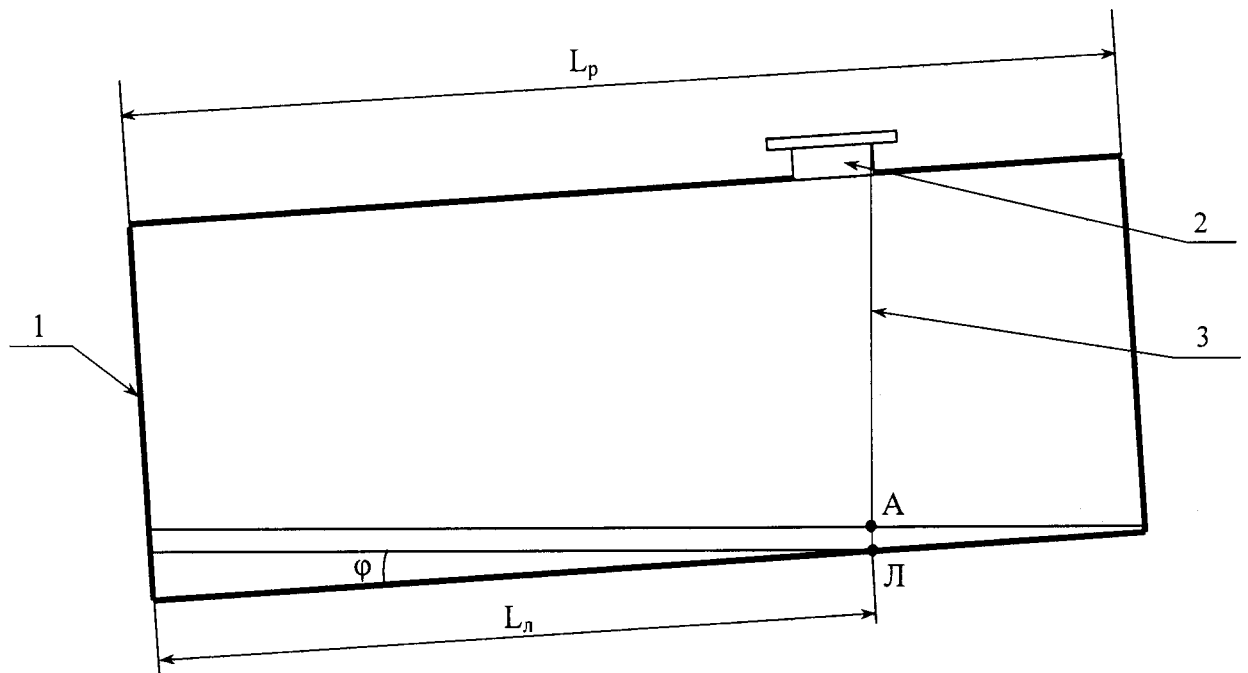
1 – стенка (высота) профиля; 2 – полка профиля; δ_n – толщина полки; l_1 – длина полки; l_2 – высота профиля.

Рисунок А.8 – Схема измерения углового профиля.



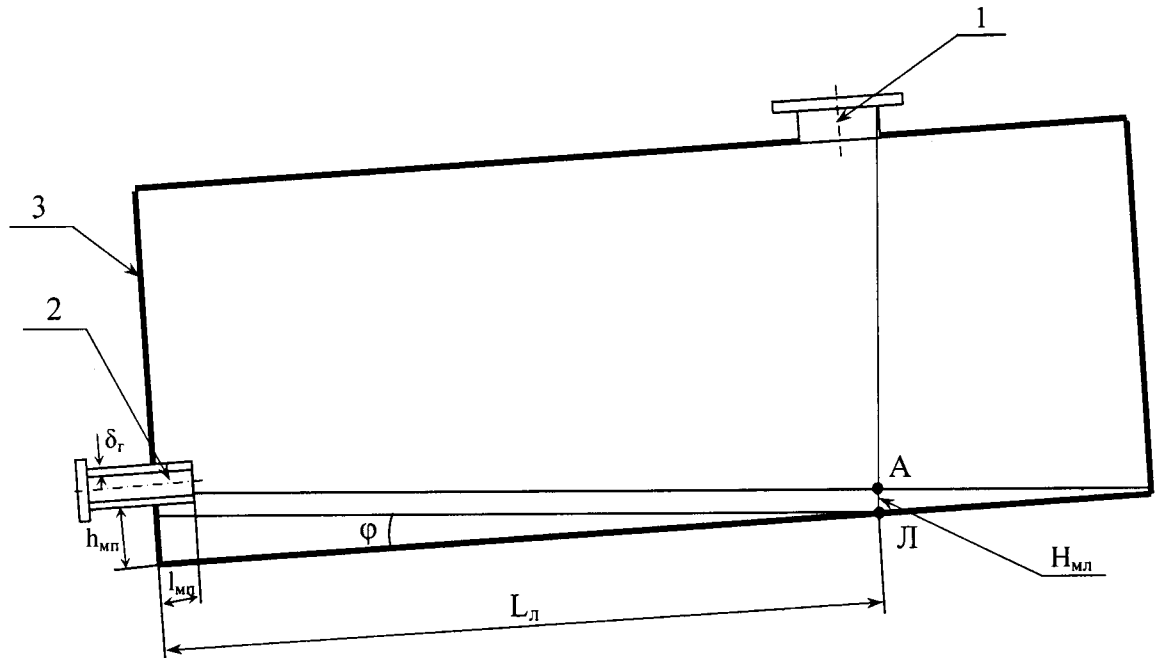
1 – стенка резервуара; 2 – стенка профиля; 3 – полка профиля; $B_п$, δ_n – длина и толщина полки; $h_т$ – высота профиля; δ_c – толщина стенки; $B'_п$, $B''_п$ – расстояния от торцов полки до стенки профиля.

Рисунок А.9 – Схема измерения таврового профиля.



1 – переднее днище резервуара; 2 – измерительный люк резервуара; 3 – базовая высота резервуара (H_b); AL – отрезок, соответствующий исходному уровню ($H_{и}$); L_p – длина резервуара; L_l – координата точки измерения уровня и базовой высоты резервуара; φ – угол наклона резервуара.

Рисунок А.10 – Схема определения исходного уровня.



1 – измерительный люк резервуара; 2 – приемно-раздаточный патрубок (ПРП); 3 – переднее днище резервуара; δ_p – толщина стенки ПРП; $h_{мп}$ – высота ПРП; $l_{мп}$ – длина ПРП; φ – угол наклона резервуара; $L_{л}$ – координата точки измерения уровня и базовой высоты резервуара; Л – точка касания плоскости, принятой за начало отсчета, грузом рулетки; $H_{мл}$ (отрезок АЛ) – уровень, соответствующий высоте «мертвой» полости резервуара.

Рисунок А.11 – Схема определения уровня, соответствующего высоте «мертвой» полости резервуара.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Форма протокола поверки резервуара

ПРОТОКОЛ поверки резервуара

Т а б л и ц а Б.1 - Общие данные

Регистрационный номер	Дата поверки			Основание для проведения поверки
	число	месяц	год	
1	2	3	4	5

Продолжение таблицы Б.1

Место проведения поверки	Средства поверки
6	7

Окончание таблицы Б.1

Резервуар				
Тип	Номер	Форма днищ	Назначение	Погрешность определения вместимости резервуара, %
8	9	10	11	12
П р и м е ч а н и е – Значение вместимости (графа 2) принимают по градуировочной таблице резервуара, исходя из уровня наполнения резервуара.				

Т а б л и ц а Б.2 - Условия проведения измерений при поверке

Температура воздуха в резервуаре, °С	Загазованность в резервуаре, мг/м ³

Т а б л и ц а Б.3 - Угол наклона резервуара

В угловых секундах	
1-е измерение	2 - измерение

Т а б л и ц а Б.4 –Горизонтальные радиусы поясов $R_{\text{п}}$, $R_{\text{л}}$ В миллиметрах

Сечение пояса	Направление измерения	Номер измерения	Номер пояса											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Правое	Правый радиус	1												
		2												
	Левый радиус	1												
		2												
Среднее	Правый радиус	1												
		2												
	Левый радиус	1												
		2												
Левое	Правый радиус	1												
		2												
	Левый радиус	1												
		2												

Окончание таблицы Б.4

В миллиметрах

Сечение пояса	Направление измерения	Номер измерения	Номер пояса											
			13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Правое	Правый радиус	1												
		2												
	Левый радиус	1												
		2												
Среднее	Правый радиус	1												
		2												
	Левый радиус	1												
		2												
Левое	Правый радиус	1												
		2												
	Левый радиус	1												
		2												

Т а б л и ц а Б.5 –Вертикальные диаметры поясов D₂

В миллиметрах

Сече- ние пояса	Номер изме- рения	Номер пояса											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Правое	1												
	2												
Сред- нее	1												
	2												
Левое	1												
	2												
Правое	1												
	2												
Сред- нее	1												
	2												
Левое	1												
	2												

Окончание таблица Б.5

В миллиметрах

Сечение пояса	Номер изме- рения	Номер пояса											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Правое	1												
	2												
Среднее	1												
	2												
Левое	1												
	2												
Правое	1												
	2												
Среднее	1												
	2												
Левое	1												
	2												

Т а б л и ц а Б.6 – Внутренняя длина резервуара

В миллиметрах

1-е измерение	2 - измерение

Т а б л и ц а Б.7 – Координата точки измерения уровня и базовой высоты резервуара
В миллиметрах

Измеряемый параметр	Номер измерения	Показание лазерного дальномера
Расстояние от переднего днища резервуара до рейки $L_{\text{л}}$	1	
	2	

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

Измеряемый параметр	Номер измерения	Показание линейки, измерительной рулетки, мм
Высота прямо-раздаточного патрубка (ПРП) $h_{\text{мп}}$	1	
	2	
Длина прямо-раздаточного патрубка (ПРП) $l_{\text{мп}}$	1	
	2	
Толщина стенки прямо-раздаточного патрубка $\delta_{\text{п}}$	1	
	2	

Таблица Б.9 – Угловой профиль

Число профиля m	Номер измерения	Длина полки l_1 , мм	Длина стенки l_2 , мм	Толщина полки $\delta_{\text{п}}$, мм	Толщина стенки $\delta_{\text{с}}$, мм
	1				
	2				

Т а б л и ц а Б.10 – Тавровый профиль

Число профиля m	Номер измерения	Высота профиля $h_{\text{т}}$, мм	Размер полки профиля, мм			
			Длина $v_{\text{п}}$	Толщина $\delta_{\text{п}}$	Расстояние	
					$v'_{\text{п}}$	$v''_{\text{п}}$
	1					
	2					

Т а б л и ц а Б.11 – Объемы внутренних деталей цилиндрической (прямоугольной) формы
В миллиметрах

Диаметр	Длина	Высота от плоскости, принятой за начало отсчета уровня жидкости	
		нижняя граница	верхняя граница

Т а б л и ц а Б.12 – Объемы внутренних деталей прочей формы

Объем, м³	Поперечное сечение детали		Высота от плоскости, принятой за начало отсчета уровня жидкости	
	площадь	высота	нижняя граница	верхняя граница

Т а б л и ц а Б.13 – Базовая высота резервуара

В миллиметрах

Измеряемый параметр	Номер измерения	Показание измерительной рулетки с лотом
Базовая высота резервуара H_6	1	
	2	

Должность

Подпись поверителя, оттиск
поверочного клейма

Инициалы, фамилия

Должности

Подписи

Инициалы, фамилии

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Обработка результатов измерений

В.1 Вычисление угла наклона резервуара

В.1.1 Угол наклона резервуара φ , угл. сек, вычисляют по формуле

$$\varphi = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}, \quad (\text{В.1})$$

где φ_1, φ_2 – результаты измерений угла наклона резервуара по 10.2, угл. сек.

В.1.2 Степень наклона резервуара η вычисляют по формуле (1).

В.1.3 Результат вычисления η вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Г.

В.2 Вычисление внутреннего диаметра пояса

В.2.1 Внутренний диаметр (далее – диаметр) i -го пояса резервуара в каждом из трех сечений во взаимно перпендикулярных:

- в горизонтальном направлении D_{1i}^k , мм, вычисляют по формуле

$$D_{1i}^k = \frac{(R'_л)_i^k + (R'_п)_i^k + (R''_л)_i^k + (R''_п)_i^k}{2}; \quad (\text{В.2})$$

используя результаты измерений по 10.3.2, мм;

- в вертикальном направлении D_{2i}^k , мм, вычисляет тахеометр по формуле (5),

где k - соответствует обозначениям: л,с,п (л-левое, с-среднее, п – правое сечение пояса);

В.2.2 Диаметры i -го пояса во взаимно перпендикулярных направлениях D_{1i}, D_{2i} вычисляются по формулам:

$$D_{1i} = \frac{D_{1i}^л + D_{1i}^с + D_{1i}^п}{3 \cdot \sqrt{1 + \eta^2}}, \quad (\text{В.3})$$

$$D_{2i} = \frac{D_{2i}^л + D_{2i}^с + D_{2i}^п}{3}, \quad (\text{В.4})$$

где $D_{1,2}^л, D_{1,2}^с, D_{1,2}^п$ - диаметры в трех сечениях пояса во взаимно перпендикулярных направлениях, вычисляемые по формулам (В.2), (4);

η – степень наклона резервуара, определенная по В.1.

В.2.3 Диаметр i -го пояса вычисляют по формуле

$$D_i = \frac{D_{1i} + D_{2i}}{2}. \quad (\text{В.5})$$

В.3 Вычисление диаметра резервуара

В.3.1 Диаметр резервуара D , мм, приведённый к температуре 20°C, вычисляют по формуле

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \cdot [1 + \alpha_{\text{ст}} (20 - t)], \quad (\text{В.6})$$

где D_i – диаметр i -го пояса, вычисляемый по формуле (В.5), мм;

n – число поясов;

$\alpha_{\text{ст}}$ – коэффициент линейного расширения материала резервуара, $1/^\circ\text{C}$. Его значение принимают по технической документации на резервуар. При отсутствии данных значение $\alpha_{\text{ст}}$ принимают равным $12,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$;

t – температура окружающего воздуха, при которой были проведены измерения, $^\circ\text{C}$.

В.3.2 Результат вычисления D по формуле (В.6) вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Г.

В.4 Вычисление внутренней длины резервуара

В.4.1 Внутреннюю длину резервуара (далее – длину резервуара) L_p , мм, вычисляют по формуле

$$L_p = \frac{L'_p + L''_p}{2} \cdot [1 + \alpha_{\text{ст}} (20 - t)], \quad (\text{В.7})$$

где L'_p, L''_p – результаты измерений длины резервуара по 10.4, мм.

В.4.2 Результат вычисления L_p вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Г.

В.5 Вычисление координаты точки измерения уровня и базовой высоты резервуара

В.5.1 Координату точки измерения уровня и базовой высоты резервуара L_n , мм, вычисляют по формуле

$$L_n = \frac{L'_n + L''_n}{2} \cdot [1 + \alpha_{\text{ст}} (20 - t)], \quad (\text{В.8})$$

где L'_n, L''_n – результаты измерений координаты точки по 10.5, мм.

В.5.2 Результат вычисления вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Г.

В.6 Вычисление параметров «мертвой» полости

В.6.1 Высоту «мертвой» полости резервуара $h_{\text{мп}}$, мм, вычисляют по формуле

$$h_{\text{мп}} = \frac{h'_{\text{мп}} + h''_{\text{мп}}}{2}, \quad (\text{В.9})$$

где $h'_{\text{мп}}, h''_{\text{мп}}$ – результаты измерений высоты «мертвой» полости по 10.6.1, мм.

В.6.2 Длину приемо-раздаточного патрубка (ПРП) $l_{\text{мп}}$, мм, вычисляют по формуле

$$l_{\text{мп}} = \frac{l'_{\text{мп}} + l''_{\text{мп}}}{2}, \quad (\text{В.10})$$

где $l'_{\text{мп}}, l''_{\text{мп}}$ – результаты измерений длины ПРП по 10.6.2, мм.

В.6.3 Толщину стенки ПРП δ_n , мм, вычисляют по формуле

$$\delta_n = \frac{\delta'_n + \delta''_n}{2}, \quad (\text{B.11})$$

где δ'_n, δ''_n – толщины стенки ПРП, измеренные во взаимно перпендикулярных направлениях, по 10.6.3, мм.

В.7 Вычисление базовой высоты резервуара

В.7.1 Базовую высоту резервуара H_6 , мм, вычисляют по формуле

$$H_6 = \frac{H'_6 + H''_6}{2}, \quad (\text{B.12})$$

В.7.2 Результат вычисления H_6 вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Г.

В.8 Вычисление площадей поперечного сечения уголкового и таврового профилей

В.8.1 Площадь поперечного сечения уголкового профиля (рисунок А.8) S_y , м², вычисляют по формуле

$$S_y = [(l_1 - \delta_c) \cdot \delta_n + (l_2 - \delta_n) \cdot \delta_c] \cdot 10^{-6}, \quad (\text{B.13})$$

В.8.2 Площадь поперечного сечения таврового профиля (рисунок А.9) S_t , м², вычисляют по формуле

$$S_t = [(e_n - \delta_c) \cdot \delta_n + h_t \cdot \delta_c] \cdot 10^{-6}, \quad (\text{B.14})$$

где δ_c – толщина стенки, вычисляемая по формуле

$$\delta_c = e_n - (\delta'_n + \delta''_n), \quad (\text{B.15})$$

В.8.3 Результаты вычисления S_y, S_t вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Г.

В.9 Вычисление исходного уровня

В.9.1 Исходный уровень по 3.15 H_n (рисунок А.10), мм, вычисляют по формуле

$$H_n = (L_p - L_n) \cdot \frac{\eta}{\sqrt{1 + \eta^2}}, \quad (\text{B.16})$$

где L_p – длина резервуара, вычисляют по формуле (В.7), мм;

L_n – координата точки измерения уровня и базовой высоты резервуара, вычисляемая по формуле (В.8), мм;

η – степень наклона резервуара.

В.10 Вычисление уровня, соответствующего высоте «мертвой» полости резервуара

В.10.1 Уровень жидкости, соответствующий высоте «мертвой» полости резервуара $H_{мп}$ (рисунок А.11), мм, вычисляют по формуле

$$H_{\text{мп}} = \frac{(h_{\text{мп}} - \delta_{\text{п}}) - (L_{\text{л}} - l_{\text{мп}}) \cdot \eta}{\sqrt{1 + \eta^2}}, \quad (\text{В.17})$$

где $h_{\text{мп}}$ – высота «мертвой» полости резервуара, вычисляемая по формуле (В.9), мм;

$\delta_{\text{п}}$ – толщина стенки ПРП, вычисляемая по формуле (В.11), мм;

$L_{\text{л}}$ – координата точки измерения уровня и базовой высоты резервуара, вычисляемая по формуле (В.8), мм;

$l_{\text{мп}}$ – длина ПРП, вычисляемая по формуле (В.10), мм.

В.10.2 Результат вычисления $H_{\text{мп}}$ вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Г.

В.11 Вычисление предельного уровня

В.11.1 Предельный уровень, до значения которого проводят градуировку резервуара при поверке резервуара, $H_{\text{пр}}$, мм, вычисляют по формуле

$$H_{\text{пр}} = \frac{D - L_{\text{л}} \cdot \eta}{\sqrt{1 + \eta^2}}, \quad (\text{В.18})$$

где $L_{\text{л}}$ – координата точки измерения уровня и базовой высоты резервуара, вычисляемая по формуле (В.8), мм.

В.11.2 Результат вычисления $H_{\text{пр}}$ вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Г.

В.12 Вычисление объемов внутренних деталей, приходящихся на 1 см уровня налива

В.12.1 Объем вертикальной цилиндрической (прямоугольной) внутренней детали, приходящийся на 1 см уровня налива (далее – объем на 1 см уровня налива), ν_1 , м³/см, вычисляют по формуле

$$\nu_1 = S_{\text{дп}} \cdot 10^{-2}, \quad (\text{В.19})$$

где $S_{\text{дп}}$ – площадь поперечного сечения детали цилиндрической или прямоугольной (квадратной) формы, м².

В.12.2 Объем кольца жесткости (уторный уголок – по документации на резервуар), изготовленного из уголкового профиля (рисунок А.8) на 1 см уровня налива ν_2 , м³/см, вычисляют по формуле

$$\nu_2 = \frac{S_{\text{у}}(D - l_2) \cdot \pi}{D} \cdot 10^{-2}, \quad (\text{В.20})$$

где $S_{\text{у}}$ – площадь поперечного сечения уголкового профиля, вычисляемая по формуле (В.13), м²;

D – диаметр резервуара, мм;

l_2 – высота стенки (профиля), измеренная по 10.7.2, мм;

$\pi = 3,1415926$.

В.12.3 Объем кольца жесткости, изготовленного из таврового профиля (рисунок А.9) на 1 см уровня налива ν_3 , м³/см, вычисляют по формуле

$$\nu_3 = \frac{S_T(D - h_T) \cdot \pi}{D} \cdot 10^{-2}, \quad (\text{В.21})$$

где S_T – площадь поперечного сечения таврового профиля, вычисляемая по формуле (В.14), м²;

h_T – высота профиля, измеренная по 10.7.3, мм.

В.12.4 Результаты вычисления ν_1, ν_2, ν_3 вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Г.

В.13 Вычисление вместимости резервуара

В.13.1 Вместимость резервуара при уровне H , равном нулю, вычисляют по формуле

$$V_0 = \frac{D^3}{8 \cdot 10^9 \cdot \eta} \cdot \left(\sin \alpha_0 - \frac{\sin^3 \alpha_0}{3} - \alpha_0 \cdot \cos \alpha_0 \right) - V'_{\text{вд}}, \quad (\text{В.22})$$

где D – диаметр резервуара, вычисляемый по формуле (В.6), мм;

η – степень наклона резервуара, вычисляемая по формуле (1);

$V'_{\text{вд}}$ – объем внутренних деталей в пределах уровня H_n , м³;

α_0 – угол, вычисляемый по формуле

$$\alpha_0 = \arccos(1 - 2 \cdot z_0), \quad (\text{В.23})$$

где z_0 – безразмерная величина.

Величину z_0 вычисляют по формуле

$$z_0 = \frac{L_p \cdot \eta - H_n \cdot \sqrt{1 + \eta^2}}{D}, \quad (\text{В.24})$$

где H_n – исходный уровень, вычисляемый по формуле (В.16), мм;

$V'_{\text{вд}}$ – объем внутренних деталей, находящихся ниже плоскости, принятой за начало отсчета, м³.

Формула (В.24) с учетом выражения (В.16) получает вид:

$$z_0 = \frac{L_n \cdot \eta}{D}, \quad (\text{В.25})$$

где L_n – координата точки отсчета уровня и базовой высоты резервуара, вычисляемый по формуле (В.8), мм.

Результат вычисления V_0 по формуле (В.22) вносят в журнал, форма которого приведена в приложении Г.

В.13.2 Вместимость резервуара $V(H)_1$, м³, в пределах исходного уровня вычисляют по формуле

$$V(H)_1 = \frac{D^3}{8 \cdot 10^9 \cdot \eta} \cdot \left(\sin \alpha - \frac{\sin^3 \alpha}{3} - \alpha \cdot \cos \alpha \right) - V''_{\text{вд}}, \quad (\text{В.26})$$

где α – угол, вычисляемый по формуле

$$\alpha = \arccos(1 - 2 \cdot z), \quad (\text{В.27})$$

$V''_{\text{вд}}$ - объем внутренних деталей в пределах уровня $H_{\text{и}}$, м³.

Величину z вычисляют по формуле

$$z = \frac{L_{\text{л}} \cdot \eta - H \cdot \sqrt{1 + \eta^2}}{D}, \quad (\text{B.28})$$

где $L_{\text{л}}$ – координата точки измерения уровня и базовой высоты резервуара, вычисляемая по формуле (B.8), мм;

η – степень наклона резервуара, вычисляемая по формуле (1);

H – уровень, отсчитываемый от плоскости, принятой за начало отсчета уровня, до уровня $H_{\text{и}}$, мм.

В.13.3 Вместимость резервуара выше исходного уровня $V(H)_2$, м³, вычисляют по формуле

$$V(H)_2 = \frac{D^3}{8 \cdot 10^9 \cdot \eta} \cdot \left[\left(\sin \alpha - \frac{\sin^3 \alpha}{3} - \alpha \cdot \cos \alpha \right) - \left(\sin \beta - \frac{\sin^3 \beta}{3} - \beta \cdot \cos \beta \right) \right] - V_{\text{вд}}, \quad (\text{B.29})$$

где α, β – углы, вычисляемые по формулам

$$\alpha = \arccos(1 - 2 \cdot z);$$

$$\beta = \arccos(1 - 2 \cdot x).$$

Величину z вычисляют по формуле (B.28) до предельного уровня $H_{\text{пр}}$, вычисляемого по формуле (B.18).

Величину x вычисляют по формуле

$$x = \frac{(H - H_{\text{и}}) \cdot \sqrt{1 + \eta^2}}{D}, \quad (\text{B.30})$$

где H – уровень, отсчитываемый от плоскости, принятой за начало отсчета уровня, до предельного уровня $H_{\text{пр}}$, мм;

$H_{\text{и}}$ – исходный уровень, вычисляемый по формуле (B.16), мм.

В.14 Вычисление относительной погрешности определения вместимости резервуара

В.14.1 Относительную погрешность определения вместимости резервуара δ'_v , %, при уровне H , равном нулю, вычисляют по формуле

$$\delta'_v = \pm 1,1 \cdot \sqrt{(\delta D)^2 (3 - G_0)^2 + (G_0 \cdot \delta L_{\text{л}})^2 + (G_0 - 1) \cdot (\delta \eta)^2}, \quad (\text{B.31})$$

где $\delta D, \delta L_{\text{л}}, \delta \eta$ – относительные погрешности измерений диаметра резервуара, координаты точки отсчета уровня и базовой высоты резервуара, степени наклона резервуара, %:

- 1) Значение величины δD берут из таблицы 1;
- 2) Величину $\delta L_{\text{л}}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta L_{\text{л}} = \frac{\Delta L_{\text{л}}}{L_{\text{л}}} \cdot 100, \quad (\text{B.32})$$

где ΔL_n – абсолютная погрешность измерений величины L_n , значение которой берут из таблицы 1, мм;

3) Величину $\delta\eta$, %, вычисляют по формуле

$$\delta\eta = \frac{\Delta\eta}{\eta} \cdot 100, \quad (B.33)$$

$\Delta\eta$ – абсолютная погрешность определения степени наклона резервуара в соответствии с формулой (1), вычисляемая по формуле

$$\Delta\eta = \frac{\Delta\varphi}{\cos^2 \varphi}, \quad (B.34)$$

где $\Delta\varphi$ – абсолютная погрешность измерений угла наклона резервуара φ в радианах, значение которой берут из таблицы 1, угл. сек.

В.14.1.1 Величину G_0 вычисляют по формуле

$$G_0 = \frac{1}{A(\alpha_0)} \cdot \sqrt{\frac{z_0}{1-z_0}} \cdot \psi(\alpha_0), \quad (B.35)$$

где z_0 – параметр, вычисленный по формуле (B.25).

Зависимости $A(\alpha_0)$, $\psi(\alpha_0)$ вычисляют по формулам:

$$A(\alpha_0) = \sin \alpha_0 - \frac{\sin^3 \alpha_0}{3} - \alpha_0 \cdot \cos \alpha_0; \quad (B.36)$$

$$\psi(\alpha_0) = \sin \alpha_0 (\alpha_0 - \sin \alpha_0 \cdot \cos \alpha_0); \quad (B.37)$$

где α_0 – угол, вычисляемый по формуле (B.23).

В.14.2 Относительную погрешность определения вместимости резервуара, %, в пределах исходного уровня вычисляют по формуле

$$\delta''_v = \pm 1,1 \cdot \sqrt{(\delta D)^2 (3 - F_1)^2 + (F_2 \cdot \delta L_n)^2 + (F_3 - 1) \cdot (\delta\eta)^2}, \quad (B.38)$$

Величины F_1 , F_2 , F_3 – вычисляют по формулам:

$$F_1 = \frac{1}{A(\alpha)} \cdot \sqrt{\frac{z}{1-z}} \cdot \psi(\alpha); \quad (B.39)$$

$$F_2 = \frac{1}{A(\alpha)} \cdot \frac{1}{\sqrt{z-z^2}} \cdot \frac{L_n \cdot \eta}{D} \cdot \psi(\alpha); \quad (B.40)$$

$$F_3 = \frac{1}{A(\alpha)} \cdot \frac{(L_n + H \cdot \eta) \cdot \eta}{\sqrt{z-z^2} \cdot D} \cdot \psi(\alpha); \quad (B.41)$$

где z – величина, вычисляемая по формуле (B.28).

Зависимости $A(\alpha)$, $\psi(\alpha)$ вычисляют по формулам:

$$A(\alpha) = \sin \alpha - \frac{\sin^3 \alpha}{3} - \alpha \cdot \cos \alpha; \quad (42)$$

$$\psi(\alpha) = \sin \alpha (\alpha - \sin \alpha \cdot \cos \alpha); \quad (43)$$

где α – угол, вычисляемый по формуле (B.27), угл. град.

В.14.3 Относительную погрешность определения вместимости резервуара δ'''_v , %, при уровнях налива выше H_n вычисляют по формуле

$$\delta_v''' = \pm 1,1 \cdot \sqrt{(\delta D)^2 (3 - N_1)^2 + (N_2 \cdot \delta L_n)^2 + (N_3 \cdot \delta L_p)^2 + (\delta \eta)^2 \cdot (N_4 - 1)^2}. \quad (\text{B.44})$$

Величины N_1, N_2, N_3, N_4 – вычисляются по формулам:

$$N_1 = \frac{1}{A(\alpha, \beta)} \cdot \left[\sqrt{\frac{z}{1-z}} \cdot \psi(\alpha) - \sqrt{\frac{x}{1-x}} \cdot \psi(\beta) \right];$$

$$N_2 = \frac{1}{A(\alpha, \beta)} \cdot \left[\frac{L_n \cdot \eta}{D} \cdot \frac{1}{\sqrt{z-z^2}} \cdot \psi(\alpha) - \frac{L_n \cdot \eta}{D} \cdot \frac{1}{\sqrt{x-x^2}} \cdot \psi(\beta) \right];$$

$$N_3 = \frac{1}{A(\alpha, \beta)} \cdot \frac{L_p \cdot \eta}{D} \cdot \left[\frac{1}{\sqrt{x-x^2}} \cdot \psi(\beta) \right];$$

$$N_4 = \frac{1}{A(\alpha, \beta)} \cdot \left[\frac{L_n \cdot \eta}{D} \cdot \frac{1}{\sqrt{z-z^2}} \cdot \psi(\alpha) - \frac{(L_p - L_n) \cdot \eta}{D} \cdot \frac{1}{\sqrt{x-x^2}} \cdot \psi(\beta) \right];$$

$$A(\alpha, \beta) = \left(\sin \alpha - \frac{\sin^3 \alpha}{3} - \alpha \cdot \cos \alpha \right) - \left(\sin \beta - \frac{\sin^3 \beta}{3} - \beta \cdot \cos \beta \right);$$

$$A(\alpha) = \sin \alpha - \frac{\sin^3 \alpha}{3} - \alpha \cdot \cos \alpha;$$

$$A(\beta) = \sin \beta - \frac{\sin^3 \beta}{3} - \beta \cdot \cos \beta;$$

$$\psi(\alpha) = \alpha \cdot \sin \alpha - \sin^2 \alpha \cdot \cos \alpha;$$

$$\psi(\beta) = \beta \cdot \sin \beta - \sin^2 \beta \cdot \cos \beta;$$

$$\alpha = \arccos(1 - 2 \cdot z);$$

$$\beta = \arccos(1 - 2 \cdot x);$$

$$z = \frac{L_p \cdot \eta + H \cdot \sqrt{1 + \eta^2}}{D};$$

$$x = \frac{(H - H_n) \cdot \sqrt{1 + \eta^2}}{D};$$

где H – уровень наполнения резервуара, отсчитываемый от плоскости, принятой за начало отсчета, до предельного уровня определения посантиметровой вместимости резервуара, мм;

H_n – исходный уровень наполнения резервуара, вычисленный по формуле (B.16), мм;

L_n – координата точки измерения уровня и базовой высоты резервуара, вычисляемая по формуле (B.8), мм;

L_p – длина резервуара, вычисляемая по формуле (B.7), мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(справочное)

Форма журнала обработки результатов измерений

Ж У Р Н А Л

обработки результатов измерений

Г.1 Вычисление степени наклона резервуара

$$\eta = \dots$$

Г.2 Вычисление диаметра резервуара

$$D = \dots \text{ мм.}$$

Г.3 Вычисление длины резервуара

$$L_p = \dots \text{ мм.}$$

Г.4 Вычисление базовой высоты резервуара

$$H_6 = \dots \text{ мм.}$$

Г.5 Вычисление координаты точки измерения уровня и базовой высоты резервуара

$$L_d = \dots \text{ мм.}$$

Г.6 Вычисление предельного наполнения резервуара

$$H_{пр} = \dots \text{ мм.}$$

Г.7 Вычисление уровня, соответствующего высоты «мертвой» полости резервуара

$$H_{мп} = \dots \text{ мм.}$$

Г.8 Вычисление объема внутренних деталей, приходящийся на 1 см уровня налива

Г.8.1 Вертикальной цилиндрической (прямоугольной) формы v_1 , м³/см

$$v_1 = \dots \text{ мм.}$$

Г.8.2 Углового профиля

$$v_2 = \dots \text{ мм.}$$

Г.8.3 Таврового профиля

$$v_3 = \dots \text{ мм.}$$

Г.9 Составление градуировочной таблицы.

Т а б л и ц а Г.1

Уровень наполнения, см	Вместимость, м ³	Коэффициент вместимости ¹⁾ , м ³ /мм	Погрешность определения вместимости, %
0	0,063	0,085	4
1	1,483	0,109	
2	2,579	0,150	
3	4,073		
...	
$H_{и}$	14,729		
...	
$H_{мп}$	28,341		
...	

$H_{пр-1}$	965,652	0,311	
$H_{пр}$	968,760		

1) Коэффициент вместимости – вместимость одного миллиметра высоты наполнения, равная

$$\frac{1,483 - 0,633}{10} = 0,085 \text{ м}^3/\text{мм}.$$

Вычисление провел

подпись, инициалы, фамилия

“ ____ ” ____ 20__ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

Д.1 Форма титульного листа градуировочной таблицы ¹⁾

Титульный лист

УТВЕРЖДАЮ

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА
на стальной горизонтальный цилиндрический резервуар

_____, № _____ с днищами _____
(тип) (форма днищ)

Организация _____
Погрешность определения вместимости ²⁾ _____

Участок ниже $H_{мп} = \dots$ мм для государственных учетных и торговых операций с нефтью и нефтепродуктами, взаимных расчетов между поставщиком и потребителем не используется.

Программа расчета градуировочной таблицы на ПЭВМ утверждена ГНМЦ-ВНИИР
“ ____ ” _____ 20__ г.

Срок очередной поверки _____

Поверитель

подпись

должность, инициалы, фамилия

¹⁾ Форма титульного листа градуировочной таблицы не подлежит изменению.

²⁾ Вычисляются по формулам, %: (В.31), (В.38), (В.44).

Д.2 Форма градуировочной таблицы ¹⁾

Т а б л и ц а Д.1

Уровень наполнения, см	Вместимость, м³	Коэффициент вместимости, м³/мм	Погрешность определения вместимости, %
1	2	3	4
1			
2			
3			
...			
$H_{и}$			
...			
$H_{мп}$			
...			
$H_{пр}$			

Поверитель

подпись

должность, инициалы, фамилия

¹⁾ Форма титульного листа градуировочной таблицы не подлежит изменению.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Форма акта измерений базовой высоты резервуара

УТВЕРЖДАЮ

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

АКТ

измерений базовой высоты резервуара

от «__» _____ года

Составлен в том, что комиссия, назначенная приказом _____,
наименование предприятия- владельца резервуара

в составе председателя _____ и членов _____ про-
инициалы, фамилия инициалы, фамилии
вела в _____ 1)
соответствии с _____

контрольное измерение базовой высоты резервуара _____
тип резервуара

№ _____ при температуре окружающего воздуха _____ °С.

Результаты измерений представлены в таблице.

Базовая высота резервуара		Уровень жидкости в резервуаре
Среднее арифметическое значение результатов двух измерений (H _б) _к	Значение базовой высоты, установленное при поверке резервуара (H _б) _п	
1	2	3

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

$$\delta_b = \frac{(H_b)_k - (H_b)_п}{(H_b)_п} \cdot 100 ,$$

где значения величин $(H_b)_k$, $(H_b)_п$ приведены в графах 1 и 2 таблицы.

1) Указывают при заполнении.

Вывод – требуется (не требуется) внеочередная поверка резервуара.

Председатель комиссии _____

_____ подпись инициалы,
фамилия

Члены комиссии _____

_____ подпись инициалы,
фамилии

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Инструкция на тахеометр TRIMBLE МЗ, Госреестр № 32192-06, сертификат № 24648;
- [2] Дальномер лазерный Leica DISATO A.6, Фирма «Leica Geosystems AG», Швейцария, Госреестр №30855- 07;
- [3] Толщиномер ультразвуковой А1207. Сертификат №10774. Госреестр средств измерений №21702;
- [4] ТУ ДКТЦ 41344.1.102 Анализатор-течеискатель АНТ-3;
- [5] РД-03-20-2007 Положение об организации обучения и проверки знаний рабочих организаций предприятий нефтепродуктообеспечения;
- [6] ПР 50.2.006-94 (с Изменением №1) ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений.