

УТВЕРЖДАЮ

Директор

ФБУ «Томский ЦСМ»



М.М. Чухланцева

« 25 » 12 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
РЕЗЕРВУАР СТАЛЬНОЙ ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ
РВС-5000

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 321/1-17

Содержание

1 Область применения	3
2 Нормативные ссылки	3
3 Термины и определения	3
4 Операции поверки	5
5 Средства поверки	5
6 Требования к квалификации поверителей	6
7 Требования безопасности	6
8 Условия поверки	7
9 Подготовка к поверке	7
9.1 Проверка документации	7
9.2 Подготовка к измерениям	7
10 Проведение поверки	7
10.1 Внешний осмотр	7
10.2 Определение длины окружности первого пояса	7
10.3 Определение радиальных отклонений образующих резервуара от вертикали	8
10.4 Определение степени наклона и угла направления наклона резервуара	9
10.5 Определение высоты поясов и толщины стенок	9
10.6 Определение объемов внутренних деталей	10
10.7 Определение вместимости «мертвой» полости и параметров местных неровностей (хлопунов)	10
10.8 Определение координаты точки отсчета значений уровня жидкости и базовой высоты	11
10.9 Определение базовой высоты резервуара	11
10.10 Определение вместимости резервуара, вместимости «мертвой» полости и относительной погрешности измерений вместимости резервуара	12
11 Обработка результатов измерений	13
Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола поверки	14
Приложение Б (рекомендуемое) Форма журнала обработки результатов измерений при проведении поверки	15
Приложение В (рекомендуемое) Форма градуировочной таблицы	16
Приложение Г (рекомендуемое) Эскиз резервуара	18

1 Область применения

Настоящая методика поверки распространяется на резервуар стальной вертикальный цилиндрический РВС-5000 (зав. № 3) (далее – резервуар), изготовленный Куйбышевским заводом резервуарных металлоконструкций, г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, д. 35.

Резервуар стальной вертикальный цилиндрический РВС-5000 (зав. № 3) расположен на территории ЦППН-5 УПН «Игольско-Таловое» месторождение Томской области ОАО «Томскнефть» ВНК.

Для резервуара стального вертикального цилиндрического РВС-5000 (зав. № 3) настоящая методика устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверки геометрическим методом с применением геодезического прибора – тахеометра электронного (далее - тахеометр).

Первичную поверку резервуара выполняют перед вводом в эксплуатацию и после ремонта.

Периодическую поверку резервуара выполняют в процессе эксплуатации через установленный интервал между поверками.

Периодичность поверки (интервал между поверками) резервуара – 5 лет.

2 Нормативные ссылки

В настоящей методике приведены ссылки на следующие документы по стандартизации:

ГОСТ 8.570–2000 ГСИ. Резервуары стальные вертикальные цилиндрические. Методика поверки

ГОСТ 12.0.004–2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.1.005–88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.4.087–84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Строительство. Каски строительные. Технические условия

ГОСТ 12.4.099–80 Комбинезоны женские для защиты от нетоксичной пыли, механических воздействий и общих производственных загрязнений. Технические условия

ГОСТ 12.4.100–80 Комбинезоны мужские для защиты от нетоксичной пыли, механических воздействий и общих производственных загрязнений. Технические условия

ГОСТ 166–89 (СТ СЭВ 704–77 – СТ СЭВ 707–77; СТ СЭВ 1309–78, ИСО 3599–76) Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 427–75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 7502–98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

Примечание – При пользовании настоящей методики измерений целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящей методике применяются следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 геометрические параметры (резервуара, деталей, днищ): Геометрические размеры (резервуара, деталей, днищ), которые определяют методом прямых или косвенных измерений и, которые используют для определения общей или интервальных вместимостей резервуара.

3.2 геодезическая (пространственная геодезическая) сеть: Совокупность закрепленных на поверхности земли и/или объекта точек, связанных между собой посредством пространственных угловых и линейных измерений с целью определения пространственных координат (горизонтальных координат и абсолютной высоты) этих точек в единой системе координат.

3.3 горизонтальная геодезическая сеть: Математическая проекция (полученная путем математических преобразований и/или прямых измерений) пространственной геодезической сети на горизонтальную плоскость, создаваемая для определения горизонтальных координат точек резервуара.

3.4 горизонтальные координаты: Координаты в декартовой плоской прямоугольной системе координат точек горизонтальной геодезической сети, точек на внешней или внутренней стороне стенки резервуара, днища и т. д.

3.5 вертикальная геодезическая сеть: Математическая проекция (полученная путем математических преобразований и/или прямых измерений) пространственной геодезической сети на вертикальную плоскость, создаваемая для определения абсолютной высоты точек резервуара.

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

3.7 полигонометрия: Горизонтальная геодезическая сеть в виде замкнутого многоугольника (полигона), в вершинах которого измерены горизонтальные углы, а между вершинами – расстояния (длины сторон).

3.8 абсолютная высота; уровень наполнения: Расстояние по вертикали от горизонтальной плоскости, которая проходит через точку касания днища грузом рулетки и с которой совпадает ноль градуировочной таблицы, до любой точки резервуара или до свободной поверхности жидкости, находящейся в резервуаре.

Примечание – Относительно этой горизонтальной плоскости методами геометрического или тригонометрического нивелирования, а также прямыми измерениями рулеткой определяют базовую высоту, абсолютную высоту точек геодезической сети, абсолютную высоту низа приемо–раздаточного патрубка или верха всасывающего патрубка, абсолютную высоту поясов, абсолютную высоту внутренних деталей.

3.9 превышение: Разность абсолютной высоты двух любых точек (в том числе между горизонтальной осью тахеометра и любой точкой), определяемая из прямых или не прямых измерений для вычисления абсолютной высоты точек.

3.10 тригонометрическое нивелирование: Метод непрямого измерения превышений между точками, вычисляемых по измеренным вертикальным углам и измеренным наклонным расстояниям или известным горизонтальным проложениям с целью определения абсолютной высоты точек.

3.11 полярный метод определения координат: Метод определения горизонтальных координат и абсолютной высоты точек на внешней или внутренней поверхности цилиндрической части резервуара, днища и др. относительно точек геодезической сети по измеренным горизонтальным и вертикальным углам и расстояниям, измеренным от тахеометра до названных точек.

3.12 ось резервуара: Прямая равноудаленная от поверхности стенки резервуара.

3.13 средний радиус цилиндрической части резервуара: Расстояние от оси резервуара до цилиндрической поверхности, радиальные отклонения ϑ_j^{Pez} от которой реальной внешней или внутренней поверхности цилиндрической части резервуара отвечают условиям метода наименьших квадратов (МНК):

$$\sum_{j=1}^n \vartheta_j^{Pez} = 0; \quad \sum_{j=1}^n \vartheta_j^{Pez} = min \quad (1)$$

Примечание – Если измерения выполняют снаружи, средний радиус вычисляют для реальной внешней поверхности, а если изнутри – то для внутренней.

3.14 степень наклона оси резервуара: Тангенс угла между осью резервуара и вертикальной (отвесной) линией.

3.15 направление наклона оси резервуара: Горизонтальный угол по часовой стрелке между линией, соединяющей центр резервуара с точкой касания днища грузом рулетки, и проекцией наклонной оси на горизонтальную плоскость.

3.16 базовая высота: Расстояние по вертикали от точки касания днища грузом рулетки до верхнего края измерительного люка или до риски направляющей планки измерительного люка.

3.17 предельная (максимальная) абсолютная высота наполнения: Абсолютная высота наиболее высокой точки верхнего пояса или нижнего обреза горловины люка (если люк вварен внутрь резервуара) или любой другой точки горизонтальной плоскости, указанной в документации, выше которой налив не допускается.

3.18 абсолютная высота «мертвой» полости: Абсолютная высота низа прямо-раздаточного патрубка или верха всасывающего патрубка.

3.19 абсолютная высота неконтролируемого остатка: Абсолютная высота, ниже которой невозможно провести измерения уровня жидкости в резервуаре.

3.20 номинальная вместимость: Вместимость резервуара, указанная в технической документации на резервуар и назначаемая при его проектировании.

3.21 общая вместимость: Вместимость резервуара, соответствующая граничной абсолютной высоте наполнения.

3.22 интервальная вместимость: Вместимость резервуара соответствующая некоторой абсолютной высоте \tilde{H}_j наполнения резервуара или разности абсолютных высот Δh .

3.23 вместимость «мертвой» полости: Интервальная вместимость резервуара, соответствующая абсолютной высоте «мертвой» полости.

3.24 вместимость неконтролируемого остатка: Интервальная вместимость резервуара соответствующая абсолютной высоте неконтролируемого остатка.

4 Операции поверки

При проведении поверки резервуара выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	10.1	+	+
Определение длины окружности первого пояса	10.2	+	+
Определение радиальных отклонений образующих резервуара от вертикали	10.3	+	+
Определение степени наклона и угла направления наклона резервуара	10.4	+	+
Определение высоты поясов и толщины стенок	10.5	+	+
Определение объемов внутренних деталей	10.6	+	+
Определение вместимости «мертвой» полости, параметров местных неровностей (хлопунов)	10.7	+	+
Определение координаты точки отсчета значений уровня жидкости и базовой высоты	10.8	+	+
Определение базовой высоты резервуара	10.9	+	+
Определение вместимости резервуара, вместимости «мертвой» полости и относительной погрешности измерений вместимости резервуара	10.10	+	+
Примечание – Знак «+» операцию проводят			

5 Средства поверки

5.1 При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки согласно таблице 2. Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.2 Средства поверки должны быть внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и иметь действующие свидетельства о поверке и (или) знаки поверки.

Таблица 2

Наименование средства поверки	Основные метрологические характеристики	
	диапазон измерений	погрешность
Тахеометр электронный Leica TS15	от 0 до 360°	Допускаемое СКО не более 5"
	от 1,5 до 400 м	Допускаемое СКО не более $\pm(2+2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ мм
Рулетка измерительная металлическая 2-го класса точности Р20Н2К по ГОСТ 7502	от 0 до 20 м	КТ 2
Рулетка измерительная металлическая с грузом РНГ по ГОСТ 7502	от 0 до 20000 мм	КТ 2
Линейка измерительная металлическая по ГОСТ 427	от 0 до 500 мм	$\Delta=\pm 0,2$ мм
Толщиномер ультразвуковой УТ-301	от 0,5 до 300,0 мм	$\Delta=\pm 0,1$ мм
Штангенциркуль 156 по ГОСТ 166	от 0 до 400 мм	$\Delta=\pm 0,2$ мм
Термогигрометр ИВА-6А-КП-Д	от 0 до 98 %	$\Delta=\pm 2$ %
	от минус 20 до плюс 60 °С	$\Delta=\pm 0,3$ °С
	от 700 до 1000 гПа	$\Delta=\pm 2,5$ гПа
Персональный компьютер с установленным программным обеспечением – программа расчета градуировочных таблиц стального вертикального цилиндрического резервуара (геометрический метод)		
<p>Примечания</p> <p>1 В таблице приняты следующие обозначения и сокращения: Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений; КТ – класс точности; СКО – среднее квадратическое отклонение; L – измеряемое расстояние.</p> <p>2 При проведении поверки допускается применение средств измерений, не приведённых в таблице, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик резервуара с требуемой точностью.</p> <p>3 Средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке</p>		

6 Требования к квалификации поверителей

К выполнению поверки допускают лиц, изучивших настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на резервуар, используемые средства поверки и прошедшие инструктаж по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004.

7 Требования безопасности

7.1 Лица, проводящие поверку должны использовать следующую спецодежду:

- мужчины – комбинезон по ГОСТ 12.4.100, строительную каску по ГОСТ 12.4.087;
- женщины – комбинезон по ГОСТ 12.4.099, строительную каску по ГОСТ 12.4.087.

7.2 Содержание вредных паров и газов в воздухе вблизи и внутри резервуара в рабочей зоне (на высоте до 2000 мм) не должно превышать санитарных норм, установленных ГОСТ 12.1.005.

7.3 Для освещения в темное время суток или, при необходимости, в дневное время суток при проведении измерений внутри резервуара применяют светильники во взрывозащищенном исполнении.

7.4 Перед проведением поверки проверяют исправность лестниц и перил резервуара, наличие заземления резервуара.

7.5 На резервуаре, не имеющих ограждений в виде перил по всей окружности крыши, работы проводят с предохранительным поясом, прикрепленным к надежно установленным элементам металлических конструкций крыши резервуара.

7.6 Базовую высоту резервуара измеряют через измерительный люк. Избыточное давление в газовом пространстве резервуара должно быть равно нулю. После измерений крышку измерительного люка необходимо плотно закрыть.

8 Условия поверки

- температура окружающего воздуха, °С от минус 15 до плюс 35;
- атмосферное давление, кПа от 80 до 106,7.

Измерения параметров резервуара во время грозы категорически запрещены.

8.2 Резервуар должны быть смонтированы, установлен на устойчивый фундамент, испытан на прочность и герметичность.

8.3 Не допускается образование местных неровностей днища резервуара.

8.4 При измерениях внутри резервуар должны быть полностью очищен и проветрен.

9 Подготовка к поверке

9.1 Проверка документации

На поверку представляют следующие документы:

- паспорт на резервуар;
- настоящую методику поверки;
- план расположения резервуара;
- документы о предыдущей поверке (если поверка периодическая).

9.2 Подготовка к измерениям

Средства измерений, используемые при поверке, подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

10 Проведение поверки

10.1 Внешний осмотр

10.1.1 При внешнем осмотре резервуара проверяют:

- соответствие конструкции и внутренних деталей резервуара документации;
- наличие необходимой арматуры и оборудования;
- состояние отмостки резервуара (отсутствие трещин и целостность);
- отсутствие коррозионных повреждений, царапин, трещин, прожогов, оплавлений, расслоений, закатов на стенке, днище, настиле и несущих элементах кровли резервуара;
- отсутствие деформаций, вмятин, выпучин поверхности стенки резервуара, препятствующих проведению измерений.

10.1.2 По внешнему виду сварные швы днища, стенки и стационарной крыши резервуара должен удовлетворять следующим требованиям:

- по форме и размерам швы должны соответствовать документации;
- швы должны иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность;
- металл шва должен иметь плавное сопряжение с основным металлом;
- швы не должны иметь недопустимых внешних дефектов.

10.1.3 К недопустимым внешним дефектам сварных соединений конструкции резервуара относятся трещины любых видов и размеров, несплавления, наплывы, грубая чешуйчатость, наружные поры и цепочки пор, прожоги и свищи. Резервуар, который был забракован при проверке внешнего вида и комплектности, к дальнейшей поверке не допускается.

10.2 Определение длины окружности первого пояса

Зрительную трубу тахеометра наводят на риску, отмечающую соответствующее вертикальное сечение на поверхности резервуара на высоте 0,75 высоты первого пояса. В тахеометр вводят код «точки на поверхности резервуара, номер сечения». Тахеометр переключают в режим «измерения расстояний без отражателя». Вращая зрительную трубу тахеометра вокруг

горизонтальной оси выполняют наведение, начиная с 0,75 высоты первого пояса, на нижнюю, среднюю и верхнюю точки каждого пояса резервуара со второго до предпоследнего. Для верхнего пояса наведение осуществляют только на точки, расположенные внизу и в середине пояса. После наведения на каждую точку измеряют горизонтальное направление, вертикальный угол и расстояние. Вычисляют горизонтальные координаты и абсолютную высоту точки, на которую выполнялись измерения, с использованием программного обеспечения тахеометра. Результаты вычислений заносят в память тахеометра. После измерений данные с тахеометра переносят на персональный компьютер и проводят обработку результатов измерений с использованием программного обеспечения. Результаты измерений заносят в таблицу по форме таблицы 3.

Таблица 3 – Длина окружности первого пояса резервуара

Название параметра	Значение, мм
Параметры длины окружности 1-го пояса с учетом радиальных отклонений	
Длина наружной окружности	
Длина внутренней окружности	
Недеформированная длина внутренней окружности	

10.3 Определение радиальных отклонений образующих резервуара от вертикали

10.3.1 Измерения для определения радиальных отклонений образующих резервуара проводят с применением тахеометра. Количество горизонтальных и вертикальных сечений на цилиндрической части резервуара выбирают в соответствии с 9.1.2 ГОСТ 8.570.

10.3.2 В соответствии с эксплуатационной документацией на тахеометр проводят тахеометрическую съемку для построения геодезической сети. В память тахеометра заносят результаты измерений горизонтальных углов, расстояний, горизонтальные координаты и абсолютную высоту точек хода полигонометрии. Измерения выполняют на всех точках геодезической сети. С последней точки геодезической сети в обязательном порядке выполняют измерения на первую точку.

10.3.3 Горизонтальные координаты и абсолютные высоты точек геодезической сети, вычисленные программным обеспечением тахеометра, записывают в память тахеометра.

10.3.4 Измерения для определения горизонтальных координат и абсолютной высоты точек, расположенных на внешней поверхности стенки резервуара, проводят следующим образом:

Перед измерениями снаружи на точки, находящиеся на стенке резервуара, тахеометр центрируют над точкой геодезической сети и измеряют его высоту (до горизонтальной оси). Имя точки стояния, высоту прибора над ней и имя точки, на которую был наведен тахеометр, вводят в память тахеометра (горизонтальные координаты и абсолютная высота точек геодезической сети должны быть предварительно введены в память тахеометра).

Зрительную трубу тахеометра наводят на риску, отмечающую соответствующее вертикальное сечение на поверхности резервуара на уровне 0,75 высоты первого пояса. В тахеометр вводят код точки на поверхности резервуара, номер сечения. Тахеометр переключают в безотражательный режим. Вращая зрительную трубу тахеометра вокруг горизонтальной оси выполняют наведение, начиная с 0,75 высоты первого пояса, на нижнюю, среднюю и верхнюю точки каждого пояса резервуара со второго до предпоследнего. Для верхнего пояса наведение осуществляют только на точки, расположенные внизу и в середине пояса. После наведения на каждую точку измеряют горизонтальное направление, вертикальный угол и расстояние. Вычисляют горизонтальные координаты и абсолютную высоту точки, на которую выполнялись измерения, с использованием программного обеспечения тахеометра. Результаты вычислений заносят в память тахеометра.

Измерения выполняют с одной точки установки тахеометра и завершают измерениями на точки геодезической сети. По результатам измерений вычисляют координаты тахеометра, которые не должны отличаться от первоначальных более чем на 6 мм.

10.3.5 После измерений данные с тахеометра переносят на персональный компьютер и проводят обработку результатов измерений с использованием программного обеспечения.

Результаты измерений заносят в таблицу по форме таблицы 4.

Таблица 4 – Радиальные отклонения образующих резервуара от вертикали, мм

Номер пояса	Номера вертикальных сечений								
	1	2	3	4	5	6	<i>n</i>
1 Сред									
1 Верх									
2 Низ									
2 Сред									
2 Верх									
<i>m</i> Низ									
<i>m</i> Сред									

10.4 Определение степени наклона и угла направления наклона резервуара

Измерения для определения степени наклона и угла направления наклона резервуара проводят с помощью тахеометра. После измерений данные с тахеометра переносят на персональный компьютер и проводят обработку результатов измерений с использованием программного обеспечения.

Результаты измерений заносят в таблицу по форме таблицы 5.

Таблица 5 – Степень наклона и угол направления наклона резервуара

Название параметра	Значение
Степень наклона резервуара	
Угол направления наклона резервуара, °	

10.5 Определение высоты поясов и толщины стенок

10.5.1 Измерения для определения высоты поясов резервуара проводят методом тригонометрического нивелирования с использованием тахеометра. Устанавливают тахеометр на точке геодезической сети напротив первого вертикального сечения. Тахеометр приводят в рабочее положение согласно эксплуатационной документации и измеряют высоту (до горизонтальной оси). Вычисляют абсолютную высоту горизонта тахеометра.

Зрительную трубу тахеометра последовательно наводят на точки, расположенные на границах поясов резервуара по первому вертикальному сечению, измеряют вертикальный угол, наклонное расстояние и одновременно, используя программное обеспечение тахеометра, вычисляют абсолютную высоту поясов резервуара.

Результаты измерений заносят в таблицу по форме таблицы 6.

Таблица 6 – Параметры поясов резервуара

Номер пояса	Абсолютная высота пояса, мм	Толщина стенки пояса, мм	Толщина слоя краски, мм	Высота и схема нахлеста поясов, мм
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

10.5.2 Толщину стенок поясов резервуара измеряют толщиномером. Измерения выполняют не менее двух раз для каждого пояса резервуара. Расхождение между результатами двух измерений должно находиться в пределах $\pm 0,2$ мм.

10.5.3 Толщину слоя краски поясов резервуара определяют измерением толщины скола краски при помощи штангенциркуля.

10.5.4 Высоту нахлеста поясов резервуара измеряют при помощи штангенциркуля. Измерения выполняют для каждого пояса.

10.6 Определение объемов внутренних деталей

10.6.2.1 Измерения для определения объемов внутренних деталей резервуара проводят с использованием рулетки измерительной металлической и тахеометра.

10.6.2.2 Определение геометрических параметров внутренних деталей и оборудования резервуара выполняют с использованием рулетки измерительной металлической.

Измеряют диаметр поперечного сечения цилиндрической детали или ширину и высоту прямоугольного поперечного сечения. Значения длины записывают со знаком минус, если деталь наружная, увеличивающая объем резервуара, и со знаком плюс, если внутренняя, уменьшающая объем резервуара.

10.6.2.3 Абсолютную высоту нижней и верхней границы детали определяют тахеометром методом тригонометрического нивелирования, последовательно измеряя вертикальные углы (зенитные расстояния) и расстояния вниз и вверх от каждой детали. Измерение расстояний выполняют в безотражательном режиме тахеометра или на марку–отражатель, установленный в соответствующих точках. После измерений данные с тахеометра переносят на персональный компьютер и проводят обработку результатов измерений с использованием программного обеспечения.

В случае невозможности выполнения измерений изнутри резервуара допускается значения абсолютной высоты и параметров внутренних деталей и оборудования определять по проектной и технической документации на резервуар.

Результаты измерений заносят в протокол поверки в таблицу по форме таблицы 7.

Таблица 7 – Внутренние детали резервуара

Форма	Длина, мм	Диаметр, ширина, мм	Угол наклона оси, °	Объем, м ³	Абсолютная высота, мм	
					нижней границы	верхней границы

10.7 Определение вместимости «мертвой» полости и параметров местных неровностей (хлопунов)

10.7.1 Измерения для определения вместимости «мертвой» полости и параметров днища резервуара проводят с использованием рулетки измерительной металлической и тахеометра.

10.7.2 Абсолютную высоту «мертвой» полости определяют по вертикальным углам и расстояниям, измеренным тахеометром на отражатель–марку, последовательно установленную на точку касания днища грузом рулетки и низ приемо–раздаточного патрубка. Если нет прямой видимости на низ внутренней образующей приемо–раздаточного патрубка, выполняют измерения на отражатель–марку, установленную на днище непосредственно под приемо–раздаточным патрубком, а затем рулеткой измеряют расстояние по вертикали от днища до низа приемо–раздаточного патрубка и одновременно, используя программное обеспечение тахеометра, вычисляют абсолютную высоту «мертвой» полости резервуара.

Результаты измерений заносят в таблицы по форме таблиц 8 и 9.

Таблица 8 – Абсолютная высота низа сливного патрубка и диаметр центральной трубы

Абсолютная высота низа сливного патрубка, мм	Диаметр центральной трубы, мм

Таблица 9 – Параметры «мертвой» полости резервуара

Название параметра	Значение
Уровень жидкости в резервуаре, соответствующий высоте «мертвой» полости, мм	
Вместимость «мертвой» полости с учетом неровностей днища, м ³	

10.7.3 Измерения для определения объема неровности днища резервуара

Тахеометр устанавливают на штатив в центре днища резервуара и приводят в рабочее положение согласно инструкции по эксплуатации. Зрительную трубу выставляют в направлении точки касания днища грузом рулетки и устанавливают отсчет по лимбу 0° . Мелом данное направление фиксируют на стенке резервуара. От центра резервуара по данному направлению укладывают рулетку и мелом отмечают 8 точек на днище резервуара на расстояниях от центра, равных $0,35R$, $0,5R$, $0,61R$, $0,71R$, $0,79R$, $0,86R$, $0,93R$, R (где R – приближенное значение среднего радиуса цилиндрической части резервуара). Зрительной трубой тахеометра задают горизонтальные направления. Допускается применение других способов разбивки радиальной сетки. Веху с отражателем–маркой устанавливают сначала на точку касания днища грузом рулетки, а затем на отмеченные точки на днище резервуара, и выполняют измерения вертикальных углов и расстояний. Вычисляют абсолютную высоту точек при помощи программного обеспечения тахеометра и записывают в память тахеометра. Разность абсолютной высоты точки касания днища грузом рулетки в начале и в конце измерений не должна превышать 5 мм, иначе все измерения повторяют. Допускается измерения на точки днища выполнять в режиме «измерения расстояний без отражателя».

В случае, когда невозможно определить абсолютную высоту всех замаркированных точек на днище резервуара с одной установки тахеометра, можно выполнять измерения с нескольких точек, при этом каждый цикл измерений начинают и заканчивают с измерений на точку касания днища грузом рулетки.

Результаты измерений заносят в таблицу по форме таблицы 10.

Таблица 10 – Неровности днища резервуара

Номер направления	Абсолютные высоты точек пересечения направлений и радиусов днища резервуара, мм								
	Номер радиуса								
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

10.8 Определение координаты точки отсчета значений уровня жидкости и базовой высоты

Измерения для определения координаты точки отсчета значений уровня жидкости и базовой высоты резервуара проводят с помощью тахеометра. После измерений данные с тахеометра переносят на персональный компьютер и проводят обработку результатов измерений с использованием программного обеспечения.

Результаты измерений заносят в таблицу по форме таблицы 11.

Таблица 11 – Координата точки отсчета значений базовой высоты резервуара

X_b , м	Y_b , м

10.9 Определение базовой высоты резервуара

Измерения для определения базовой высоты резервуара проводят также при помощи рулетки металлической с грузом. Определение базовой высоты резервуара проводят не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно превышать 2 мм. Результаты измерений заносят в таблицу по форме таблицы 12.

Таблица 12 – Базовая высота резервуара

Название параметра	Номер измерения	
	1	2
Базовая высота резервуара, мм		

10.10 Определение вместимости резервуара, вместимости «мертвой» полости и относительной погрешности измерений вместимости резервуара

10.10.1 Определение вместимости резервуара, вместимости «мертвой» полости, относительной погрешности измерений вместимости резервуара и составление градуировочных таблиц проводят с использованием программного обеспечения.

Вместимость резервуара V , м³, вычисляют по формуле:

$$V = \sum_i \Delta V_{ui} + V_{mn} + \Delta V_{ei} - V_{в.д.}, \quad (2)$$

где ΔV_{ui} – вместимость i -го недеформированного от гидростатического давления пояса резервуара, м³;

V_{mn} – вместимость «мертвой» полости, м³;

ΔV_{ei} – поправка к вместимости резервуара за счет гидростатического давления жидкости, м³;

$V_{в.д.}$ – объем внутренних деталей, находящихся в резервуаре, м³.

Вместимость «мертвой» полости резервуара, V_{mn} , м³, для всех отрицательных и положительных значений абсолютной высоты ($i < 0$) до абсолютной высоты «мертвой» полости, H_{mn} , мм, вычисляют по формуле:

$$V_{mn} = V_o + \sum_{i < 0}^{i(H_{mn})} \Delta V_i \cdot 10^{-9}, \quad (3)$$

где V_o – вместимость неконтролируемого остатка для всех отрицательных значений до абсолютной высоты (вместимость резервуара ниже абсолютной высоты точки касания днища грузом рулетки равной нулю), м³;

ΔV_i – i -ая интервальная вместимость резервуара (для уровня 1 мм), соответствующая абсолютной высоте (уровню) наполнения резервуара H_i , м³.

10.10.2 Определение относительной погрешности измерений вместимости резервуара проводят расчетным методом на основании данных градуировочной таблицы.

10.10.3 Рассчитанные при помощи программного обеспечения результаты измерений вместимости резервуара, вместимости «мертвой» полости вносят в таблицу по форме таблицы 13.

Таблица 13

Высота «мертвой» полости, мм	Вместимость «мертвой» полости, м ³	Базовая высота, мм	Предельная высота наполнения, мм	Вместимость на предельную высоту наполнения, м ³	Степень наклона резервуара	Угол направления наклона резервуара, °	Относительная погрешность измерений вместимости резервуара, %

10.10.4 Рассчитанные при помощи программного обеспечения поправки к вместимости пояса резервуара за счет гидростатического давления жидкости вносят в таблицу по форме таблицы 14.

Таблица 14

Номер пояса	Средние радиальные отклонения стенки резервуара от среднего радиуса, мм		Внутренние высоты поясов, мм	Уровни наполнения на верх поясов, мм	Поправки за гидростатическое давление, м ³
	по результатам измерений	внутреннее, исправленное за гидростат.			

Относительная погрешность измерений вместимости резервуара не должна превышать пределов $\pm 0,10\%$.

11 Обработка результатов измерений

11.1 Обработку и оформление результатов измерений при определении параметров резервуара выполняют на компьютере при помощи программного обеспечения.

11.2 Составление градуировочных таблиц выполняют на компьютере при помощи программного обеспечения.

11.3 По результатам измерений оформляют технический отчет о измерениях, составляемый организацией, выполнявшей измерения и содержащий:

- титульный лист технического отчета об измерениях, содержащий утверждающую подпись руководителя или уполномоченного лица организации выполнявшей поверку;
- протокол поверки резервуара по форме, приведенной в приложении А;
- журнал обработки результатов измерений при помощи программного обеспечения по форме, приведенной в приложении Б;
- титульный лист градуировочной таблицы, содержащий утверждающую подпись руководителя или уполномоченного лица организации, выполнявшей поверку (по форме, приведенной в приложении В);
- градуировочную таблицу по форме, приведенной в приложении В;
- эскиз резервуара по форме, приведенной в приложении Г.

11.4 При положительных результатах поверки (первичной и периодической) оформляют свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга РФ от 02.07.2015 г. № 1815. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и на градуировочную таблицу.

11.5 При отрицательных результатах поверки свидетельство о поверке аннулируется и оформляют извещение о непригодности к применению в соответствии с Приказом Минпромторга РФ от 02.07.2015 г. № 1815. Резервуар, прошедший поверку с отрицательными результатами, не допускается к использованию.

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки

Лист ___ Всего листов ___

Протокол поверки резервуара
стального вертикального цилиндрического _____ зав. № _____

1 Общие данные

назначение: измерение объема нефти или нефтепродуктов

организация – владелец: _____

место установки резервуара: _____

тип резервуара: _____

номинальная вместимость, м³ – _____

всего листов в протоколе поверки:

в журнале обработки: _____

в градуировочной таблице: _____

Поверку выполняли _____

Место проведения поверки _____

Назначение резервуара _____

Параметры резервуара: число поясов _____, число вертикальных сечений _____

2 Результаты измерений

2.1 Внешний осмотр _____

2.2 Условия измерений

Таблица Б.1

Условия проведения поверки	Значение
Температура окружающего воздуха, °С	
Атмосферное давление, кПа	

2.3 Результаты операций поверки

2.4 Заключение по результатам поверки

– резервуар стальной вертикальный цилиндрический _____ зав. № _____ по результатам поверки пригоден (не пригоден) к применению;

– на основании положительных результатов первичной (периодической) поверки выдано свидетельство о поверке № _____ от _____;

– на основании отрицательных результатов поверки выдано извещение о непригодности № _____ от _____.

Подписи лиц, проводивших поверку:

_____ Должность

_____ Фамилия И.О.

_____ Подпись

_____ дата

Приложение Б
(рекомендуемое)
Форма журнала
обработки результатов измерений при проведении поверки

Приложение к протоколу поверки результатов измерений резервуара зав №_
Лист_ Всего листов_

Журнал
обработки результатов измерений при проведении поверки
резервуара вертикального стального цилиндрического _____ зав. № _____

Организация

1 Методика поверки и компьютерная программа обработки результатов измерений

Таблица В.1

	Обозначение	Название	Организация–разработчик
Методика Поверки	МП 321/1-17	ГСИ. Резервуар стальной вертикальный цилиндрический РВС-5000	ФБУ «Томский ЦСМ»
Компьютерная Программа			

2 Параметры резервуара

3 Вычисление поправки к вместимости пояса резервуара за счет гидростатического давления жидкости

Регистрационный № документа _____

Приложение В
(рекомендуемое)
Форма градуировочной таблицы

Название организации, утверждающей градуировочную таблицу

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

(должность руководителя подразделения и наименование
организации проводящей поверку)

(должность руководителя и наименование
организации проводящей поверку)

(подпись) (расшифровка подписи)

(подпись) (расшифровка подписи)

« ____ » _____ 20__ г.

« ____ » _____ 20__ г.

ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА

Резервуар стальной вертикальный цилиндрический _____ зав. № _____

назначение: измерение объема нефти и нефтепродуктов
организация–владелец:

место установки резервуара:

тип резервуара:

номинальная вместимость: _____ м³

пределы допускаемой относительной погрешности определения

вместимости резервуара, %: ± _____

базовая высота резервуара, мм: _____

предельная высота наполнения, мм: _____

вместимость на предельную высоту наполнения, м³: _____

Уровень жидкости ниже $H_{mn} =$ _____ мм для государственных учетных и торговых операций с нефтью и нефтепродуктами, взаимных расчетов между поставщиком и потребителем не используется

вместимость «мертвой» полости, м³: _____

дата проведения поверки: _____

срок очередной поверки: _____

всего листов в градуировочной таблице: _____

<p>Расчет градуировочной таблицы выполнен в соответствии с _____ (наименование программного обеспечения)</p>
--

Регистрационный № документа _____

Приложение Г
(рекомендуемое)
Эскиз резервуара
Резервуар стальной вертикальный цилиндрический _____ № _____

назначение: _____
 тип резервуара: _____
 номинальная вместимость: _____ м³
 организация-владелец: _____
 место установки резервуара: _____

