

СОГЛАСОВАНО

И.о. директора

ФБУ «Томский ЦСМ»



Н.В. Мурсалимова

« 19 » 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Резервуар стальной горизонтальный цилиндрический РГС-10

Методика поверки

МП 447-2021

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на резервуар стальной горизонтальный цилиндрический РГС-10 (далее – резервуар), изготовленный АО «Томскнефть» ВНК, Россия, 636780, Томская область, г. Стрежевой, ул. Буровиков, д. 23.

1.2 Заводской номер и месторасположение резервуара представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные о резервуаре

Тип	Заводской номер	Месторасположение
РГС-10	138	Томская область, ЦППН-7 СИКН № 571 ПСП «Медведево»

1.3 Методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок резервуара геометрическим методом с применением геодезического прибора – тахеометра электронного (далее - тахеометр).

1.4 Средства измерений, используемые для проведения первичной и периодической поверки, по своим характеристикам должны быть прослеживаемы к государственному первичному специальному эталону единицы длины.

1.5 Поверяемый резервуар прослеживаем к государственному первичному специальному эталону единицы длины – ГЭТ 199-2018, согласно государственной поверочной схеме для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости (утверждена приказом Росстандарта от 07.02.2018 №256).

1.6 Интервал между поверками – 5 лет.

1.7 Термины и определения, используемые в методике поверки, приведены в приложении А.

1.8 Перечень нормативных документов, ссылки на которые используются в методике поверки, приведены в приложении Б.

1.9 Не допускается поверка резервуаров для меньшего числа метрологических характеристик.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Проведение операций при	
	первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да

Если при проведении какой-либо операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Требования к климатическим условиям:

- температура окружающего воздуха, °С от минус 15 до плюс 35;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7;
- скорость ветра, м/с, не более 10;
- отсутствие воздействия атмосферных осадков.

Внимание! Измерения параметров резервуара во время грозы категорически запрещается.

3.2 Резервуар должен быть смонтирован, испытан на прочность и герметичность, очищен и проветрен.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К выполнению испытаний и обработке их результатов допускают лица, достигшие 18 лет, не имеющих медицинских противопоказаний к работе на опасных производственных объектах, изучивших техническую документацию на резервуар и его конструкцию, эксплуатационную документацию на средства поверки и прошедшие инструктаж по охране труда и противопожарной безопасности, изучивших настоящую методику поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 3. Допускается применять другие средства поверки с аналогичными или лучшими метрологическими характеристиками, обеспечивающие требуемую точность передачи единицы величины поверяемому средству измерений.

5.2 Все применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений должны быть поверены.

Таблица 3 – Средства поверки

Наименование средства поверки	Метрологические и технические характеристики
Рулетка измерительная металлическая Р20У2Г по ГОСТ 7502	Диапазон измерений от 0 до 20 м; КТ 2
Рулетка измерительная металлическая с грузом РНГ, Р20Н2Г по ГОСТ 7502	Диапазон измерений от 0 до 20 м; КТ 2
Отвес	—
Термогигрометр ИВА-6А-Д	Диапазон измерений температуры от -20 до +60 °С; $\Delta = \pm 0,3$ °С; диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа; $\Delta = \pm 2,5$ гПа
Анемометр портативный акустический АПА-1/3	Диапазон измерений от 0,1 до 20 м/с; $\Delta = \pm(0,1 + 0,05 \cdot V)$ м/с
Тахеометр электронный Leica TS15	Диапазон измерений углов от 0 до 360°; СКО не более 2"; диапазон измерений расстояний от 1,5 до 400 м (безотражательный режим); СКО не более $\pm(2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм
Персональный компьютер с установленным программным обеспечением - пакетом	

Наименование средства поверки	Метрологические и технические характеристики
прикладных программ «VGS» (рабочий программный модуль GOR_1, не ниже версии 9.4) утверждённый ГП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ» (свидетельство № 23-0327 от 17 апреля 2019 г.)*	
Примечания: 1 В таблице приняты следующие обозначения и сокращения: СКО – среднее квадратическое отклонение; Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений; δ – пределы допускаемой относительной погрешности измерений; V – измеренная скорость ветра, м/с; КТ – класс точности 2 Допускается применение средств испытаний, не указанных в настоящей таблице, но обеспечивающих определение метрологических и технических характеристик резервуаров с требуемой точностью. * - обработка результатов измерений осуществляется согласно ФР.1.27.2010.08878 МВУ 039/03-2010 «Метрология. Вместимость резервуаров стальных цилиндрических горизонтальных. МВИ геометрическим методом с применением геодезических приборов»	

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Лица, выполняющие поверку резервуара, должны быть одеты в спецодежду: комбинезон по ГОСТ 12.4.099 или ГОСТ 12.4.100; спецобувь по ГОСТ 12.4.137, строительную каску по ГОСТ 12.4.087, рукавицы по ГОСТ 12.4.010 и очки защитные.

6.2 Для освещения в темное время суток или, при необходимости в дневное время суток при измерениях внутри резервуара применяют светильники во взрывозащищенном исполнении.

6.3 Избыточное давление внутри резервуара должно быть равно нулю.

6.4 Базовую высоту резервуара определяют через измерительный люк. После проведения поверки крышку измерительного люка плотно закрывают.

6.5 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в эксплуатационных документах средств поверки, приведенных в таблице 3.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре проверяют соответствие конструкции паспорту на резервуар. Коррозионные повреждения, царапины, трещины, прожоги, оплавления, расслоения, закаты на стенке, днище резервуара должны отсутствовать. Результаты проверки положительные, если конструкция соответствует паспорту.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 На поверку резервуара представляют следующие документы:

- свидетельство о предыдущей поверке резервуара при выполнении периодической поверки (при наличии);
- описание типа резервуара;
- паспорт на резервуар.

8.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверяют соблюдение условий поверки, установленных в разделе 3;
- подготавливают к работе средства поверки, приведенные в таблице 3, в соответствии с распространяющейся на них эксплуатационной документацией.

8.3 Разбивают продольные и поперечные сечения резервуара, в точках, пересечения которых выполняют измерения. Поперечные сечения разбивают следующим образом: по три (или два) поперечных сечения в каждом поясе – переднее и заднее, расположенное на расстоянии от 50 до 100 мм от сварочного шва и среднее, находящееся посередине пояса резервуара.

8.4 Восемь продольных сечений резервуара должны проходить через ось резервуара. Два вертикальных и два горизонтальных сечения, и четыре под углом 45° между горизонтальными и вертикальными сечениями. Продольные сечения разбивают с использованием нитяного отвеса. Погрешность разбивки продольных сечений в горизонтальной и вертикальной плоскости от 30 до 100 мм. Продольные сечения нумеруют цифрами от 1 до 8 по часовой стрелке, если смотреть в сторону базовой точки резервуара. Допускается большее число продольных сечений разбитых через 30° или 15° .

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

Примечания

1 При обработке результатов внутренних измерений геометрических параметров резервуара вручную рекомендуется оформлять результаты измерений таблицами, приведенными в разделе 9 данной МП. Обработка результатов измерений осуществляется в соответствии с ФР.1.27.2010.08878 МВУ 039/03-2010 «Метрология. Вместимость резервуаров стальных цилиндрических горизонтальных. МВИ геометрическим методом с применением геодезических приборов»

2 При использовании специализированного ПО результаты оформляются по формам приведенным в ПО.

9.1 Определение базовой высоты резервуара

9.1.1 Определение базовой высоты резервуара проводят дважды с помощью рулетки с грузом, если результаты измерений отличаются не более чем на 2 мм, то в качестве результата измерений базовой высоты принимают их среднее значение. Если полученное расхождение результатов измерений составляет более 2 мм, то измерения повторяют еще дважды и берут среднее значение из трех наиболее близких результатов.

9.1.2 Базовую высоту резервуара измеряют через измерительный люк в точке, расположенной на плоскости, проходящей через верхнюю образующую и продольную ось резервуара, или через измерительную трубу.

9.1.3 Результаты измерений базовой высоты вносят в таблицу по форме таблицы 4.

Таблица 4 – Определение базовой высоты

Базовая высота, мм		Расхождение между результатами измерений, мм	Результат измерений базовой высоты, мм
1 измерение	2 измерение		

9.1.4 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 резервуара.

При этом допускается измерение базовой высоты резервуара при наличии жидкости в нем до произвольного уровня.

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

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

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

9.2 Определение среднего радиуса цилиндрической части резервуара

9.2.1 Тахеометр, закрепленный на штативе, устанавливают внутри резервуара приблизительно посередине между передним и задним днищем и приводят в рабочее положение в соответствии с инструкцией по его эксплуатации. Тахеометр переключают в режим «измерения расстояний без отражателя».

9.2.2 Тахеометр необходимо устанавливать как можно ближе к оси в вертикальной и горизонтальной плоскости, так, чтобы отклонение горизонтальной визирной оси тахеометра, относительно оси резервуара не превышало 100 мм.

9.2.3 В память тахеометра вводят произвольные горизонтальные координаты точек стояния тахеометра. Зрительную трубу тахеометра наводят на центр переднего днища и обнуляют отсчет по горизонтальному кругу.

9.2.4 В память тахеометра вводится равная нулю высота базовой точки. Тахеометр наводят на базовую точку и измеряют горизонтальный угол, вертикальный угол и расстояние и вычисляют ее горизонтальные координаты, а также абсолютную высоту горизонта тахеометра.

9.2.5 Рулеткой измеряют высоту тахеометра над стенкой резервуара и вводят в тахеометр.

9.2.6 При необходимости в тахеометр вводят код точки измерений – «номер поперечного сечения, номер продольного сечения». Выполняют наведение сетки нитей тахеометра на соответствующую точку и измеряют горизонтальный угол, вертикальный угол и расстояние. Программой, встроенной в тахеометр, вычисляют горизонтальные координаты и абсолютную высоту точки, на которую выполнялись измерения и заносят в память тахеометра.

9.2.7 Аналогично выполняют измерения во всех поперечных сечениях между тахеометром и передним и задним днищем, в том числе в поперечном сечении в котором расположен тахеометр.

9.2.8 Результаты измерений радиуса цилиндрической части резервуара в каждом сечении вносят в таблицу по форме таблицы 5.

Таблица 5 - Средний радиус цилиндрической части резервуаров

Номер сечения	Радиус цилиндрической части, мм								Средний радиус сечения, мм
	1	2	3	4	5	6	7	8	

9.3 Определение параметров днищ резервуаров

Высоту переднего и заднего днищ резервуара определяют при помощи рулетки. Плоскость основания днища задается отвесом, который прикладывают к линии пересечения цилиндрической части и днища. Результаты измерений вносят в таблицу по форме таблицы 7.

Таблица 7 – Определение параметров днищ резервуара

Измеряемый параметр	Значение параметра	
	Переднее днище	Заднее днище
Форма днища		
Отчет по рулетке в нижней точке днища резервуара, мм		
Выпуклость (высота) днища, мм		

9.4 Определение предельной абсолютной высоты наполнения и абсолютной высоты «мертвой» полости резервуара

9.4.1 Рулетку последовательно устанавливают вертикально на базовой точке резервуара, нижней (верхней) точке сливного (всасывающего) патрубка, нижней точке обреза горловины. Горизонтально расположенную зрительную трубу тахеометра наводят на рулетку, фокусируют на шкалу и снимают отсчеты при помощи горизонтальной сетки нитей зрительной трубы или лазерного луча. Измерения выполняют не менее 2-х раз. Результаты измерений не должны отличаться более чем на 2 мм.

9.4.2 Результаты измерений вносят в таблицу по форме таблицы 8.

Таблица 8 – Измерения при определении абсолютной высоты «мертвой» полости и граничной высоты наполнения резервуара

Определяемый параметр	Значение параметра
Отсчет по рулетке в базовой точке, мм	
Отсчет по рулетке в верхней точке обреза горловины, мм	
Отсчет по рулетке в нижней (верхней) точке сливного патрубка, мм	
Значение предельной абсолютной высоты наполнения составляет, мм.	
Значение абсолютной высоты «мертвой» полости резервуара составляет, мм.	

9.4.3 Расчет предельной абсолютной высоты наполнения и абсолютной высоты «мертвой» полости резервуара выполняется автоматически с использованием пакета прикладных программ «VGS», рабочий программный модуль «GOR_1».

9.5 Определение геометрических параметров и абсолютной высоты внутренних деталей

9.5.1 Диаметр поперечного сечения цилиндрической детали или ширину и высоту прямоугольного поперечного сечения, а так же длину детали определяют рулеткой как среднее, не менее чем, из двух измерений. Угол наклона определяют тахеометром.

Результаты измерений заносят в таблицу по форме таблицы 9.

Значение длины записывают со знаком «-», если деталь наружная, увеличивающая вместимость резервуара, и со знаком «+», если внутренняя - уменьшающая вместимость резервуара.

Таблица 9 – Внутренние детали резервуара

Форма	Геометрические параметры деформаций					Высота от днища, мм	
	Высота, мм	Длина, мм	Диаметр, ширина, мм	Угол наклона оси, °	Объем, м ³	Нижней границы	Верхней границы

--	--	--	--	--	--	--	--

9.5.2 Абсолютную высоту нижней и верхней границы детали определяют тахеометром. Рулетку устанавливают вертикально на базовую точку резервуара, а затем на низ и верх каждой детали и снимают отсчет при помощи тахеометра. Результаты измерений заносят в таблицу по форме таблицы 8.

9.6 Определение геометрической формы, геометрических параметров и абсолютной высоты деформации стенок цилиндрической части и днищ резервуара

9.6.1 Определяют тип геометрической фигуры, которому соответствует форма деформации днища и стенок резервуара (эллипс, гипербола, сферический сегмент, конус, параболический сегмент) в соответствии с таблицей 10.

Таблица 10 – Типы геометрических фигур

Номер формы	Тип геометрической фигуры	Рисунок	Характеристики формы деформации
1	Коническая		Поперечное сечение данной формы представляет собой строгий конус
2	Гиперболическая		Поперечное сечение данной формы представляет собой гиперболу с четко выраженной границей между деформацией и стенкой резервуара
3	Параболическая		Поперечное сечение данной формы представляет собой параболу с четко выраженной границей между деформацией и стенкой резервуара
4	Сферическая		Поперечное сечение данной формы представляет собой сферический сегмент с четко или нечетко выраженной границей между деформацией и стенкой резервуара и пологими краями
5	Эллиптическая		Поперечное сечение данной формы представляет собой эллипс с нечетко выраженной границей между деформацией и стенкой резервуара и круглыми краями с плоской серединой

9.6.2 Определяют диаметр основания деформированного участка как среднее из максимального и минимального значений измеренных рулеткой, а также уклон плоскости основания деформации к вертикали.

9.6.3 Определяют высоту деформации как максимально измеренное рулеткой расстояние перпендикулярно к окружающей ровной поверхности заданной ребром рулетки, приложенной к основанию деформации. Значения высоты записывают со знаком «-», если деформация выпуклая, и со знаком «+», если вогнутая.

9.6.4 Результаты измерений заносят в таблицу по форме таблицы 11.

Таблица 11 – Определение геометрической формы, геометрических параметров и абсолютной высоты деформации резервуара

Форма	Геометрические параметры деформаций					Высота от днища, мм	
	Высота, мм	Длина, мм	Диаметр, ширина, мм	Угол наклона оси, °	Объем, м ³	Нижней границы	Верхней границы

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Определение вместимости камер резервуара, вместимостей «мертвой» полости, расчет погрешности измерений вместимости резервуара и расчет градуировочных таблиц выполняется автоматически с использованием пакета прикладных программ «VGS», рабочий программный модуль «GOR_1».

Фактические значения относительной погрешности измерений вместимости камер резервуара не должны превышать $\pm 0,5\%$.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

11.2 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на резервуар выдается свидетельство о поверке средства измерений, заверяемое подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.3 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений проводящими поверку средств измерений юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

Приложение А (обязательное)

Перечень используемых терминов и определений

А.1 Геометрические параметры (резервуаров, деталей, днищ): Геометрические размеры (резервуаров, деталей, днищ), определяемые методом прямых или косвенных измерений и используемые для определения общей или интервальных вместимостей резервуаров.

А.2 Базовая точка: Точка на внутренней поверхности цилиндрической части резервуаров, с которой совпадает ноль градуировочной таблицы и от которой измеряют уровень жидкости в резервуарах.

А.3 Абсолютная высота (уровень наполнения): Расстояние по вертикали от горизонтальной плоскости, проходящей через базовую точку до любой точки каждого резервуара или до свободной поверхности жидкости, находящейся в резервуарах.

Примечание - Относительно этой горизонтальной плоскости методами прямых или косвенных измерений определяют базовую высоту, абсолютную высоту внутренних деталей, деформаций, абсолютную высоту верха всасывающего или низа приемо-раздаточного патрубка, низа горловины.

А.4 Ось резервуара: Прямая во внутреннем пространстве каждого резервуара равноудаленная от реальной внутренней поверхности цилиндрической части резервуаров.

А.5 Средний радиус цилиндрической части: Расстояние от оси каждого резервуара до цилиндрической поверхности, радиальные отклонения g_{ij}^{pez} от которой реальной внутренней поверхности цилиндрической части резервуаров соответствуют условиям метода наименьших квадратов

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k g_{ij}^{pez} = 0; \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (g_{ij}^{pez})^2 = \min, \quad (\text{A.1})$$

где i, j - номер поперечного (продольного) сечения резервуаров соответственно;
 n, k - число поперечных (продольных) сечений резервуаров соответственно.

А.6 Аппроксимирующий цилиндр: Цилиндрическая поверхность, осью которой является прямая в соответствии с А.4, построенная по условиям в соответствии с А.5.

А.7 Степень наклона резервуаров: Тангенс угла в вертикальной плоскости между осью каждого резервуара и горизонтальной плоскостью.

А.8 Поперечное сечение резервуаров: Кривая, лежащая на пересечении внутренней поверхности резервуаров и плоскости, перпендикулярной к оси резервуаров.

А.9 Плоскость основания переднего (заднего) днища: Поперечное сечение каждого резервуара, проходящее по границе переднего (заднего) днища и цилиндрической части каждого резервуара.

А.10 Базовая высота: Абсолютная высота верха измерительной трубы или измерительного отверстия резервуаров.

А.11 Граничная (максимальная) абсолютная высота наполнения: Абсолютная высота наиболее высокой точки нижнего обреза горловины люка или до любой другой, указанной в документации, горизонтальной плоскости, выше которой налив не допускается.

А.12 Абсолютная высота «мертвой» полости: Абсолютная высота низа приемо-раздаточного патрубка, верха всасывающего патрубка или любой горизонтальной плоскости, заданной в документации, ниже которой слив не возможен.

А.13 Вместимость «мертвой» полости: Интервальная вместимость резервуаров, соответствующая абсолютной высоте «мертвой» полости.

Приложение Б
(обязательное)
Перечень ссылочных нормативных документов

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.4.010-75 ССБТ. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия.

ГОСТ 12.4.087-84 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 12.4.137-2001 Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия.