

СОГЛАСОВАНО

Директор ФБУ «Томский ЦСМ»

 Н.В. Мурсалимова

« 04 » 06 2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Резервуары стальные горизонтальные цилиндрические РГС

Методика поверки

МП 462-2022

Томск
2022

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на резервуары стальные горизонтальные цилиндрические РГС следующих модификаций РГС-40, РГС-85 (далее – резервуары), изготовленные Акционерным обществом «Региональный деловой центр Томской области» (АО «РДЦ ТО»), Россия, 634050, г. Томск, ул. Трифонова, д.12.

1.2 Резервуары, РГС-40 с заводским номером 521 и РГС-85 с заводским номером 942080, располагаются на территории Акционерного общества «Региональный деловой центр Томской области».

1.3 Методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок резервуаров геометрическим методом с применением лазерной координатно-измерительной сканирующей системы (далее - сканер)

1.4 При поверке резервуаров с применением сканера вместимость резервуара определяют на основании вычисленного объема 3D-модели резервуара, построенной с помощью специализированного программного обеспечения (ПО) по результатам измерений пространственных координат точек, лежащих на внутренней поверхности резервуара.

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

1.6 Поверяемый резервуар должны быть прослеживаемы 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).

1.7 Интервал между поверками – 5 лет.

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

1.9 Перечень нормативных документов, ссылки на которые используются в методике поверки, приведен в приложении Б.

1.10 Не допускается поверка резервуара для меньшего числа метрологических характеристик.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7

Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик средств измерений с применением лазерной координатно-измерительной сканирующей системы (сканера)	да	да	9
Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	да	да	10

2.2 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, °C от минус 15 до плюс 35;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7;
- относительная влажность воздуха, % не более 80;
- отсутствие воздействия атмосферных осадков.

Внимание! Измерения параметров резервуара во время грозы категорически запрещаются.

3.2 Резервуар должны быть смонтирован, испытан на прочность и герметичность, очищены и проветрены.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки и обработке результатов допускают лиц, достигших 18 лет, не имеющих медицинских противопоказаний к работе на опасных производственных объектах, изучивших техническую документацию на резервуар и конструкцию, эксплуатационную документацию на средства поверки и прошедшие инструктаж по охране труда и противопожарной безопасности, изучившие 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 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
раздел 8, 9 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры в диапазоне измерений температуры от -20 °С до +60 °С; $\Delta = \pm 0,3$ °С; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа; $\Delta = \pm 2,5$ гПа	Термогигрометр ИВА-6А-Д, № 46434-11
п. 9.1 Определение базовой высоты	Средства измерений длины в диапазоне измерений от 0 до 20 м; КТ 2	Рулетка измерительная металлическая с грузом РНГ, Р20Н2Г по ГОСТ 7502, № 43611-10
п.9.2 Определение горизонтальных координат и абсолютной высоты точек на внутренней поверхности резервуара	Средства измерений длины в диапазоне 0,6 до 70 м; $\Delta = \pm 1$ мм; Диапазон сканирования в горизонтальной плоскости от 0° до 360°, вертикальной плоскости от 0° до 300°; $\Delta = \pm 19''$	Машина координатно-измерительная мобильная FARO Laser Scanner Focus S 70, № 70272-18
	Персональный компьютер с установленным программным обеспечением - пакетом прикладных программ «VGS» утверждённый ГП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ»*	
п.9.3 Определение предельной абсолютной высоты наполнения и абсолютной высоты «мертвой» полости резервуара	Средства измерений длины в диапазоне измерений от 0 до 20 м; КТ 2	Рулетка измерительная металлическая Р20У2Г по ГОСТ 7502, № 55464-13
	Средства измерений длины в диапазоне 0,6 до 70 м; $\Delta = \pm 1$ мм; Диапазон сканирования в горизонтальной плоскости от 0° до 360°, вертикальной плоскости от 0° до 300°; $\Delta = \pm 19''$	Машина координатно-измерительная мобильная FARO Laser Scanner Focus S 70, № 70272-18
	—	Отвес
	Персональный компьютер с установленным программным обеспечением - пакетом прикладных программ «VGS» утверждённый ГП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ»*	
п. 9.4 Определение геометрических параметров и абсолютной высоты внутренних деталей	Средства измерений длины в диапазоне измерений от 0 до 20 м; КТ 2	Рулетка измерительная металлическая Р20У2Г по ГОСТ 7502, № 55464-13
	Средства измерений линейных размеров от 0 до 400 мм; $\Delta = \pm 0,05$ мм	Штангенциркуль Ш-III, № 7706-00

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Средства измерений длины в диапазоне 0,6 до 70 м; $\Delta = \pm 1$ мм; Диапазон сканирования в горизонтальной плоскости от 0° до 360°, вертикальной плоскости от 0° до 300°; $\Delta = \pm 19''$	Машина координатно-измерительная мобильная FARO Laser Scanner Focus S 70, № 70272-18
раздел 10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Персональный компьютер с установленным программным обеспечением - пакетом прикладных программ «VGS» утверждённый ГП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ»*	
Примечание – В таблице приняты следующие обозначения и сокращения: СКО – среднеквадратическое отклонение; Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений; КТ – класс точности; D – измеряемое расстояние, мм. * 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 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 применяют светильники во взрывозащищенном исполнении.

6.3 Перед проведением поверки проверяют исправность лестниц и перил резервуара.

6.4 Избыточное давление внутри резервуара должно быть равно нулю.

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

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют соответствие конструкции и внутренних деталей резервуара чертежам, приведенным в паспорте на резервуар. Коррозионные повреждения, царапины, трещины, прожоги, оплавления, расслоения, закаты на стенке, днище и несущих элементах кровли резервуара должны отсутствовать. Деформация стенки резервуара должна отсутствовать. Результаты проверки положительные, если конструкция резервуара соответствует паспорту.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

1.1 На поверку резервуара представляют следующие документы:

- документы, удостоверяющие поверку средства измерений;
- эксплуатационная документация 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 2, в соответствии с распространяющейся на них эксплуатационной документацией.

8.3 Проверяют визуально состояние внутренней поверхности резервуара на наличие видимых повреждений, деформаций и трещин.

8.4 Для обеспечения пределов погрешности (неопределенности) вместимости резервуара минимальное количество точек на цилиндрической части и днищах резервуара, должно быть не менее 20000.

9 Определение метрологических характеристик средств измерений с применением лазерной координатно-измерительной сканирующей системы (сканера)¹

9.1 Определение базовой высоты резервуара

9.1.1 Базовую высоту резервуара измеряют рулеткой с грузом не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно быть более 2 мм.

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 3.

Таблица 3 – 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.

¹ Примечания – При обработке результатов внутренних измерений геометрических параметров резервуара вручную рекомендуется оформлять результаты измерений таблицами 3, 4. 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». При использовании специализированного ПО результаты оформляются по формам приведенным в документах на ПО.

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 горизонтальных координат и абсолютной высоты точек на внутренней поверхности резервуара

9.2.1 На базовую точку устанавливают предусмотренную инструкцией по эксплуатации сканера сферу или марку и измеряют ее высоту. Марка, нарисованная на бумаге, может быть наклеена на базовую точку. Измеряют высоту сферы или марки над базовой точкой.

9.2.2 Задают режим измерений сканера так, чтобы точки, координаты которых определяют, были равномерно распределены на поверхности цилиндрической части и днищ резервуара и выполняют измерения. Вычисленные программным обеспечением сканера горизонтальные координаты и абсолютную высоту точек записывают в файл на внутренний электронный носитель сканера.

9.2.3 Если длина цилиндрической части резервуара в четыре раза больше его диаметра рекомендуется измерения выполнять с двух точек установки сканера. Для объединения результатов измерений с двух точек в одну систему координат устанавливают около днищ резервуара на штативах, стенке или днище минимум две сферы или марки, предусмотренные инструкцией по эксплуатации сканера. Эти сферы или марки сканируются вместе со стенками с обеих точек стояния сканера. Пересчет из системы координат второй точки в систему координат первой выполняется программным обеспечением сканера после завершения измерений.

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

9.3.1 Сканер, 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.

9.3.2 Рекомендуется для контроля общую длину резервуара определить рулеткой по оси резервуара между вершинами днищ резервуара. Измерения выполняют не менее 2-х раз. Результаты измерений не должны отличаться больше чем на 2 мм. Допускается общую длину резервуара определять как сумму длин, измеренных рулеткой от оси вращения сканера до вершин переднего и заднего днища.

9.3.3 Рекомендуется для контроля высоту переднего и заднего днища резервуара определить непосредственным измерением при помощи рулетки. Площадь основания днища задается отвесом, приложенным к линии пересечения цилиндрической части и днища резервуара. Измерения выполняют не менее 2-х раз. Результаты измерений не должны отличаться больше, чем на 2 мм.

9.3.4 Абсолютную высоту «мертвой» полости и предельную высоту наполнения резервуара измеряют по скану резервуара при помощи программного обеспечения сканера.

9.4 Определение геометрических параметров и абсолютной высоты внутренних деталей резервуара

Диаметр поперечного сечения цилиндрической детали или ширину и высоту прямоугольного поперечного сечения определяют как среднее из двух измерений штангенциркулем или рулеткой. Измеряют так же наклон оси детали к вертикали сканером и длину детали рулеткой.

Результаты измерений геометрических параметров и абсолютной высоты внутренних деталей резервуара вносят в таблицу по форме таблицы 4.

Таблица 4 – Результаты измерений геометрических параметров и абсолютной высоты внутренних деталей

Форма детали (оборудования)	Высота, мм	Длина, мм	Диаметр, мм	Угол наклона оси, °	Объем, м ³	Абсолютная высота, мм	
						нижней границы	верхней границы

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Определение общей вместимости резервуара, вместимости «мертвой» полости, расчет погрешности измерений вместимости резервуара и расчет градуировочной таблицы выполняется автоматически с использованием пакета прикладных программ «VGS»

Фактическое значение относительной погрешности измерений вместимости резервуара не должно превышать $\pm 0,2\%$.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом в произвольной форме.

11.2 При положительных результатах поверки резервуара сведения о поверке вносят в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, по желанию заявителя оформляют свидетельство о поверке. Знак поверки наносят на свидетельство о поверке и в градуировочную таблицу резервуара.

Отрицательные результаты поверки оформляют извещением о непригодности средства измерений и вносят в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Приложение А (обязательное) Перечень используемых терминов и определений

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

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

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 резервуаре.

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 резервуара.

А.5 Базовая высота: Абсолютная высота верха измерительной трубы или измерительного отверстия резервуара.

А.6 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.7 Средний радиус цилиндрической части резервуара: Расстояние от оси резервуара до цилиндрической поверхности, радиальные отклонения g_{ij}^{pez} от которой реальной внутренней поверхности цилиндрической части резервуара соответствуют условиям метода наименьших квадратов

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

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

А.8 Степень наклона резервуара: Тангенс угла в вертикальной плоскости между осью резервуара и горизонтальной плоскостью.

А.9 Поперечное сечение резервуара: Кривая, лежащая на пересечении внутренней поверхности резервуара и плоскости, перпендикулярной к оси резервуара.

А.10 Плоскость основания переднего (заднего) днища: Поперечное сечение резервуара, проходящее по границе переднего (заднего) днища и цилиндрической части резервуара.

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 Общая вместимость: Вместимость резервуара, соответствующая граничной абсолютной высоте наполнения.

А.14 Вместимость «мертвой» полости: Интервальная вместимость резервуара, соответствующая абсолютной высоте «мертвой» полости.

Приложение Б
(обязательное)

Перечень ссылочных нормативных документов

ГОСТ 8.346-2000 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Резервуары стальные горизонтальные цилиндрические. Методика поверки.

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 12.4.010-75 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия

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 12.4.137-2001 Обувь специальная кожаная для защиты от нефти, нефтепродуктов