

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФБУ «Томский ЦСМ»

 М.М. Чухланцева

« 26 » 02 2020 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Резервуар стальной горизонтальный цилиндрический РГС-25

Методика поверки

МП 403-20

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на резервуар стальной горизонтальный цилиндрический РГС-25 (заводской номер 12-16-0008) (далее - резервуар), изготовленный АО НПСХ «МЕТАЛЛОСТРОЙКОНСТРУКЦИЯ» 603005, Нижний Новгород, ул. Алексеевская, 27.

1.2 Резервуар расположен на объекте ООО «Газпром добыча Ноябрьск» (Республика Саха (Якутия), Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение).

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 Интервал между поверками – 5 лет.

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

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

2 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки
Внешний осмотр	8.1
Определение базовой высоты	8.2
Определение среднего радиуса цилиндрической части, радиальных отклонений внутренней поверхности от аппроксимирующего цилиндра, степени уклона резервуара	8.3
Определение выпуклости (высоты) днища	8.4
Определение предельной абсолютной высоты наполнения и абсолютной высоты «мертвой» полости резервуара	8.5
Определение общей длины резервуара и расстояний от базовой точки до границ поясов и границ цилиндрической части и днища	8.6
Определение геометрических параметров и абсолютной высоты внутренних деталей	8.7
Определение геометрической формы, геометрических параметров и абсолютной высоты деформации стенок цилиндрической части и днищ резервуара	8.8
Определение общей вместимости резервуара, вместимости «мертвой» полости и расчет погрешности измерений вместимости резервуара	8.9

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2. Допускается применять другие средства поверки с аналогичными или лучшими метрологическими характеристиками, обеспечивающие контроль метрологических характеристик резервуара.

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

Таблица 2 - Средства поверки

Наименование эталонов и вспомогательного оборудования	Метрологические и технические характеристики	
	диапазон измерений, номинальное значение	погрешность, класс точности
Термогигрометр ИВА-6А-Д	температуры от минус 20 до плюс 60 °С	$\Delta = \pm 0,3$ °С
	атмосферного давления от 70 до 110 кПа	$\Delta = \pm 2,5$ кПа
Тахеометр электронный Leica TS15	Диапазон измерений углов от 0 до 360°	СКО не более 2"
	Диапазон измерений расстояний от 1,5 до 400 м	СКО не более $\pm(1+1,5 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ мм
Рулетка измерительная металлическая с грузом Р20Н2Г	от 0 до 20 м	КТ 2
Рулетка измерительная металлическая 2-го класса точности Р20Н2К	от 0 до 20 м	КТ 2
Отвес	-	-
Персональный компьютер с установленным пакетом прикладных программ «VGS» (рабочий программный модуль GOR_1), утверждённым ГП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ»(свидетельство № 23-0327 от 17 апреля 2019 г.)		
Примечание - В таблице приняты следующие обозначения и сокращения: СКО – среднеквадратическое отклонение; Δ – абсолютная погрешность измерений; L – измеряемое расстояние, мм; КТ – класс точности		

4 Требования к квалификации поверителей

К выполнению поверки допускают лиц, достигших 18 лет, изучивших техническую документацию на резервуар и его конструкцию, эксплуатационную документацию на средства поверки и прошедшие инструктаж по охране труда и противопожарной безопасности.

5 Требования безопасности

5.1 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.

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

5.3 Для освещения в темное время суток применяют светильники во взрывозащищенном исполнении.

5.4 Избыточное давление внутри резервуара должно быть равно нулю.

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

5.6 При проведении испытаний необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в эксплуатационных документах средств поверки, приведенных в таблице 2.

6 Условия поверки

6.1 Требования к климатическим условиям

- температура окружающего воздуха, °С

от минус 15 до плюс 35;

- атмосферное давление, кПа

от 84,0 до 106,7.

Измерения параметров резервуара во время грозы категорически запрещены.

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

6.3 К выполнению испытаний и обработке их результатов допускают лиц, достигших 18 лет, изучивших техническую документацию на резервуар и его конструкцию, эксплуатационную документацию на эталонные средства измерений и прошедшие инструктаж по охране труда и противопожарной безопасности.

6.4 Измерения геометрических параметров резервуара рекомендуется выполнять не менее двум специалистам.

7 Подготовка к поверке

7.1 На поверку резервуара представляют следующие документы:

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

7.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверяют соблюдение условий поверки, установленных в разделе 6;
- подготавливают к работе средства поверки, приведенные в таблице 2, в соответствии с распространяющейся на них эксплуатационной документацией.

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

7.4 Разбивают продольные и поперечные сечения резервуара, в точках, пересечения которых выполняют измерения. Поперечные сечения разбивают в соответствии с ГОСТ 8.346 по три 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. Допускается большее количество поперечных сечений в поясе.

7.5 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° .

8 Проведение поверки и обработка результатов измерений

8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре резервуара проверяют соответствие конструкции и внутренних деталей резервуара чертежам, приведенным в паспорте на резервуар. Результаты проверки положительные, если конструкция резервуара соответствует паспорту.

8.2 Определение базовой высоты

8.2.1 Определение базовой высоты резервуара проводят дважды при помощи 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.

8.2.2 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		

8.2.3 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 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 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 М ГОСТ 8.346.

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.

8.3 Определение среднего радиуса цилиндрической части, радиальных отклонений внутренней поверхности от аппроксимирующего цилиндра, степени уклона резервуара

8.3.1 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».

8.3.2 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.

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

8.3.4 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.

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

8.3.6 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.

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

8.3.8 Результаты измерений радиуса цилиндрической части резервуара в каждом сечении вносят в таблицу по форме таблицы 4.

Таблица 4 - Средний радиус цилиндрической части резервуара

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

8.3.9 Расчет среднего радиуса цилиндрической части резервуара, радиальных отклонений внутренней поверхности от аппроксимирующего цилиндра и степени уклона резервуара выполняется автоматически с использованием пакета прикладных программ «VGS», рабочий программный модуль «GOR_1». Результаты расчетов вносятся в таблицы по форме таблиц 4 и 5

Таблица 5 – Отклонение внутренней поверхности цилиндрической части резервуара от наклонного цилиндра радиусом, равным среднему внутреннему радиусу цилиндрической части резервуара

Номер сечения	Отклонение внутренней поверхности цилиндрической части резервуара от аппроксимирующего цилиндра, мм							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
...								
n								

8.4 Определение выпуклости (высоты) днища

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 6.

Таблица 6 – Определение геометрических параметров переднего и заднего днища резервуара

Определяемый параметр	Значение параметра	
	Переднее днище	Заднее днище
Форма днища		
Высота днища, мм		
Малый диаметр усеченного конуса днища, мм		

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

8.5.1 Абсолютную высоту «мертвой» полости и предельную абсолютную высоту наполнения рекомендуется определять сразу после выполнения работ в соответствии с 8.2.3.

8.5.2 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. Результаты измерений вносят в таблицу по форме таблицы 7.

Таблица 7 – Измерения при определении абсолютной высоты «мертвой» полости и граничной высоты наполнения резервуара

Определяемый параметр	Показания по метру складному, линейке, измерительной рулетки, мм
Отсчет по рулетке в базовой точке b_6 , мм	
Отсчет по рулетке в верхней точке обреза горловины b_7 , мм	
Отсчет по рулетке в нижней (верхней) точке сливного патрубка $b_{СП}$, мм	

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

8.6 Определение общей длины резервуара и расстояний от базовой точки до границ поясов и границ цилиндрической части и днища

Общую длину резервуара определяют тахеометром как сумму длин от оси вращения тахеометра до вершин переднего и заднего днища. Измерения выполняют не менее 2-х раз. Результаты измерений не должны отличаться более чем на 2 мм.

Результаты измерений вносят в таблицу по форме таблицы 8.

Таблица 8 – Результаты определения общей длины резервуара

Определяемый параметр	Значение параметра			
	1-е измерение	2-е измерение	Среднее арифметическое значение	Общая длина резервуара
Расстояние от тахеометра до переднего днища резервуара, мм				
Расстояние от тахеометра до заднего днища резервуара, мм				

Расстояние от базовой точки резервуара до границ поясов и границ цилиндрической части с днищами резервуара определяют непосредственным измерением рулеткой по нижней образующей цилиндрической части резервуара. Измерения выполняют не менее 2-х раз. Результаты измерений не должны отличаться более чем на 2 мм.

Результаты измерений вносят в таблицу по форме таблицы 9.

Таблица 9 – Результаты измерений расстояний от базовой точки резервуара до границ поясов и границ цилиндрической части с днищами резервуара

Определяемый параметр	Значение параметра		
	1-е измерение	2-е измерение	Среднее арифметическое значение

8.7 Определение геометрических параметров и абсолютной высоты внутренних деталей

8.7.1 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 10.

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

Таблица 10 – Внутренние детали резервуара

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

8.7.2 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 10.

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

8.8.1 Определяют тип геометрической фигуры, которому соответствует форма деформации днища и стенок резервуара (эллипс, гипербола, сферический сегмент, конус, параболический сегмент) в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11 – 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 крутыми краями с плоской серединой

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

8.8.3 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.

8.8.4 Абсолютную высоту нижней и верхней границы деформации определяют тахеометром аналогично 8.7.2.

8.8.5 Результаты измерений заносят в таблицу по форме таблицы 12.

Таблица 12 – Определение геометрической формы, геометрических параметров и абсолютной высоты деформации резервуара

№	Форма деформации	Геометрические параметры деформаций				Высота от днища, мм	
		Высота, мм	Длина, мм	Угол наклона оси, °	Объем, м ³	Нижней границы	Верхней границы

8.9 Определение общей вместимости резервуара, вместимости «мертвой» полости и расчет погрешности измерений вместимости резервуара

Определение общей вместимости резервуара, вместимости «мертвой» полости, расчет погрешности измерений вместимости резервуара и расчет градуировочной таблицы выполняется автоматически с использованием пакета прикладных программ «VGS», рабочий программный модуль «GOR_1» на основании результатов измерений по 8.2-8.9.

Фактические значения относительной погрешности измерений вместимости резервуара не должны превышать $\pm 0,20\%$.

9 Обработка результатов измерений

9.1 Обработку и оформление результатов измерений при определении параметров резервуаров выполняют согласно ФР.1.27.2010.08878 МВУ 039/03-2010 «Метрология. Вместимость резервуаров стальных цилиндрических горизонтальных. МВИ геометрическим методом с применением геодезических приборов» на компьютере при помощи программного обеспечения «VGS_GOR_1».

9.2 Составление градуировочных таблиц выполняют на компьютере при помощи программного обеспечения «VGS_GOR_1».

10 Оформление результатов поверки

10.1 На основании результатов поверки оформляют градуировочную таблицу.

10.2 При положительных результатах поверки резервуаров оформляют свидетельство о поверке. Знак поверки наносят на свидетельство о поверке и в градуировочной таблице резервуаров.

Отрицательные результаты поверки оформляют извещением о непригодности.

**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 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 приемораздаточного патрубка, низа горловины.

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

А.5 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.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 резервуара: Тангенс угла в вертикальной плоскости между осью резервуара и горизонтальной плоскостью.

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

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

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

1. ГОСТ 8.346-2000 ГСИ. Резервуары стальные горизонтальные цилиндрические. Методика поверки.
2. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
3. ГОСТ 12.4.010-75 ССБТ. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия.
4. ГОСТ 12.4.087-84 ССБТ. Строительство. Каски строительные. Технические условия.
5. ГОСТ 12.4.099-80 Комбинезоны женские для защиты от нетоксичной пыли, механических воздействий и общих производственных загрязнений. Технические условия.
6. ГОСТ 12.4.100-80 Комбинезоны мужские для защиты от нетоксичной пыли, механических воздействий и общих производственных загрязнений. Технические условия.
7. ГОСТ 12.4.137-2001 Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия.