

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФБУ «Томский ЦСМ»

 М.М. Чухланцева

« 16 » 09 2020 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Резервуары стальные горизонтальные цилиндрические РГС-5, РГС-7,5

Методика поверки

МП 411-2020

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на резервуары стальные горизонтальные цилиндрические РГС-5, РГС-7,5 (заводские номера 58612, 61, 75, 1) (далее – резервуары), изготовленные АО «Транснефть – Центральная Сибирь», Россия, 634050, г. Томск, ул. Набережная реки Ушайки, 24.

1.2 Информация о расположении резервуаров представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Данные о резервуарах

Тип	Заводской номер	Место установки
РГС-5	58612	ДЭС НПС «Первомайка»
РГС-5	61	ДЭС НПС «Молчаново»
РГС-5	75	ДЭС НПС «Орловка»
РГС-7,5	1	ДЭС ЦРС «Семилужки»

1.3 Методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок резервуаров 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 2.

Таблица 2 – Операции поверки

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

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 3. Допускается применять другие средства поверки с аналогичными или лучшими метрологическими характеристиками, обеспечивающие контроль метрологических характеристик резервуаров.

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

Таблица 3 – Средства поверки

Наименование эталонов и вспомогательного оборудования	Метрологические и технические характеристики
Рулетка измерительная металлическая Р20Н2К 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
Термометр с ценой деления 0,1 °С по ГОСТ 28498	Диапазон измерений от 0 до плюс 55 °С; $\Delta = \pm 0,1$ °С
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
Рейка нивелирная PS-3PRO	длина 3 м
Анализаторы-течеискатели АНТ-3М	Диапазон измерений от 50 до 2000 мг/м ³ ; $\Delta = \pm 25$ %
Персональный компьютер с установленным программным обеспечением - пакетом 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 – среднеквадратическое 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»	

4 Требования к квалификации поверителей

К выполнению поверки допускают лиц, достигших 18 лет, изучивших техническую документацию на резервуары и их конструкцию, эксплуатационную документацию на средства поверки и прошедшие инструктаж по охране труда и противопожарной безопасности, изучившие настоящую методику поверки.

5 Требования безопасности

5.1 Лица, выполняющие поверку резервуаров, 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 резервуаров 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 Перед проведением испытаний проверяют исправность лестниц и перил резервуаров.

5.5 Избыточное давление внутри резервуаров должно быть равно нулю.

5.6 Базовую высоту резервуаров определяют через измерительный люк. После проведения поверки крышку измерительного люка плотно закрывают.

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

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; |
| – скорость ветра, м/с, не более | 10; |
| – относительная влажность воздуха, % не более | 80; |
| – отсутствие воздействия атмосферных осадков. | |

6.2 Резервуары должны быть смонтированы, испытаны на прочность и герметичность, очищены и проветрены.

7 Подготовка к поверке

7.1 На поверку резервуары представляют следующие документы:

- свидетельство о предыдущей поверке резервуаров при выполнении периодической поверки (при наличии);
- описание типа резервуаров;
- паспорта на резервуары.

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 3, в соответствии с распространяющейся на них эксплуатационной документацией.

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

7.4 Разбивают продольные и поперечные сечения резервуаров, в точках, пересечения которых выполняют измерения. Поперечные сечения разбивают следующим образом: по три поперечных сечения в каждом поясе – переднее и заднее, расположенное на расстоянии от 50 до 100 мм от сварочного шва и среднее, находящиеся посередине пояса резервуаров. Допускается большее количество поперечных сечений в поясе.

7.5 Восемь продольных сечений резервуаров должны проходить через ось резервуаров. 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 резервуаров. Допускается большее число продольных сечений разбитых через 30° или 15° .

8 Проведение поверки и обработка результатов измерений

8.1 Внешний осмотр

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

8.2 Определение базовой высоты

8.2.1 Определение базовой высоты резервуаров 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.

8.2.2 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		

8.2.3 Базовую высоту измеряют ежегодно. Ежегодные измерения базовой высоты резервуаров проводит комиссия, назначенная приказом руководителя предприятия владельца резервуаров, в состав которой должен быть включен специалист, прошедший курсы повышения квалификации по поверке и калибровке резервуаров.

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

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

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

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 проверке резервуаров, более чем на 0,1 % устанавливают причину и устраняют ее. При отсутствии возможности устранения причины проводят внеочередную проверку резервуаров.

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

8.3.1 Тахеометр, закрепленный на штативе, устанавливают внутри каждого 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 каждого резервуара не превышало 100 мм.

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

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 каждого 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 резервуаров в каждом сечении вносят в таблицу по форме таблицы 5.

Таблица 5 - Средний радиус цилиндрической части резервуаров

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

8.3.9 Расчет среднего радиуса цилиндрической части каждого резервуара, радиальных отклонений внутренней поверхности от аппроксимирующего цилиндра и

степени уклона каждого резервуара выполняется автоматически с использованием пакета прикладных программ «VGS», рабочий программный модуль «GOR_1». Результаты расчетов вносятся в таблицы по форме таблиц 5 и 6

Таблица 6 – Отклонение внутренней поверхности цилиндрической части резервуаров от наклонного цилиндра радиусом, равным среднему внутреннему радиусу цилиндрической части резервуаров

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

8.4 Определение выпуклости (высоты) днища

Высоту переднего и заднего днищ резервуаров 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 геометрических параметров переднего и заднего днища резервуаров

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 резервуаров

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 каждого 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.

8.5.3 Результаты измерений вносят в таблицу по форме таблицы 8.

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

Определяемый параметр	Значение параметра, мм		
	1-е измерение	2-е измерение	Среднее арифметическое значение
Отсчет по рулетке в базовой точке, мм			

Определяемый параметр	Значение параметра, мм		
Отсчет по рулетке в верхней точке обреза горловины, мм			
Отсчет по рулетке в нижней (верхней) точке сливного патрубка, мм			

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

8.6 Определение геометрических параметров и абсолютной высоты внутренних деталей

8.6.1 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 резервуаров, и со знаком «+», если внутренняя - уменьшающая вместимость резервуаров.

Таблица 9 – Внутренние детали резервуаров



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




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

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

8.7.1 Определяют тип геометрической фигуры, которому соответствует форма деформации днища и стенок резервуаров (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

Номер формы	Тип геометрической фигуры	Рисунок	Характеристики формы деформации
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

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

8.7.3 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.

8.7.4 Абсолютную высоту нижней и верхней границы деформации определяют тахеометром аналогично 8.6.2.

8.7.5 Результаты измерений заносят в таблицу по форме таблицы 11.

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

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

8.8 Определение общей вместимости резервуаров, вместимости «мертвой» полости и расчет погрешности измерений вместимости резервуаров

Определение общей вместимости резервуаров, вместимости «мертвой» полости, расчет погрешности измерений вместимости резервуаров и расчет градуировочной таблицы выполняется автоматически с использованием пакета прикладных программ «VGS», рабочий программный модуль «GOR_1» на основании результатов измерений по 8.2-8.6.

Фактические значения относительной погрешности измерений вместимости резервуаров не должны превышать $\pm 0,25$ %.

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 с использованием пакета прикладных программ «VGS», рабочий программный модуль «GOR_1».

9.2 Составление градуировочных таблиц выполняют на компьютере с использованием пакета прикладных программ «VGS», рабочий программный модуль «GOR_1».

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют протоколом.

10.2 При положительных результатах поверки резервуаров 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 градуировочной таблице резервуаров.

Отрицательные результаты поверки оформляют извещением о непригодности.

**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

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

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

А.14 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.

ГОСТ 8.346-2000 ГСИ. Резервуары стальные горизонтальные цилиндрические. Методика поверки.