

Общество с ограниченной ответственностью «МетроКонТ»



СОГЛАСОВАНО

Директор  
ООО «МетроКонТ»

Е.Ю. Трифонов

«26» октября 2022 г.

«ГСИ. Резервуары стальные вертикальные цилиндрические РВС-60.

Методика поверки»

МП 0061-2022

Казань, 2022 г.

## Содержание

	Стр.
1 Общие положения.....	3
2 Нормативные ссылки.....	3
3 Перечень Операций поверки.....	4
4 Требования к условиям проведения поверки.....	4
5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
6 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	5
7 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	6
8 Внешний осмотр.....	6
9 Подготовка к поверке.....	7
10 Определение метрологических характеристик резервуара.....	8
10.1 Измерения толщины стенок.....	8
10.2 Измерения базовой высоты резервуара.....	8
10.3 Измерения вместимости резервуара в пределах «мертвой» полости.....	8
10.4 Измерения вместимости поверяемого резервуара выше «мертвой» полости или выше высоты неровностей днища.....	9
10.5 Измерения максимального уровня жидкости в резервуаре.....	9
11 Подтверждение соответствия резервуара метрологическим требованиям.....	10
12 Оформление результатов поверки.....	10
Приложение А.....	12
Приложение Б.....	13
Приложение В.....	15
Приложение Г.....	16
Приложение Д.....	21

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки резервуаров стальных вертикальных цилиндрических РВС-60 (далее - резервуар) с заводскими номерами 16, 17, 18, расположенные на территории нефтебазы Гладкое ООО «Газпромнефть-Терминал» по адресу: Ленинградская область, Тосненский район, северо-западнее пос. Гладкое, на пересечении автодорог «Мга-Вырица» и «Гладкое-Никольское» и предназначенные для измерений объема нефти и нефтепродуктов, а также для их приема, хранения и отпуска.

Настоящий документ устанавливает методику первичной и периодической поверки.

Прослеживаемость резервуаров к Государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2018 и к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 обеспечивается в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости (Приложение А часть 3), утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2356.

В методике поверки реализован объёмный метод поверки.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.004-2015	Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения
ГОСТ 12.1.005-88	Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
ГОСТ 12.4.087-84	Система стандартов безопасности труда. Строительство. Каски строительные. 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 12.4.310-2016	Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты работающих от воздействия нефти, нефтепродуктов. Технические требования
ГОСТ 7502-98	Рулетки измерительные металлические. Технические условия
ГОСТ 400-80	Термометры стеклянные для испытаний нефтепродуктов. Технические условия
ГОСТ 3900-85	Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности
ГОСТ 2517-2012	Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб

### 3 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

3.1 При выполнении измерений внутренней полости резервуара выполняют операции, указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	Первичной поверке	Периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	8
Измерения толщины стенок	Да	Да	10.1
Измерения базовой высоты резервуара	Да	Да	10.2
Измерения вместимости резервуара в пределах «мертвой» полости	Да	Да	10.3
Измерения вместимости поверяемого резервуара выше «мертвой» полости или выше высоты неровностей днища	Да	Да	10.4
Измерения максимального уровня жидкости в резервуаре	Да	Да	10.5
Подтверждение соответствия резервуара метрологическим требованиям	Да	Да	11

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдают следующие условия.

4.1 Температура окружающего воздуха и поверочной жидкости - от плюс 5 до плюс 35 °С.

4.2 Атмосферное давление - от 84,0 до 106,7 кПа.

4.3 Скорость ветра - не более 10 м/с.

4.4 Состояние погоды - без осадков.

4.5 Процесс определения вместимости резервуара при его поверке должен идти непрерывно (без перерывов, приводящих к изменению объема и уровня поверочной жидкости в резервуаре), начиная с уровня, равного нулю, до уровня, соответствующего полной вместимости резервуара или уровня определенной дозы.

### 5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

5.1 Измерения параметров при поверке резервуара проводит группа лиц (не менее двух человек), включая не менее одного специалиста, прошедшего курсы повышения квалификации, и других лиц (при необходимости).

5.2 К поверке резервуара допускают лиц, изучивших настоящую методику, техническую документацию на резервуар и его конструкцию и прошедших инструктаж по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-2015.

## 6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и обеспечивать пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуара, приведенные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 - Пределы допускаемой погрешности измерений параметров резервуара

Наименование параметра	Пределы допускаемой погрешности измерений параметра
Объем жидкости при определении вместимости выше «мертвой» полости, %	$\pm 0,15$
Объем жидкости при определении вместимости в пределах «мертвой» полости, %	$\pm 0,25$
Уровень жидкости, мм	$\pm 1$
Температура жидкости, °C	$\pm 0,2$
Температура воздуха, °C	$\pm 1$

При соблюдении, указанных в таблице 2, пределов допускаемой погрешности измерений погрешность вместимости резервуара находится в пределах:  $\pm 0,20$  %.

При проведении поверки резервуаров должны применяться следующие основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 9 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 5 °C до плюс 35 °C с пределами абсолютной допускаемой погрешности измерений температуры <math>\pm 0,5</math>°C;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, с пределами допускаемой основной погрешности <math>\pm 0,2</math> кПа;</p> <p>Средства измерений скорости воздушного потока в диапазоне от 1 до 20 м/с, с пределами абсолютной допускаемой погрешности <math>\pm 1,2</math> м/с;</p> <p>Средства измерений температуры жидкости в диапазоне измерений от плюс 2 °C до плюс 35 °C с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры <math>\pm 0,2</math>°C;</p>	<p>Канал измерений температуры, измерителя комбинированного Testo 410-1, рег. № 52193-12;</p> <p>Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, рег. № 5738-76.</p> <p>Канал измерений скорости потока, измерителя комбинированного Testo 410-1, рег. № 52193-12.</p> <p>Канал измерений температуры, комплекса градуировки резервуаров «МИГ», рег. № 20570-08.</p>
Раздел 10 Определение метрологических характеристик резервуара	Средство измерения длины (рулетки измерительные) в диапазоне измерений от 0 до 50 м с допускаемым отклонением действительной длины	Рулетка измерительная металлическая типа P50Y2K, рег. № 51171-12;

	<p>интервалов шкал рулеток от нанесенной на шкале при температуре окружающей среды 20 °С не более <math>\pm (0,30 + 0,15(L-1))</math> мм, где L – число полных и неполных метров в отрезке;</p> <p>Средство измерения длины (рулетки измерительные) в диапазоне измерений от 0 до 30 м с допускаемым отклонением действительной длины интервалов шкал рулеток от нанесенной на шкале при температуре окружающей среды 20 °С не более <math>\pm (0,30 + 0,15(L-1))</math> мм, где L – число полных и неполных метров в отрезке;</p> <p>Установка поверочная передвижная, пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема жидкости <math>\pm 0,15\%</math>, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня <math>\pm 1</math> мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры <math>\pm 0,2^\circ\text{C}</math>;</p> <p>Толщиномер в диапазоне от 0,5 до 1000 мм с пределами допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 0,1</math> мм.</p>	<p>Рулетка измерительная металлическая типа Р30У2Г, рег. № 51171-12;</p> <p>Комплекс градуировки резервуаров «МИГ», рег. № 20570-08.</p> <p>Толщиномер ультразвуковой УТ-93П, рег. № 10479-03;</p>
<p><i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i></p>		

## 7 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

7.1 К работе по проведению поверки резервуара допускаются лица, прошедшие обучение и аттестованные по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004.

7.2 Поверитель перед началом проведения работ должен изучить порядок работы с применяемым при поверке оборудованием.

7.3 При проведении поверки с целью сохранения жизни и здоровья поверителей, предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных паров и газов в воздухе, измеренная газоанализатором вблизи или внутри резервуара на высоте 2000 мм, не должна превышать ПДК, определенной по ГОСТ 12.1.005-88 и соответствовать санитарным правилам СанПиН 1.2.3685-21.

7.4 Лица, проводящие работы, используют спецодежду по ГОСТ 12.4.310, спецобувь по ГОСТ 12.4.137, строительную каску по ГОСТ 12.4.087.

7.5 Перед началом работ проверяют исправность лестниц, перил и помостов с ограждениями.

## 8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

8.1 При внешнем осмотре резервуара проверяют:

- соответствие конструкции и внутренних деталей резервуара технической документации на него.

- состояние наружной поверхности стенки резервуара (на отсутствие деформаций стенки, загрязнений, брызг металлов, наплывов, заусенцев; на наличие необходимых арматуры и оборудования; исправность лестниц и перил) для возможности проведения наружных измерений.

- состояние отмостки резервуара (отсутствие трещин и целостность). Если проводят измерения внутренних параметров резервуара.

8.2 В результате внешнего осмотра поверитель принимает решение по проведению дальнейшей поверки или устранению выявленных дефектов до проведения поверки. В случае невозможности устранения дефектов проведение поверки прекращается.

## **9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

9.1 При подготовке к поверке проводят следующие работы:

- подготавливают поверяемые средства измерений и средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией;

- проверяют соблюдение условий раздела 4.

9.2 Перед поверкой резервуара объемным методом, кроме того, проводят следующие работы:

9.2.1 Проводят сборку измерительной системы.

9.2.2 Устанавливают на поверяемом резервуаре уровнемер и измеритель температуры.

9.2.3 Поверочную жидкость при поверке резервуара подают в счетчик жидкости из приемного резервуара с помощью насоса;

9.2.4 Наполняют измерительную систему поверочной жидкостью, удаляют из нее воздух и испытывают ее на герметичность под рабочим давлением. При этом вентиль закрывают и трехходовый кран переводят в положение «Измерение».

Измерительную систему считают герметичной, если по истечении 15 мин после наполнения ее поверочной жидкостью и создания рабочего давления при визуальном осмотре не обнаруживают в местах соединений, уплотнений и на поверхности труб и арматуры наличия течи (каплепадений) и влаги.

9.2.5 Измеряют расход поверочной жидкости в последовательности:

- переводят трехходовой кран в положение «Циркуляция»;

- открывают вентиль;

- включают насос или открывают вентиль и одновременно фиксируют показания счетчика жидкости и секундомера;

- после того, как стрелка указателя счетчика жидкости делает не менее одного оборота (ролик счетного механизма поворачивается на один оборот) или число импульсов, зарегистрированное счетчиком импульсов, составит не менее 1000 импульсов, выключают секундомер и одновременно фиксируют показание счетчика жидкости;

- выключают насос или закрывают вентиль.



## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗЕРВУАРА

### 10.1 Измерения толщины стенок

10.1.1 Толщины стенок поясов  $\delta$  измеряют два раза с помощью ультразвукового толщиномера с погрешностью в пределах  $\pm 0,1$  мм. Расхождение между результатами двух измерений должно находиться в пределах  $\pm 0,2$  мм, или его принимают равным указанному в технической документации.

10.1.2 Результаты измерений вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

### 10.2 Измерения базовой высоты резервуара

10.2.1 Базовую высоту резервуара  $H_6$  измеряют рулеткой с грузом не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно превышать 2 мм.

10.2.2 Результаты измерений базовой высоты  $H_6$  вносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

10.2.3 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 резервуаров.

При ежегодных измерениях базовой высоты резервуар может быть наполнен 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 проводят повторное измерение базовой высоты при уровне наполнения резервуара, отличающимся от его уровня наполнения, указанного в протоколе поверки резервуара, не более чем на 500 мм.

Результаты измерений базовой высоты оформляют актом, форма которого приведена в приложении В.

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

### 10.3 Измерения вместимости резервуара в пределах «мертвой» полости

10.3.1 При измерениях вместимости «мертвой» полости выполняют операции в следующей последовательности:

а) открывают вентиль, соединяющий линию, предназначенную для подачи поверочной жидкости в поверяемый резервуар;

б) устанавливают указатели шкал приборов (при необходимости) на нулевую отметку;

в) переводят трехходовый кран в положение «Измерение»;

г) включают насос или открывают вентиль;

д) подают из приемного резервуара через счетчик жидкости поверочную жидкость в поверяемый резервуар, наполняя его дозой жидкости до появления на дисплее уровнемера значения в пределах от 10 до 100 мм;

е) снимают показания манометра;

ж) снимают показания термометра (измерителя температуры),



з) выключают насос или закрывают вентиль и снимают показания счетчика жидкости.

10.3.2 После выполнения операции по 10.3.1 поверяемый резервуар наливают второй, третьей и последующей дозами поверочной жидкости. Снимают показания после налива каждой дозы: счетчика жидкости; манометра; уровнемера; измерителей температуры и, установленных на линии нагнетания и резервуаре, соответственно.

10.3.3 При достижении уровня поверочной жидкости в резервуаре до уровня, соответствующего высоте «мертвой» полости  $H_{м.п}$  отбирают пробу из резервуара переносным пробоотборником. В случае применения в качестве поверочной жидкости нефтепродукта измеряют его плотность в лаборатории в соответствии с ГОСТ 3900.

10.3.4 Значение плотности поверочной жидкости используют для определения коэффициента объемного расширения ее, необходимого при расчете температурной поправки на посантиметровую вместимость резервуара.

#### **10.4 Измерения вместимости поверяемого резервуара выше «мертвой» полости или выше высоты неровностей днища**

10.4.1 При достижении уровня поверочной жидкости в поверяемом резервуаре, соответствующего высоте «мертвой» полости (высоте неровностей днища), значение расхода поверочной жидкости устанавливают равным значению номинального расхода в соответствии с показаниями счетчика жидкости в следующей последовательности (см. рисунок А.1):

- закрывают вентиль;
- переводят трехходовой кран в положение «Циркуляция»;
- фиксируют показания счетчика жидкости и секундомера и вычисляют расход поверочной жидкости;
- с помощью дросселя изменяют расход поверочной жидкости до номинального расхода счетчика жидкости.

10.4.2 После наполнения поверяемого резервуара дозами поверочной жидкости в пределах «мертвой» полости (до высоты неровностей днища) измерения вместимости резервуара осуществляют статическим или динамическим методами до уровня, соответствующего полной вместимости резервуара.

10.4.3 При статическом методе поверки в резервуар наливают дозы поверочной жидкости, соответствующие изменению уровня на 100 мм.

10.4.4 При достижении уровня поверочной жидкости, соответствующего полной вместимости резервуара, измеряют базовую высоту резервуара  $H_б$ . Значение базовой высоты не должно отличаться от значения, измеренного более чем на 0,1 %.

#### **10.5 Измерения максимального уровня жидкости в резервуаре**

10.5.1 Максимальный уровень поверочной жидкости в резервуаре  $H_{рmax}$ , соответствующий полной вместимости резервуара, измеряют после прекращения подачи доз поверочной жидкости в резервуар и выдержки в течение от 10 до 15 мин.

10.5.2 Измерения максимального уровня проводят измерительной рулеткой с грузом через измерительный люк не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно превышать 1 мм.

10.5.3 За действительное значение максимального уровня принимают среднее арифметическое значение двух измерений, округленное до 1 мм.

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ РЕЗЕРВУАРА МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Резервуар соответствует метрологическим требованиям, если значения относительной погрешности вместимости резервуара, определенные по п. 10 настоящей Методики, не превышают значения предела допускаемой относительной погрешности вместимости резервуара, указанного в описании типа.

Обработку результатов измерений при поверке проводят в соответствии с Приложением Е и п. 10 ГОСТ 8.570-2000.

11.1 Градуировочную таблицу составляют, суммируя последовательно, начиная с исходного уровня (уровня, соответствующего высоте «мертвой» полости  $H_{м.п.}$ ), вместимости резервуара, приходящиеся на 1 см высоты наполнения, в соответствии с формулой

$$V_i = V_{м.п.} + \sum_{k=i-1}^n \frac{V_k - V_{k-1}}{H_k - H_{(k-1)}} 10, \quad (1)$$

где  $V_{м.п.}$  - вместимость «мертвой» полости,

$V_k, V_{k-1}$  - дозовые вместимости резервуара при наливе в него  $k$  и  $(k - 1)$  доз, соответствующие уровням  $H_k, H_{(k-1)}$ .

Вместимость «мертвой» полости резервуара вычисляют по формуле

$$(V_{м.п.})_i = V_0 + \sum_{k=1}^i \frac{V_k - V_{k-1}}{H_k - H_{(k-1)}}, \quad (2)$$

где  $V_0$  - объем жидкости до точки касания днища грузом рулетки.

11.2 Градуировочную таблицу составляют до максимального уровня  $H_{рmax}$ , соответствующего полной вместимости резервуара.

11.3 Обработка результатов измерений может быть проведена ручным способом или с использованием разработанного и аттестованного в установленном порядке программного обеспечения ГНМЦ - ВНИИР или ВНИИМС.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, с учетом требований методик поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельства о поверке.

При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности

12.2 К свидетельству о поверке прикладывают:

- а) градуировочную таблицу;
- б) протокол измерений.

Форма протокола измерений приведена в приложении Б.

12.3 Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы приведены в приложении Е.

12.4 Протокол измерений подписывает поверитель.

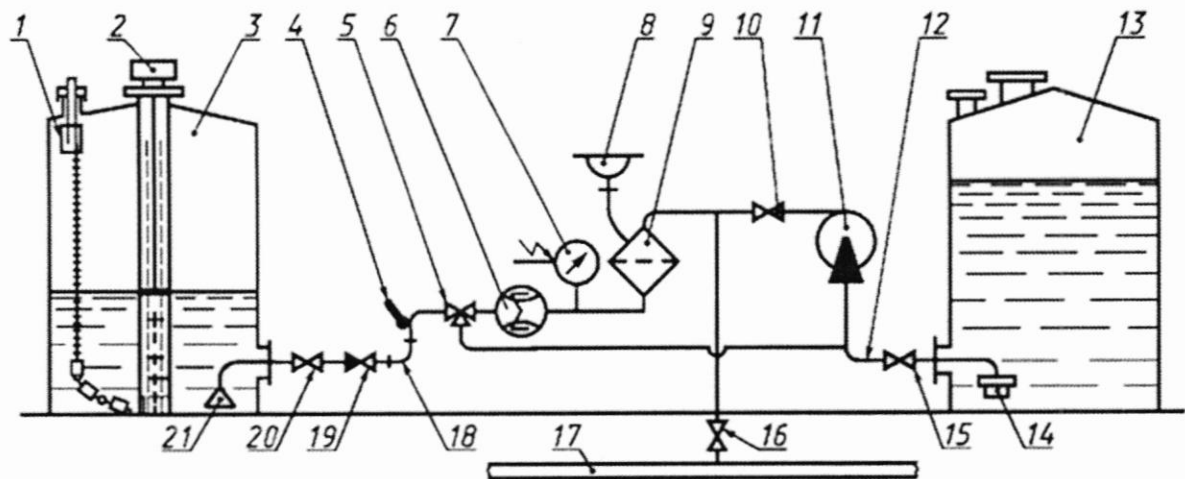
12.5 Титульный лист и последнюю страницу градуировочной таблицы подписывает поверитель.

12.6 Знак поверки наносится в свидетельство о поверке.

12.7 Градуировочную таблицу утверждает руководитель или уполномоченное лицо организации, аккредитованной на право проведения поверки.

## Приложение А (справочное)

Схемы оборудования и измерения параметров резервуаров при поверке



- Рисунок А.1 - 1 - датчик измерения средней температуры жидкости; 2 - уровнемер; 3 - поверяемый резервуар;  
4 - термометр (измеритель температуры); 5 - трехходовой кран; 6 - счетчик жидкости; 7 - манометр;  
8 - клапан автоматический воздушный (вантуз); 9 - фильтр; 10 - дроссель; 11 - насос;  
12 - линия всасывания; 13 - приемный резервуар; 14 - воронкогаситель; 15, 20 - вентили резервуаров;  
16 - вентиль технологического трубопровода (водопровода);  
17 - технологический трубопровод (водопровод);  
18 - линия подачи поверочной жидкости в поверяемый резервуар (линия нагнетания);  
19 - обратный клапан; 21 - расширитель струи

Рисунок А.1 - Схема измерительной системы с применением уровнемера и счетчика жидкости

**Приложение Б**  
(рекомендуемое)

**Форма протокола поверки резервуара объемным методом**  
**ПРОТОКОЛ**

поверки резервуара объемным методом

Таблица Б.1 - Общие данные

Регистрационный номер	Дата			Основание для проведения поверки	Место проведения поверки	Средства измерений	Резервуар			
	Число	Месяц	Год				Тип	Номер	Назначение	Погрешность определения вместимости резервуара, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Таблица Б.2 - Условия проведения измерений

Температура воздуха, °С	Скорость ветра, м/с	Загазованность, мг/м³

Таблица Б.3 - Параметры поясов резервуара

Номер пояса	Высота пояса $h_{ni}$ , мм	Толщина пояса $\delta_i$ , мм	Толщина слоя краски $\delta_{с.к.}$ , мм	Высота нахлеста $h_{нх}$ , мм	Схема нахлеста (+; -; 0)	Толщина слоя антикоррозионного покрытия $\delta_{с.п.}$ , мм
1	2	3	4	5	6	7
I						
II						
III						
IV						

Примечание - В графе 6 указывают знак «+», если текущий пояс включает в себя предшествующий; знак «-», если текущий пояс включается в предшествующий; при сварке встык указывают «0».

Таблица Б.4 - Параметры (начальные) поверочной жидкости

Наименование поверочной жидкости	Температура, °С		Плотность, кг/м³	Коэффициент сжимаемости, 1/МПа
	в резервуаре	в счетчике жидкости		
1	2	3	4	5

Таблица Б.5 - Текущие значения параметров поверочной жидкости

Уровень, мм	показание счетчика жидкости, дм <sup>3</sup>	Температура жидкости, °С		Избыточное давление в счетчике жидкости, МПа	Расход, дм <sup>3</sup> /мин,
		в резервуаре	в счетчике жидкости		
1	2	3	4	5	6

Таблица Б.6 - Базовая высота резервуара

В миллиметрах

Базовая высота резервуара до определения емкости резервуара	Базовая высота резервуара после определения емкости резервуара

Таблица Б.7 - Максимальный уровень жидкости

В миллиметрах

Показание измерительной рулетки с грузом $H_{p \max}$		Показание измерительной рулетки с грузом
1-е измерение	2-е измерение	

Таблица Б.8 - Параметры счетчика жидкости со сдвигом дозирования и проскоком

Наименование параметра	Значение параметра при расходе Q, дм <sup>3</sup> /мин			
	100	150	200	250
Сдвиг дозирования C, дм <sup>3</sup>				
Проскок Пр, дм <sup>3</sup>				

Должность    Личная подпись    Инициалы, фамилия





## Приложение Г

### Обработка результатов измерений при поверке резервуара объёмным методом

#### Г.1 Вычисление уровня поверочной жидкости, соответствующего высоте «мертвой» полости

Г.1.1 Уровень поверочной жидкости в резервуаре, соответствующий высоте «мертвой» полости,  $H_{м.п}$  вычисляют по формуле

$$H'_{м.п} = \frac{\eta}{\sqrt{1+\eta^2}} \times \left[ H_{\varepsilon} \frac{\eta}{\sqrt{1+\eta^2}} + \frac{h_{м.п}}{\eta} - R \cos(\varphi - \varphi_2) + (R - l_0) \cos \varphi - \frac{f_{\pi}}{\eta \sqrt{1+\eta^2}} \right]; \quad (\text{Г.1})$$

где  $h_{м.п}$  - высота «мертвой» полости резервуара;

$l_0$  - расстояние от центра среза приемно-раздаточного устройства до стенки резервуара;

$l_0$  - координата точки отсчета значений уровня или базовой высоты.

#### Г.2 Вычисление высоты точки касания днища грузом рулетки

Г.2.1 Высоту точки касания днища грузом рулетки с учетом степени наклона резервуара  $f_{\pi}$  вычисляют по формуле

$$f_{\pi} = \sqrt{1+\eta^2} \left[ H_{\varepsilon} \frac{\eta^2}{\sqrt{1+\eta^2}} + (b_{\varepsilon.1} - b_{\pi} \cdot \sqrt{1+\eta^2}) - \eta \cdot l_0 \cos \varphi \right] \quad (\text{Г.2})$$

где  $\eta$  - степень наклона резервуара;

$\varphi$  - угол между направлением наклона резервуара и плоскостью, проходящей через центры резервуара и измерительного люка;

$H_{\varepsilon}$  - базовая высота резервуара;

$b_{\varepsilon.1}$  - показание рейки, установленной в точке пересечения 8-й окружности (окружности стенки резервуара) и 1-го радиуса;

$b_{\pi}$  - показание рейки в точке касания днища грузом рулетки;

$l_0$  - координата точки отсчета значений уровня жидкости или базовой высоты, значение ее:

- при ступенчатом расположении поясов резервуара  $l'_0$  определяют по формуле

$$l'_0 = l_1 + l_2 + \frac{d_{\kappa} - s_{\text{из}}}{2}, \quad (\text{Г.3})$$

где  $d_{\kappa}$ ,  $d_{\text{вн}}$  - наружный и внутренний диаметры измерительного люка;

- при телескопическом расположении поясов  $l''_0$  определяют по формуле

$$l''_0 = l_1 + l_2 + \frac{d_{\kappa} - s_{\text{из}}}{2} + \sum_{i=2}^n \delta_i, \quad (\text{Г.4})$$

где  $\delta_i$  - толщина стенки  $i$ -го пояса.

#### Г.3 Вычисление базовой высоты и исходного уровня

Г.3.1 Базовую высоту резервуара  $H_{\varepsilon}$  вычисляют по формуле

$$H_{\varepsilon} = \frac{H_{\varepsilon 1} + H_{\varepsilon 2}}{2}. \quad (\text{Г.5})$$

#### Г.4 Вычисление максимального уровня поверочной жидкости в резервуаре

Г.4.1 Максимальный уровень поверочной жидкости (далее - жидкости), измеренный измерительной рулеткой с грузом,  $H_{p \max}$  вычисляют по формуле

$$H_{p \max} = \frac{(H_{p \max})_1 + (H_{p \max})_2}{2}, \quad (\text{Г.6})$$

где  $(H_{p \max})_1$ ,  $(H_{p \max})_2$  - результаты двух измерений максимального уровня, мм.

#### Г.5 Вычисление разности максимальных уровней жидкости в резервуаре

Г.5.1 Разность максимальных уровней жидкости в резервуаре, измеренных в конце его поверки уровнемером и измерительной рулеткой с грузом,  $\Delta H$  вычисляют по формуле

$$\Delta H = H_{p \max} - H_{y \max}, \quad (\text{Г.5})$$

где  $H_{p \max}$ ,  $H_{y \max}$  - максимальные уровни жидкости, измеренные измерительной рулеткой с грузом и уровнемером, мм.

Г.5.2 Значение величины  $\Delta H$  вычисленной по формуле (Г.5), может быть больше или меньше нуля.

#### Г.6 Вычисление средней температуры жидкости в резервуаре

Г.6.1 Среднюю температуру жидкости в резервуаре при поступлении в него  $j$ -й дозы  $(T_p)_j$  вычисляют по формуле

$$(T_p)_j = \frac{(T_1^p)_j + (T_2^p)_j + (T_3^p)_j}{3}, \quad (\text{Г.6})$$

где  $(T_1^p)_j$ ,  $(T_2^p)_j$ ,  $(T_3^p)_j$  - температуры жидкости, измеренные в точечных пробах, отобранных из резервуара после поступления в него  $j$ -й дозы.

#### Г.7 Вычисление плотности жидкости в резервуаре

Г.7.1 Плотность жидкости в резервуаре после поступления в него  $j$ -й дозы  $\rho_j$  вычисляют по формуле

$$\rho_j = \rho_{j-1} \{1 - \beta_{j-1} [(T_p)_j - (T_p)_{j-1}]\} \quad (\text{Г.7})$$

где  $\beta_{j-1}$  - коэффициент объемного расширения жидкости,  $1/^\circ\text{C}$ . Его значение принимают для воды равным  $200 \times 10^{-6} \text{ } 1/^\circ\text{C}$

$(T_p)_j$ ,  $(T_p)_{j-1}$  - средние температуры жидкости в резервуаре, измеренные после поступления в него  $j$ -й и  $(j-1)$  доз жидкости,  $^\circ\text{C}$ .

#### Г.8 Вычисление объемов доз жидкости

Г.8.1 Объем  $j$ -й дозы жидкости, прошедший через счетчик жидкости,  $(\Delta V^c)_j$  вычисляют по формуле для счетчиков жидкости:

- с непосредственным отсчетом объема жидкости,  $\text{дм}^3$

$$(\Delta V^c)_j = q_j - q_{j-1}, \quad (\text{Г.8})$$

- с импульсным выходным сигналом, имп.

$$(\Delta V^c)_j = \frac{N_j - N_{j-1}}{K}, \quad (\text{Г.9})$$

- со сдвигом и проскоком дозирования,  $\text{дм}^3$ :

$$(\Delta V^c)_j = (q_j - q_{j-1}) K_c \quad (\text{Г.10})$$

где  $q_j$ ,  $q_{j-1}$  - показания счетчика жидкости,  $\text{дм}^3$ ;

$N_j$ ,  $N_{j-1}$  - показания счетчика жидкости, имп.;

$K$  - коэффициент преобразования счетчика жидкости, имп./ $\text{дм}^3$ ;

$K_c$  - поправочный коэффициент.

Г.8.2 Объем налитой в резервуар  $j$ -й жидкости  $(\Delta V_p)_j$ , м<sup>3</sup>, соответствующий изменению уровня жидкости в резервуаре на:

- 10 мм - при динамическом методе поверки;
- 30 мм (в пределах «мертвой» полости) и 100 мм - при статическом методе поверки, вычисляют по формуле

$$(\Delta V_p)_j = \frac{(\Delta V^c)_j}{10^3} \cdot \{1 + \beta_j \cdot [(T_p)_j - (T_\tau)_j]\} \cdot [1 + \gamma \cdot (p_j - \frac{10^{-5}}{2} \rho_j \cdot g \cdot H_j)], \quad (Г.11)$$

где  $(\Delta V^c)_j$  - объем  $j$ -й дозы, вычисленный по формуле (Г.8) или (Г.9);

$\beta_j$  - коэффициент объемного расширения жидкости, 1/°C;

$(T_p)_j$  - температура жидкости в резервуаре после поступления в него  $j$ -й дозы, °C;

$(T_\tau)_j$  - температура  $j$ -й дозы жидкости в трубопроводе, °C;

$\gamma$  - коэффициент сжимаемости жидкости, 1/МПа. Его значение принимают для воды равным  $49 \times 10^{-5}$  1/МПа;

$p_j$  - избыточное давление жидкости в счетчике жидкости, МПа;

$\rho_j$  - плотность жидкости;

$g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$H_j$  - уровень жидкости в резервуаре, м.

Г.8.3 Объем налитой в резервуар начальной дозы жидкости, соответствующий объему «мертвого» остатка, вычисляют по формуле

$$(\Delta V_p)_0 = \frac{(\Delta V^c)_0}{10^3} \cdot \{1 + \beta_0 \cdot [(T_p)_0 - (T_\tau)_0]\} \cdot [1 + \gamma \cdot (p_0 - \frac{10^{-5}}{2} \rho_0 \cdot g \cdot H_0)], \quad (Г.12)$$

где  $(\Delta V^c)_0$  - объем начальной дозы жидкости, вычисленный по формуле (Г.8) или (Г.9) по показаниям счетчика жидкости  $q_1$ ,  $q_0$  в дм<sup>3</sup> или  $N_1$ ,  $N_0$  в имп.;

$(T_p)_0$  - температура жидкости в резервуаре, измеренная в первой пробе ее, отобранной из резервуара, °C;

$(T_\tau)_0$  - температура жидкости в трубопроводе, измеренная в момент отбора первой пробы, °C.

## Г.9 Вычисление температур жидкости в резервуаре по результатам измерений температур доз жидкости

Г.9.1 Дозы жидкости: где  $(\Delta V^c)_0$ ,  $(\Delta V^c)_1$ ,  $(\Delta V^c)_2$ , ...  $(\Delta V^c)_v$ , суммарный объем которых соответствует уровню жидкости «мертвой» полости резервуара, имеют одинаковую температуру, равную температуре  $(T_p)_0$ .

Г.9.2 Температуры жидкости в резервуаре в пределах объема суммарной дозы жидкости, соответствующий уровню жидкости в первом поясе, вычисляют по формулам:

$$(T_p)_n = (T_p)_0 + \Delta T_1; (T_p)_{v+2} = (T_p)_{v+1} + \Delta T_1, \dots; (T_p)_{m-1} = (T_p)_{m-2} + \Delta T_1, \quad (Г.13)$$

где  $(T_p)_0$  - температура жидкости, °C;

$(T_p)_{v+1}$ ,  $(T_p)_{v+2}$ , ...,  $(T_p)_{m-1}$  - температуры жидкости в резервуаре при поступлении в него  $(\Delta V_p)_{v+1}$ ,  $(\Delta V_p)_{v+2}$ , ...,  $(\Delta V_p)_{m-1}$  доз;

$\Delta T_1$  - среднее температурное изменение, приходящееся на каждую дозу жидкости в пределах уровня жидкости в «мертвой» полости до уровня ее в первом поясе, °C, вычисляемое по формуле

$$\Delta T_1 = \frac{(T_p)_m - (T_p)_0}{m - v}, \quad (Г.14)$$

где  $(T_p)_m$  - температура жидкости в резервуаре при поступлении в него дозы  $(\Delta V_p)_m$ , °C.

Г.9.3 Температуры жидкости в резервуаре в пределах суммарных доз, соответствующих уровням жидкости в первом и втором поясах, вычисляют по формулам:

$$(T_p)_{m+1} = (T_p)_m + \Delta T_2; (T_p)_{m+2} = (T_p)_{m+1} + \Delta T_2, \dots; (T_p)_{l-1} = (T_p)_{l-2} + \Delta T_2. \quad (\text{Г.15})$$

где  $(T_p)_{m+1}, (T_p)_{m+2}, \dots, (T_p)_{l-1}$  - температуры жидкости в резервуаре при 1 поступлении в него  $(\Delta V_p)_{m+1}, (\Delta V_p)_{m+2}, \dots, (\Delta V_p)_{l-1}$  доз;

$$\Delta T_2 = \frac{(T_p)_{l-1} - (T_p)_m}{l - m}, \quad (\text{Г.16})$$

где  $(T)_m, (T_p)_1$  - температуры жидкости в резервуаре, измеренные при поступлении в него доз  $(\Delta V_p)_m, (\Delta V_p)_1$ .

Если выполняются условия:

$$\left| p_j - \frac{10^{-5}}{2} \rho_j \cdot g \cdot H_j \right| \leq 0,5 \text{ МПа};$$

$$|(T_p)_j - (T)_j| \leq 2 \text{ }^\circ\text{C};$$

то объемы доз вычисляют по формулам (Г.11), (Г.12) без поправок на температуру и давление

### Г.10 Вычисление дозовой вместимости резервуара

Г.10.1 Дозовую вместимость резервуара при поступлении в него  $k$  доз жидкости  $V_k$ , м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$V_k = \sum_{j=1}^k (\Delta V_p)_j \cdot \{1 + \beta_j \cdot [(T_p)_k - (T_p)_j]\} \cdot \{1 + 3\alpha \cdot [20 - (T_p)_k]\}, \quad (\text{Г.17})$$

где  $k$  - число налитых в резервуар доз жидкости;

$j$  - номер налитой дозы, выбирают из ряда 0, 1, 2, ...,  $k$ ;

$(\Delta V_p)_j$  - объем  $j$ -й дозы, вычисляемый по формуле (Г.11) или (Г.12), м<sup>3</sup>;

$(T_p)_k$  - температура жидкости в резервуаре при наливе в него  $k$  доз, °C;

$(T_p)_j$  - температура жидкости в резервуаре при наливе в него  $j$ -й дозы, °C;

$\beta_j$  - коэффициент объемного расширения жидкости, 1/°C.;

$\alpha$  - коэффициент линейного расширения материала резервуара, 1/°C.

Его значение для стали принимают равным  $12,5 \times 10^{-6}$  1/°C.

Г.10.1.1 Значение  $k$  в формуле (Г.17) принимают:

$k = 0$  - при наливе дозы  $(\Delta V_p)_0$ , объем которой соответствует уровню  $H$ , рассчитываемому, как указано ниже:

$H = \Delta H + 1$  см (при  $\Delta H > 0$ ) или  $H = 0$  (при  $\Delta H < 0$ ), где  $\Delta H$  вычисляют по формуле (Г.5);

$k = 1$  - при наливе дозы  $(\Delta V_p)_1$ ;

$k = 2$  - при наливе дозы  $(\Delta V_p)_2$

и т.д. до максимального уровня, соответствующего полной вместимости резервуара.

Г.10.1.2 Объемы доз  $(\Delta V_p)_1, (\Delta V_p)_2, \dots, (\Delta V_p)_v$  в пределах «мертвой» полости соответствуют изменению уровня жидкости в резервуаре не более чем на 30 мм.

Г.10.2 При невозможности измерения средней температуры жидкости в резервуаре после налива в него каждой дозы дозовые вместимости вычисляют при наполнении:

- первого пояса  $(V_1)_k$  по формуле

$$(V_1)_k = (V_{м.п})_0 \cdot \{1 + \beta_j \cdot [(T_p)_k - (T_p)_j]\} \cdot \{1 + 3\alpha \cdot [20 - (T_p)_k]\} + \\ + \sum_{j=1}^k (\Delta V_p)_j \cdot \{1 + \beta_j \cdot [(T_p)_k - (T_p)_j]\} \cdot \{1 + 3\alpha \cdot [20 - (T_p)_k]\}, \quad (\text{Г.18})$$

где  $(V_{м.п})_0$  - объем жидкости в «мертвой» полости резервуара, вычисляемый по формуле

$$(V_{м.п})_0 = \sum_{j=0}^v (\Delta V_p)_j,$$

где  $(\Delta V_p)_j$  - объем  $j$ -й дозы жидкости, налитой в резервуар, вычисляемый по формулам (Г.11), (Г.12);

температуры  $(T_p)_j$ , принимающие при  $j$ , равных  $v + 1, v + 2, \dots, m - 1$ , соответственно значения  $(T_p)_{v+1}, (T_p)_{v+2}, \dots, (T_p)_{m-1}$ , вычисляют по формуле (Г.13). Значения  $k$  принимают равным и  $v + 1, v + 2, \dots, m$ ;

- второго пояса  $(V_2)_k$  по формуле

$$(V_2)_k = V_1 \cdot \{1 + \beta_k \cdot [(T_p)_k - (T_p)_0]\} \cdot \{1 + 3\alpha \cdot [20 - (T_p)_k]\} + \\ + \sum_{j=v+1}^k (\Delta V_p)_j \cdot \{1 + \beta_j \cdot [(T_p)_k - (T_p)_j]\} \cdot \{1 + 3\alpha \cdot [20 - (T_p)_k]\}, \quad (\text{Г.19})$$

где  $V_1$  - вместимость первого пояса, вычисляемая по формуле (Г.18) при значении  $k = m$ .

Температуры:  $(T_p)_{m+1}, (T_p)_{m+2}, \dots, (T_p)_{l-1}$  вычисляют по формуле (Г.14).

Значения  $k$  принимают равными  $m + 1, m + 2, m + 3, \dots, l$ .

- третьего и других вышестоящих поясов дозовые вместимости резервуара вычисляют аналогично по методике, изложенной выше.

Г.10.3 Температурные поправки не учитывают в формулах (Г.17), (Г.18) и (Г.19), если выполняются условия при:

- применении воды

$$|(T_p)_m - (T_p)_0| \leq 2 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad |(T_p)_k - (T_p)_m| \leq 2 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad |(T_p)_k - (T_p)_0| \leq 2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$|(T_p)_k - (T_p)_j| \leq 2 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad |20 - (T_p)_k| \leq 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$



## Приложение Д

### Форма титульного листа градуировочной таблицы и форма градуировочной таблицы

#### Д.1 Форма титульного листа градуировочной таблицы<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Форма титульного листа градуировочной таблицы не подлежит изменению

УТВЕРЖДАЮ

#### ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА

на стальной вертикальный цилиндрический резервуар

\_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

тип

Организация \_\_\_\_\_

Погрешность

определения

вместимости

Участок ниже  $H_{п.м} = \dots$  мм для государственных учетных и торговых операций с нефтью и нефтепродуктами, взаимных расчетов между поставщиком и потребителем не используется

Срок очередной поверки \_\_\_\_\_

Поверители

\_\_\_\_\_ подпись

\_\_\_\_\_ должность, инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_ подпись

\_\_\_\_\_ должность, инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_ подпись

\_\_\_\_\_ должность, инициалы, фамилия

#### Д.2 Форма градуировочной таблицы<sup>2)</sup>

2) Форма градуировочной таблицы не подлежит изменению

Организация \_\_\_\_\_

Резервуар № \_\_\_\_\_

Т а б л и ц а Д.1 - Посантиметровая вместимость пояса резервуара

Лист ...

Уровень наполнения, см	Вместимость, м <sup>3</sup>	Коэффициент вместимости м <sup>3</sup> /см	Уровень наполнения, см	Вместимость, м <sup>3</sup>	Коэффициент вместимости м <sup>3</sup> /см
$H_{м.п}$					
$H_{м.п} + 1$					
$H_{м.п} + 2$					
...					
...					
...					
...					