



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора

ФБУ «Ростест-Москва»

А.Д. Меньшиков



“09” 08 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

РЕЗЕРВУАРЫ РАСХОДНО-КОНТРОЛЬНЫЕ МОДУЛЬНЫЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ Рк

Методика поверки

РТ-МП-940-01-2021

г. Москва
2021 г

1. Общие положения

1.1. Настоящая методика поверка распространяется на резервуары расходно-контрольные модульные горизонтальные Рк, модификаций Рк-55 МГ и Рк-27 МГ (далее – резервуары), изготовленные ООО «НПО «Агрегат», г. Чехов, и устанавливает порядок проведения их первичной и периодической поверки.

1.2. Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость к ГЭТ 63-2019 «Государственный первичный специальный эталон единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости».

1.3. Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: объемный (динамический или статический) метод. При поверке резервуара его вместимость определяют путем непосредственных измерений уровня поверочной жидкости, поступившей в резервуар, с одновременными измерениями её температуры и объема, соответствующих данному уровню.

2. Перечень операций поверки

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

Таблица 1.

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение пункта при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7	да	да
2. Измерение базовой высоты резервуара	9.1	да	да
3. Измерение вместимости и градуировка резервуара. Расчет относительной погрешности метода измерений вместимости резервуара и расчет градуировочной таблицы	9.2	да	да

3. Требования к условиям проведения поверки

При поверке резервуара соблюдают следующие условия.

- температура окружающего воздуха от 5 до 35 °С;

- температура поверочной жидкости:

от 5 до 35 °С – при применении в качестве поверочной жидкости воды;

от 2 до 35 °С – при применении в качестве поверочной жидкости дизельного топлива;

- изменение температуры поверочной жидкости в резервуаре и счетчике жидкости за время поверки не должно превышать:

2,0 °С – при применении в качестве поверочной жидкости воды;

0,5 °С – при применении в качестве поверочной жидкости дизельного топлива

Примечание: Допускается проводить поверку резервуара при температуре окружающего воздуха от минус 15 до плюс 35 °С при использовании в качестве основного средства поверки комплекса градуировки резервуаров («Зонд», «МИГ» и т.д.)

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К выполнению поверки допускают лиц, достигших 18 лет, прошедшие курсы повышения квалификации по поверке (калибровке) средств измерений объема, изучившие настоящий документ, техническую документацию на резервуар и его конструкцию, эксплуатационную

документация на средства поверки и прошедшие инструктаж по охране труда и противопожарной безопасности.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1. При проведении поверки используют средства поверки, указанные в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Основные средства поверки

Номер пункта МП	Наименование и тип (условное обозначение) средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений
8.2	Рулетки измерительные с грузом 2-го класса точности с верхними пределами измерений 10 или 20 м по ГОСТ 7502-98	Рулетка измерительная металлическая 2 класса точности Р20Н2Г, рег. № 55464-13
9	Уровнемер с диапазоном измерений от 10 до 3800 мм, с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 1 мм	Система измерительная Струна+, рег. № 58711-14
9	Счетчик жидкости с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,15$ % с номинальным расходом позволяющим проводить поверку резервуаров в течение не более 6 часов	Расходомер кориолисовый OPTIMASS 7000, рег. № 15381-03
9	Термометр с диапазоном измерений температуры жидкости от 0 до плюс 50 °С, с пределом допускаемой погрешности не более $\pm 0,5$ °С	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4, рег. № 303-91
9	Манометр класса точности 0,4 по ГОСТ 2405-88	Манометр деформационный образцовый МО, рег. № 43816-10
9	Ареометр с ценой деления шкалы 0,5 кг/м ³ по ГОСТ 18481-81	Ареометры стеклянные для нефти АН, рег. № 37028-08
9	Термометр с диапазоном измерения температуры окружающей среды от -15 до 40 °С с пределом допускаемой погрешности не более $\pm 1,0$ °С	Измеритель комбинированный Testo 425, рег. № 17273-11
9	Газоанализатор с диапазоном измерения массовой концентрации углеводородов нефти от 0 до 2000 мг/м ³	Газоанализатор Колион-1В, рег. № 16298-02

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Номер пункта МП	Наименование
9	Насос для подачи жидкости, снабженный линиями приема и подачи жидкости оборудованный кранами (вентильями).
9	Переносной пробоотборник для нефтепродуктов по ГОСТ 2517-2012

5.2. Средства измерений, применяемые при поверке, в том числе в качестве эталонов, должны быть поверены. Эталоны, применяемые при поверке, должны быть аттестованы в установленном порядке. Сведения о результатах поверки средств измерений и аттестации эталонов должны быть включены в Федеральный информационный фонд.

5.3. Допускается применение средств поверки, не приведенных в рекомендуемом перечне и обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его поверке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, применяемых при поверке, к государственным первичным эталонам единиц величин.

5.4. Допускается проведение обработки результатов измерений с применением специализированного программного обеспечения для расчета градуировочных таблиц резервуаров, реализующего алгоритм расчета, приведенный в п. 9.3 настоящей методики поверки.

6. Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1. При проведении поверки соблюдают требования действующих инструкций по охране труда и пожарной безопасности

6.2. Лица, выполняющие измерения при поверке резервуара, должны использовать спецобувь по ГОСТ 12.4.137, строительную каску по ГОСТ 12.4.087 и спецодежду: женщины - комбинезон по ГОСТ 12.4.099, мужчины - комбинезон по ГОСТ 12.4.100

6.3. Перед началом поверки резервуара проверяют:

- исправность лестниц и перил резервуара;
- исправность заземления резервуара и насоса.

6.4. Избыточное давление внутри резервуара должно быть равно нулю.

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

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

7. Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре проверяется:

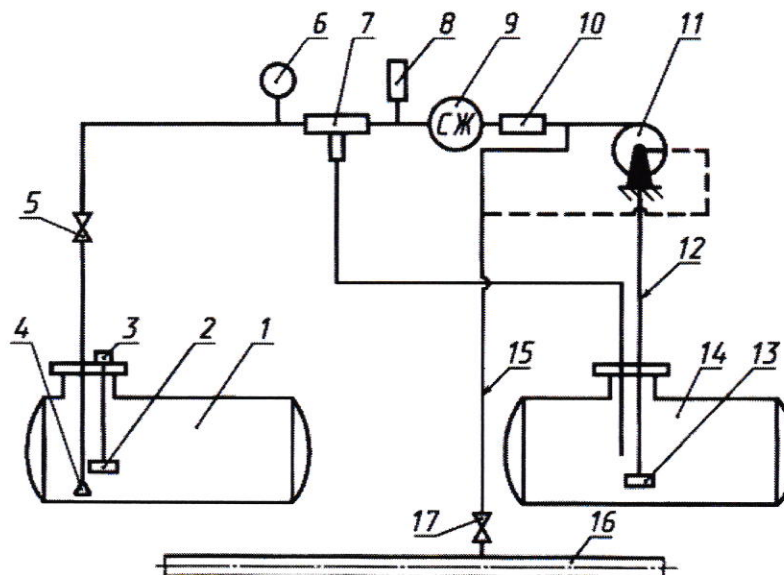
- соответствие конструкции резервуара технической документации;
- отсутствие коррозионных повреждений, трещин, деформаций стенок и днищ резервуара, а также загрязнений поверхности резервуара, препятствующих проведению поверки;
- отсутствие остатков нефтепродукта во внутреннем объеме резервуара.

Поверку резервуаров, не соответствующих перечисленным выше требованиям, прекращают до устранения причины несоответствия.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1. Проводят сборку измерительной системы по схеме, приведенной на рисунке 1 и заполнение её поверочной жидкостью. Поверочную жидкость подают в измерительную систему из приемного резервуара с помощью насоса или из технологического (при применении нефтепродуктов) трубопровода или водопровода (при применении воды) с помощью насоса или

без него. Удаляют воздух из измерительной системы и проверяют её герметичность при рабочем давлении поверочной жидкости. 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.



1- поверяемый резервуар; 2 - поплавков уровнемера; 3 - уровнемер; 4 - расширитель струи; 5 и 17- вентили; 6 - манометр; 7 - трехходовой кран; 8 - термометр (измеритель температуры); 9 - счетчик жидкости; 10 - дроссель; 11 - насос; 12 - всасывающая линия насоса; 13 - фильтр; 14 - приемный резервуар; 15 - линия технологической обвязки; 16 - технологический трубопровод (водопровод)

Рис.1. Схема измерительной системы для поверки резервуара с применением уровнемера и счетчика жидкости

8.2. Проводят подготовку резервуара к поверке:

8.2.1. Резервуар должен быть полностью опорожнен и зачищен от остатков хранившейся жидкости.

8.2.2. Устанавливают уровнемер на горловине резервуара.

8.2.3. Опускают в резервуар шланг с расширителем струи.

8.2.4. Измеряют параметры окружающей среды. Результаты измерений вносят в протокол поверки.

9. Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1. Измерение базовой высоты резервуара.

9.1.1. Базовую высоту резервуара *Нб* измеряют рулеткой с грузом через измерительный люк или через измерительную трубу в точке, расположенной на плоскости, проходящей через верхнюю образующую и продольную ось резервуара.

Отсчет ведут от риски направляющей планки на измерительном люке или от верхнего среза измерительного люка или измерительной трубы.

Измерение проводят не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений не должно быть более 2 мм. Результаты измерений вносят в протокол.

9.1.2. Базовую высоту измеряют ежегодно. Ежегодные измерения базовой высоты резервуара проводит комиссия, назначенная руководителем предприятия – владельца резервуара, в состав которой должен быть включен специалист, прошедший курсы повышения квалификации по поверке и калибровке резервуаров. При ежегодном измерении базовой высоты резервуар может быть наполнен до произвольного уровня.

Измеренное значение базовой высоты резервуара не должно отличаться от её значения, установленного при поверке и 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 резервуара.

Результаты измерения базовой высоты оформляют актом, форма которого приведена в приложении А.

При изменении базовой высоты более чем на 0,1 % по сравнению с её значением, установленным при поверке резервуара, устанавливают причину данного изменения и устраняют её, после чего проводят первичную поверку резервуара.

9.2. Определение вместимости и градуировка резервуара

При определении вместимости резервуара объемным методом проводят следующие операции.

9.2.1. Измеряют базовую высоту резервуара в соответствии с п.9.1.1.

9.2.2. Измерение вместимости и градуировку резервуара производят в следующей последовательности:

9.2.3. Исключают возможность попадания воздуха в заполненную поверочной жидкостью измерительную систему. Процесс определения вместимости резервуара при его поверке должен идти непрерывно (без перерывов, приводящих к изменению объема и уровня жидкости в резервуаре), начиная с уровня, равного нулю, до предельного уровня или уровня определенной дозы. Подают поверочную жидкость из измерительной системы в поверяемый резервуар до заполнения «мертвой» полости резервуара. Снимают показания счетчика жидкости, уровнемера, измерителя температуры жидкости в резервуаре и измерительной системе. Измеряют плотность поверочной жидкости в резервуаре.

9.2.4. После достижения уровня жидкости, соответствующего «мертвой» полости резервуара, наполнение резервуара дозами жидкости может осуществляться статическим или динамическим методом.

9.2.5. При каждом изменении уровня жидкости в пределах 50 мм прекращают подачу жидкости в резервуар. Одновременно с этим снимают показания счетчика жидкости, уровнемера, измерителя температуры жидкости в резервуаре и измерительной системе и манометра.

9.2.6. Наполнение резервуара производят до максимального уровня жидкости в нем.

9.2.7. Проводят измерение базовой высоты резервуара и максимального значения уровня жидкости. Базовую высоту резервуара и уровень поверочной жидкости в резервуаре измеряют через измерительный люк в точке, расположенной на плоскости, проходящей через верхнюю образующую и продольную ось резервуара, или через измерительную трубу.

9.2.8. Результаты измерений вводят в программу для расчета градуировочных таблиц на ПК.

9.3. Обработка результатов измерений

9.3.1. Объем j -й дозы жидкости ΔV_j , дм^3 , прошедший через счетчик жидкости, вычисляют по формуле для счетчиков жидкости:

а) с непосредственным отсчетом объема жидкости в дм^3 :

$$\Delta V_j = q_j - q_{j-1} \quad (1)$$

б) с импульсным выходным сигналом в импульсах:

$$\Delta V_j = \frac{N_j - N_{j-1}}{K} \quad (2)$$

в) с непосредственным отсчетом объема жидкости для счетчика жидкости со сдвигом дозирования в дм^3 :

$$\Delta V_j = (q_j - q_{j-1}) \cdot K_c \quad (3)$$

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

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

K - коэффициент преобразования счетчика жидкости, имп./ дм^3 ;

K_c - поправочный коэффициент для счетчика жидкости со сдвигом дозирования и проскоком, вычисляемый по формуле:

$$K_c = 1 + 0,005 \cdot C \quad (4)$$

где C - средний сдвиг дозирования, дм^3 .

9.3.2. Объем налитой в резервуар j -й дозы жидкости ΔV_{pj} , м^3 , соответствующий изменению уровня ее в резервуаре в пределах от 10 до 30 мм, вычисляют по формуле:

$$\Delta V_{pj} = \frac{\Delta V_j}{10^3} \cdot \left\{ 1 + \beta_j \cdot (T_{pj} - T_{cj}) \right\} \cdot \left[1 + \gamma \cdot \left(p_j - \frac{10^{-6}}{2} \cdot \rho_j \cdot g \cdot H_j \right) \right] \quad (5)$$

где ΔV_j - объем j -й дозы, вычисляемый по формулам (1), (2) или (3);

β_j - коэффициент объемного расширения поверочной жидкости, $1/^\circ\text{C}$. Его значение принимают: для воды равным $0,0002 \text{ } 1/^\circ\text{C}$, для нефтепродуктов вычисляется по формуле:

$$\beta_j = \frac{1,825}{\rho_j} - 0,001315 \quad (6)$$

T_{pj} - температура жидкости в резервуаре после поступления в него j -й дозы, $^\circ\text{C}$;

T_{cj} - температура j -й дозы жидкости в трубопроводе, $^\circ\text{C}$;

γ - коэффициент сжимаемости жидкости, $1/\text{МПа}$. Его значение принимают для воды равным $49 \cdot 10^{-5} \text{ } 1/\text{МПа}$, для нефтепродуктов определяют в соответствии с ГОСТ 8.599.

p_j - избыточное давление жидкости в счетчике жидкости, МПа ;

ρ_j - плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$ вычисляется по формуле:

$$\rho_j = \rho_{j-1} \cdot \left\{ 1 + \beta_{j-1} \cdot (T_{pj} - T_{pj-1}) \right\} \quad (7)$$

g - ускорение свободного падения, м/с² ;

H_j - уровень жидкости в резервуаре, м.

9.3.3.Объем налитой в резервуаре начальной дозы жидкости ΔV_{p0} , м³, вычисляют по формуле:

$$\Delta V_{p0} = \frac{\Delta V_0}{10^3} \cdot \left\{ 1 + \beta_0 \cdot (T_{p0} - T_{c0}) \right\} \cdot \left[1 + \gamma \cdot \left(p_0 - \frac{10^{-6}}{2} \cdot \rho_0 \cdot g \cdot H_0 \right) \right], \quad (8)$$

где T_{p0} - температура жидкости в резервуаре, измеренная в первой пробе ее, отобранной из резервуара, °С;

T_{c0} - температура жидкости в трубопроводе в момент отбора первой пробы жидкости из резервуара, °С;

β_0 - коэффициент объемного расширения жидкости, вычисляемый по формуле (6) при плотности ρ_0 , измеренной, как указано в п. 8.3.3 настоящей методики.

9.3.4.Базовую высоту резервуара H_6 вычисляют по формуле

$$H_6 = \frac{H_{61} + H_{62}}{2}, \quad (9)$$

где H_{61} , H_{62} – результаты двух измерений базовой высоты резервуара, мм.

9.3.5.Максимальный уровень жидкости в резервуаре $H_{p \max}$ вычисляют по формуле

$$H_{p \max} = \frac{(H_{p \max})_1 + (H_{p \max})_2}{2}, \quad (10)$$

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

9.3.6.Разность максимальных уровней жидкости в резервуаре ΔH , измеренных в конце поверки уровнемером и измерительной рулеткой с грузом вычисляют по формуле:

$$\Delta H = H_{p \max} - H_{y \max}, \quad (11)$$

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

Значение ΔH , определенное по формуле (11) может быть, как положительное, так и отрицательное.

9.3.7.Вычисление дозовой вместимости резервуара

Дозовую вместимость резервуара при наливе в него k доз жидкости V_k , м³, вычисляют по формуле

$$V_k = \sum_{j=0}^k (\Delta V_p)_j \cdot \left\{ 1 + \beta_j \cdot [(T_p)_k - (T_p)_j] \right\} \cdot \left\{ 1 + \beta_p \cdot [20 - (T_{ст})_k] \right\}, \quad (12)$$

где k - число налитых в резервуар доз жидкости;

j - номер налитой дозы выбирают из ряда: $j=0, 1, 2, \dots, k$;

$(\Delta V_p)_j$ - объем j -й дозы, измеренный счетчиком жидкости при статическом методе поверки и вычисленный по формул (5), м³;

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

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

β_j - коэффициент объемного расширения жидкости, $1/^\circ\text{C}$. Его значение определяют по формуле (6);

β_p - коэффициент объемного расширения материала резервуара, $1/^\circ\text{C}$. Его значение для стали принимают равным $37,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$;

$(T_{\text{ст}}^p)_k$ - температура стенки резервуара, принятая за температуру $(T_p)_k$.

Значение k принимают равным 0 при наливе в резервуар начальной дозы $(\Delta V_p)_0$;

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

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

$k = N$ - при наливе последней дозы $(\Delta V_p)_N$.

9.4. Составление и порядок расчета градуировочной таблицы резервуара.

9.4.1. Градуировочную таблицу составляют, начиная от плоскости, принятой за начало отсчета H_0 до предельного уровня наполнения $H_{\text{пр}}$ с шагом $\Delta H = 1$ см.

9.4.2. В пределах каждого шага (изменения уровня наполнения резервуара на 1 см) вычисляют коэффициент вместимости, равный объему, приходящемуся на 1 мм высоты наполнения резервуара, по формуле:

$$K_j = \frac{V_j - V_{j-1}}{10}, \quad (13)$$

где V_j, V_{j-1} – вместимости резервуара, соответствующие уровням налива H_j и H_{j-1} , соответственно.

9.4.3. Значения посантиметровой вместимости резервуара, указанные в градуировочных таблицах, соответствуют нормированному стандартному значению температуры, равному 15 или 20 $^\circ\text{C}$

9.4.4. Обработка результатов измерений проведенных в соответствии с п. 9.2 выполняется в соответствии с алгоритмом обработки результатов измерений приведенным в п. 9.3.

9.4.5. Посантиметровая вместимость резервуара вычисляется последовательным суммированием коэффициентов вместимости K_j , вычисленных по формуле (13).

10. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

Фактическое значение относительной погрешности измерений вместимости резервуара не должно превышать $\pm 0,25\%$.

11. Оформление результатов поверки

11.1. Результаты поверки резервуара оформляют протоколом в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- номер и дата протокола;
- наименование, обозначение и заводской (серийный) номер поверяемого резервуара;
- обозначение документа по которому выполнена поверка;
- наименование, обозначение и заводские (серийные) номера применяемых при поверке средства измерений;
- условия проведения поверки;
- фамилия лица, проводившего поверку;

- результаты определения метрологических характеристик.

11.2. При положительных результатах поверки резервуара сведения о поверке вносят в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, желанию заявителя оформляют свидетельство о поверке. Оформляют градуировочную таблицу на резервуар и протокол поверки (оригинал протокола прикладывают к первому экземпляру градуировочной таблицы). Градуировочную таблицу утверждает руководитель организации, проводившей поверку резервуара. Знак поверки наносят на свидетельство о поверке и градуировочную таблицу.

11.3. Отрицательные результаты поверки оформляются извещением о непригодности в соответствии с действующими правовыми нормативными документами.

Главный метролог



Зарембо Д.О.

Инженер по метрологии 1 категории

Андреев А.В.

Приложение А (рекомендуемое)

Форма акта измерений базовой высоты резервуара

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель предприятия - владельца резервуара
(директор, гл. инженер)

АКТ

измерений базовой высоты резервуара
от "___" _____ года

Составлена в том, что комиссия ³⁾, назначенная приказом по _____
наименование предприятия - владельца резервуара
_____ в составе председателя _____
инициалы, фамилия
и членов _____
инициалы, фамилии
провела контрольные измерения базовой высоты резервуара № _____
тип резервуара
при температуре окружающего воздуха _____ °С.

Базовая высота резервуара, мм		Уровень жидкости в резервуаре, мм
Среднее арифметическое значение результатов двух измерений $(H_б)_к$	Значение базовой высоты, установленное при поверке резервуара $(H_б)_п$	
1	2	3

Относительное изменение базовой высоты резервуара $\delta_б$, %, вычисляются по формуле

$$\delta_б = \frac{(H_б)_к - (H_б)_п}{(H_б)_п} \cdot 100$$

где значения величин $(H_б)_к$, $(H_б)_п$ приведены в графах 1 и 2 таблицы.

Вывод - требуется (не требуется) внеочередная поверка резервуара.

Председатель комиссии

подпись

инициалы, фамилия

Члены комиссии

подпись

инициалы, фамилия

подпись

инициалы, фамилия

3) В состав комиссии должен быть включен специалист, прошедший курсы повышения квалификации по поверке и калибровке резервуаров.