

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии»

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по развитию

А.С. Тайбинский

« 70 »



2018 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

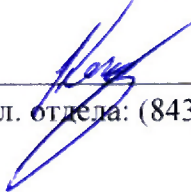
СИСТЕМЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КОЛИЧЕСТВА  
ЖИДКОСТИ В РЕЗЕРВУАРАХ MTG

(МОД. MTG S, MTG A)

Методика поверки

МП 0765-7-2018

Начальник отдела НИО-7

  
А.В. Кондаков  
Тел. отдела: (843) 272-54-55

Казань 2018 г.

Настоящая методика поверки распространяется на системы измерительные количества жидкости в резервуарах MTG (мод. MTG S, MTG A), далее – система, изготавливаемые фирмой Innovative Measurement Methods, Inc., (США) и/или I.M.M.I. Israel, Ltd., (Израиль).

На основании письменного заявления собственника системы допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или диапазонов измерений из перечня, приведенного в описании типа (далее - ОТ), с обязательным указанием в приложении к свидетельству о поверки информации о количестве и составе поверенных измерительных каналов или диапазонов измерений.

Настоящий документ устанавливает методику поверки системы при вводе её в эксплуатацию и периодическую поверку.

Интервал между поверками – 2 года.

## **1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ**

1.1 При проведении поверки системы должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа
1	2
Внешний осмотр	6.1
Опробование	6.2
Определение абсолютной погрешности измерений уровня жидкости	6.3
Определение абсолютной погрешности измерений уровня подтоварной воды	6.4
Определение абсолютной погрешности измерений температуры жидкости	6.5
Определение абсолютной погрешности измерений плотности жидкости	6.6
Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений массы нефтепродуктов	6.7

## **2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ**

2.1 При проведении поверки системы должны применяться следующие основные и вспомогательные средства поверки.

2.1.1 При определении погрешности измерительного канала (далее - ИК) уровня жидкости – рабочий эталон единицы уровня жидкости в диапазоне значений от 0 до 20 м по ГОСТ 8.477-82 (далее – эталон уровня) или рулетка измерительная металлическая с грузом 2-го класса точности по ГОСТ 7502-98 с верхним пределом измерений, соответствующим верхнему пределу измерений уровня продукта системой. Пределы допускаемой абсолютной погрешности не более  $\pm 1$  мм.

2.1.2 При определении абсолютной погрешности измерений ИК уровня жидкости и уровня подтоварной воды в диапазоне от 0 до 5,5 м – рулетка измерительная металлическая с грузом 2-го класса точности по ГОСТ 7502-98 с верхним пределом

измерений 10 м (регистрационный номер 55464-13) (далее – рулетка с грузом) и/или рабочий эталон единицы уровня жидкости в диапазоне значений от 0 до 5,5 м по ГОСТ 8.477-82 с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более  $\pm 1$  мм.

2.1.3 При определении абсолютной погрешности измерений ИК уровня подтоварной воды в диапазоне от 0 до 8 м – рабочий эталон единицы уровня жидкости в диапазоне значений от 0 до 8 м по ГОСТ 8.477-82 с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более  $\pm 1$  мм. При наличии эмульсионного слоя с нечеткой границей раздела сред, подтверждение показателей точности расчета долевого (процентного) содержания воды и расчетного уровня высаженной воды производится через поверку по плотности, после заполнения данного слоя гомогенной жидкостью (гомогенный продукт или вода) по пункту 6.6.

2.1.4 Рабочий эталон единицы температуры в диапазоне значений от минус 55 до плюс 80 °С по ГОСТ 8.558-2009 (далее – эталон температуры). Пределы допускаемой абсолютной погрешности не более  $\pm 0,1$  °С.

2.1.5 Рабочий эталон единицы плотности в диапазоне значений от 650 до 1100 кг/м<sup>3</sup> по ГОСТ 8.024-2002. Пределы допускаемой абсолютной погрешности не более  $\pm 0,5$  кг/м<sup>3</sup> (например, плотномер ДМ 230).

2.1.6 Термометр метеорологический стеклянный по ГОСТ 112-78.

2.1.7 Психрометр аспирационный по [1].

2.1.8 Барометр-анероид БАММ-1.

2.1.9 Программное обеспечение Win TG (для модификации MTG S) и MTG TEST и/или MTGR (для модификации MTG A, MTG S).

2.2 Средства поверки должны быть поверены органами Государственной метрологической службы и иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3 Допускается применение других основных и вспомогательных средств поверки с аналогичными или лучшими метрологическими характеристиками. Типы применяемых средств поверки должны быть утверждены в соответствии [2], внесены в Госреестр средств измерений (СИ), поверены в соответствии с [3] и иметь действующие свидетельства о поверке.

### **3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ И БЕЗОПАСНОСТИ**

3.1 Поверку системы проводит лицо, прошедшее обучение на курсах повышения квалификации и аттестованное в качестве поверителя в установленном порядке.

3.2 К поверке допускают лица, изучившие настоящий документ, эксплуатационную документацию на систему и средства поверки, а также прошедших инструктаж по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-2015.

3.3 Соблюдать требования правил техники безопасности, указанные в технической документации наверяемое средство измерений, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

### **4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ**

4.1 Предоставляемые на поверку системы комплектуются (по требованию поверителя) следующими документами:

- настоящей методикой поверки, утвержденной в установленном порядке;
- эксплуатационной и технической документацией;

- протоколами предшествующей поверки.
- 4.2 При поверке соблюдают следующие условия:
  - температура окружающего воздуха от минус 30 °С до плюс 30 °С;
  - относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
  - атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
  - отсутствие внешних вибраций;
  - отсутствие внешних магнитных полей;
  - сообщения об ошибках и сигналы тревог на дисплее монитора – отсутствуют;
  - технологическая обвязка и запорная арматура резервуаров в процессе измерений технически исправны и не допускают перетока и утечки продукта;
    - в систему должны быть внесены действующие градуировочные таблицы на резервуары;
    - операции поверки проводят после необходимого времени отстоя в резервуаре, достаточного для полной стабилизации продукта и отсутствия переходных процессов в резервуаре с минимальным временем отстоя не менее 2х часов. Все ручные измерения при поверке должны сопровождаться автоматическим логом данных с системы.

## **5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- подготавливают поверяемые средства измерений и средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией;
- выдерживают поверяемые средства измерений и средства поверки в течение 4-х ч в условиях, указанных в п 4.2;
- проверяют наличие, комплектность и состояние эксплуатационных документов;
- проверяют соблюдение условий п 4.2.

## **6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **6.1 Внешний осмотр**

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие системы требованиям технической документации в части маркировки;
- отсутствие повреждений и дефектов, ухудшающих внешний вид системы и препятствующих проведению поверки;
- целостность шнуров электропитания и кабелей.

### **6.2 Опробование**

6.2.1 Проверяют отображение системой на дисплее системы или автоматизированном рабочем месте (далее - АРМ) оператора следующих параметров:

- уровень продукта;
- средняя плотность продукта в резервуаре;
- плотность продукта между сенсорными модулями;
- среднюю температуру продукта в резервуаре;
- объем продукта;
- масса продукта.

- уровень подтоварной воды
- процентное содержание воды

Результаты считают положительными, если на дисплее системы или АРМ оператора отображаются все вышеперечисленные параметры.

6.2.2 Проверяют правильность функционирования системы по показаниям на дисплее посредством визуального контроля стабильности показаний средней температуры продукта и уменьшение (увеличение) уровня, объема и массы продукта при сливе (наполнении) резервуара.

Результаты считают положительными, если она фиксирует соответствующие изменения вышеуказанных параметров или состояние стабильности.

6.2.3 Проверяют отсутствие сигналов тревог.

Результаты считают положительными, если для резервуара отсутствуют сигналы тревоги.

6.2.4 Результаты опробования считают положительными, если выполняются требования изложенные в п. 6.2.1-6.2.3.

### **6.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня жидкости на месте эксплуатации**

6.3.1 Определение погрешности измерений уровня жидкости проводят при помощи эталона уровня или рулетки с грузом в трех контрольных точках рабочего диапазона измерений системы.

6.3.2 Система должна быть включена минимум за 2 часа до начала измерений для само-прогрева прецизионных схем и сенсоров. Во все время поверки должен вестись лог системы. Ручные замеры фиксируют по времени и сравнивают с показаниями из лога системы в тот же момент времени.

6.3.3 При помощи эталона уровня или рулетки с грузом фиксируют значение уровня жидкости.

6.3.4 Поправку на несоответствие показаний поверяемого средства измерений и эталонного средства измерений уровня в нулевой контрольной отметке  $\Delta H_0$ , мм, вычисляют по формуле:

$$\Delta H_0 = H_0^y - H_0^э, \quad (1)$$

где  $H_0^y$  - показание канала измерений уровня системы, мм;

$H_0^э$  - показание эталонного средства измерений уровня, мм.

Примечание – При применении рулетки с грузом при измерениях высоты газового пространства за значение  $H_0^э$ , мм, принимают среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

$$H_0^э = H_6 \left[ 1 + \alpha_{ст} \cdot (20 - T_B^п) \right] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^r)_i}{m} \cdot \left[ 1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^r) \right], \quad (2)$$

где  $H_6$  - измеренная базовая высота резервуара, значение которой принимают как среднее по двум измерениям с разностью показаний не более 1 мм, либо, как среднее значение по пяти измерениям с разницей между любыми двумя измерениями, не превышающей 3 мм;

$\alpha_{ст}$  - температурный коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара,  $1/^\circ\text{C}$ ;

$\alpha_s$  - температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки с грузом,  $1/^\circ\text{C}$ ;

$T_B^r$  - температура воздуха при измерении высоты газового пространства,  $^\circ\text{C}$ ;

$H_0^r$  - высота газового пространства при  $i$ -м измерении, мм;

$m$  - число измерений высоты газового пространства, принимаемое не менее пяти, при этом разница между любыми двумя измерениями не должна превышать 3 мм.

При применении рулетки с грузом при измерениях уровня жидкости от дна резервуара измерения проводят следующим образом:

Опускают ленту рулетки с грузом медленно до касания лотом днища или опорной плиты (при наличии), не допуская отклонения лота от вертикального положения, не задевая за внутреннее оборудование, сохраняя спокойное состояние поверхности нефти и не допуская волн.

Затем рулетку поднимают строго вертикально, не допуская смещения в сторону, и берут отсчет на месте смоченной части ленты нефтью.

Отсчет по ленте рулетки проводят сразу после появления смоченной части ленты рулетки над измерительным люком с точностью до 1 мм.

Измерения уровня жидкости в каждом резервуаре проводят дважды. Если результаты измерений отличаются не более чем на 1 мм, то в качестве результата измерений уровня принимают их среднее значение.

Если полученное расхождение измерений составляет более 1 мм, то измерения повторяют еще дважды и берут среднее значение из трех наиболее близких измерений.

При применении рулетки с грузом при измерениях уровня жидкости от дна резервуара за значение  $H_0^a$ , мм, принимают среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

$$H_0^a = \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^y)_i}{m} \cdot \left[ 1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^p) \right], \quad (3)$$

где  $\alpha_s$  - температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки с грузом,  $1/^\circ\text{C}$ ;

$T_B^p$  - температура продукта при измерении уровня жидкости,  $^\circ\text{C}$ ;

$m$  - число измерений уровня жидкости от дна, принимаемое не менее трех.

6.3.5 Изменяют уровень жидкости до следующей контрольной отметки.

6.3.6 Уровень жидкости  $H_j^y$ , мм, измеренный каналом измерения уровня системы в  $j$ -й контрольной отметке, с учетом поправки вычисляют по формуле:

$$H_j^y = (H_j^y)' - \Delta H_0, \quad (4)$$

где  $(H_j^y)'$  - показания поверяемого канала измерений уровня системы, мм;

$j$  – номер контрольной отметки, принимаемый из ряда: 1,2,3, ...  $n$ ;

$\Delta H_0$  - поправка, вычисляемая по формуле (1), мм.

6.3.7 Абсолютную погрешность канала измерения уровня системы в  $j$ -й контрольной отметке  $\Delta H_j$ , мм, вычисляют по формуле:

$$\Delta H_j = H_j^y - H_j^э \quad (5)$$

где  $H_j^y$  - показание поверяемого канала измерений уровня системы, мм;

$H_j^э$  - показание эталонного средства измерений уровня, мм.

Примечание – При применении рулетки с грузом при измерениях высоты газового пространства за значение  $H_j^э$ , мм, принимают среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

$$H_j^э = H_б \left[ 1 + \alpha_{ст} \cdot (20 - T_B^п) \right] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_j^r)_i}{m} \cdot \left[ 1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^r) \right], \quad (6)$$

где экспликация величин  $H_б$ ,  $\alpha_{ст}$ ,  $\alpha_s$ ,  $T_B^r$ ,  $H_0^r$ ,  $m$  к формуле (2) приведена в примечании к 6.3.4.

$j$  – номер контрольной отметки, принимаемый из ряда: 1,2,3, ...  $n$ ;

$n$  – число контрольных отметок, принимаемое не менее трех.

При применении рулетки с грузом при измерениях уровня жидкости от дна резервуара измерения проводят следующим образом:

Опускают ленту рулетки с грузом медленно до касания лотом днища или опорной плиты (при наличии), не допуская отклонения лота от вертикального положения, не задевая за внутреннее оборудование, сохраняя спокойное состояние поверхности нефти и не допуская волн.

Затем рулетку поднимают строго вертикально, не допуская смещения в сторону, и берут отсчет на месте смоченной части ленты нефтью.

Отсчет по ленте рулетки проводят сразу после появления смоченной части ленты рулетки над измерительным люком с точностью до 1 мм.

Измерения уровня жидкости в каждом резервуаре проводят дважды. Если результаты измерений отличаются не более чем на 1 мм, то в качестве результата измерений уровня принимают их среднее значение.

Если полученное расхождение измерений составляет более 1 мм, то измерения повторяют еще дважды и берут среднее значение из трех наиболее близких измерений.

При применении рулетки с грузом при измерениях уровня жидкости от дна резервуара за значение  $H_j^э$ , мм, принимают среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

$$H_j^э = \frac{\sum_{i=1}^m (H_j^y)_i}{m} \cdot \left[ 1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^п) \right], \quad (7)$$

где экспликация величин,  $\alpha_s$ ,  $T_B^п$ ,  $H_0^y$ ,  $m$  к формуле (3) приведена в примечании к 6.3.4.

$j$  – номер контрольной отметки, принимаемый из ряда: 1,2,3, ...  $n$ ;

$n$  – число контрольных отметок, принимаемое не менее трех.

6.3.8 За абсолютную погрешность измерений уровня принимают наибольшее значение  $\Delta H_j$ .

6.3.9 Канал измерений уровня считают выдержавшим поверку, если полученные значения погрешности не превышают  $\pm 3$  мм.

6.3.10 Результаты измерений уровня заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А.

#### **6.4 Определение абсолютной погрешности измерений уровня подтоварной воды**

6.4.1 Допускается проводить периодическую поверку канала измерений уровня подтоварной воды системы без демонтажа на месте эксплуатации при помощи рулетки при выполнении следующих условий:

- среда, где установлены системы, соответствует требованиям эксплуатационной документации на системы, и измеряемый продукт допускает разгерметизацию меры вместимости;

- измеряемый продукт не является токсичным и кипящим при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, в мере вместимости отсутствует избыточное давление;

- поверхность измеряемого продукта должна быть спокойной;

- наличие подтоварной воды в резервуаре;

- граница раздела сред продукт/вода имеет переходную толщину не более 1мм (т.е. полностью высаженная вода без наличия эмульсий).

6.4.2 Определение погрешности измерений уровня подтоварной воды проводят при помощи эталона уровня или рулетки с грузом в одной контрольной точке.

6.4.3 Система должна быть включена минимум за 2 часа до начала измерений для самопрогрева прецизионных схем и сенсоров. Во все время поверки должен вестись лог системы. Ручные замеры фиксируют по времени и сравнивают с показаниями из лога системы в тот же момент времени.



6.4.4 При использовании рулетки с грузом наносят слой водочувствительной пасты на участок шкалы, в пределах которого будет находиться участок границы раздела «продукт-вода».

6.4.5 При измерении расстояния до поверхности подтоварной воды плавно опускают рулетку с грузом через измерительный люк резервуара до уровня, в пределах которого будет находиться участок границы раздела «продукт-вода», фиксируют значение по ленте рулетки у горловины измерительного люка. Плавно поднимают рулетку до момента появления на ленте участка шкалы с водочувствительной пастой. Значение расстояния до поверхности подтоварной воды вычисляют путем вычитания полученных значений.

6.4.6 При измерении уровня подтоварной воды от дна резервуара плавно опускают рулетку с грузом через измерительный люк резервуара до точки касания дна резервуара грузом рулетки. Плавно поднимают рулетку до момента появления на ленте участка шкалы с водочувствительной пастой. Фиксируют значение уровня подтоварной воды по ленте рулетки.

6.4.7 Основную абсолютную погрешность канала измерения уровня подтоварной воды системы  $\Delta H'_0$ , мм, вычисляют по формуле:

$$\Delta H'_0 = H_0'^y - H_0'^э, \quad (8)$$

где  $H_0'^y$  - показание канала измерений уровня подтоварной воды системы, мм;

$H_0'^э$  - показание эталонного средства измерений уровня, мм.

Примечание – При применении рулетки с грузом при измерениях высоты газового пространства за значение  $H_0'^э$ , мм, принимают среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

$$H_0'^э = H_б \left[ 1 + \alpha_{ст} \cdot (20 - T_B^п) \right] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0'^г)_i}{m} \cdot \left[ 1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^г) \right], \quad (9)$$

где  $H_б$  - измеренная базовая высота резервуара, значение которой принимают как среднее по двум измерениям с разностью показаний не более 1 мм, либо, как среднее значение по пяти измерениям с разницей между любыми двумя измерениями, не превышающей 3 мм;

$\alpha_{ст}$  - температурный коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара, 1/°С;

$\alpha_s$  - температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки с грузом, 1/°С;

$T_B^г$  - температура воздуха при измерении, °С;

$H_0'^г$  - расстояние до поверхности подтоварной воды при i-м измерении, мм;

$m$  - число измерений расстояния до поверхности подтоварной воды, принимаемое не менее пяти, при этом разница между любыми двумя измерениями не должна превышать 3 мм.

При применении рулетки с грузом при измерениях уровня жидкости от дна резервуара за значение  $H_0^{\text{э}}$ , мм, принимают среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

$$H_0^{\text{э}} = \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^y)_i}{m} \cdot \left[ 1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^{\text{п}}) \right], \quad (10)$$

где  $\alpha_s$  - температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки с грузом,  $1/^\circ\text{C}$ ;

$T_B^{\text{п}}$  - температура продукта при измерении,  $^\circ\text{C}$ ;

$H_0^y$  - расстояние до поверхности подтоварной воды при  $i$ -м измерении, мм;

$m$  - число измерений уровня подтоварной воды от дна, принимаемое не менее пяти, при этом разница между любыми двумя измерениями не должна превышать 3 мм.

6.4.8 Канал измерений уровня подтоварной воды системы считают выдержавшим поверку, если полученные значения погрешности не превышают указанной в описании типа, эксплуатационной документации или методике измерений.

6.4.9 В случае наличия эмульсий или при размытой границе продукт вода подтверждение показателей системы по определению погрешности долевого содержания воды (в процентах) и уровня высаженной воды для ситуации с полностью отстоявшимся резервуаром определяют расчетным путем по результатам поверки измерения плотности продукта и по точности измерения либо точности задания плотности воды.

6.4.10 Оценка суммарной погрешности по массовой доле (процентному содержанию) воды в резервуаре производится следующим образом:

Для каждого из слоев, в которых имеет место вода в отстоявшейся или взвешенной (эмульсионной) фазе рассчитывается погрешность объемного процента содержания воды в данном слое по формуле:

$$\Delta\gamma = \frac{1}{\rho_w - \rho_p} \Delta\rho_l - \frac{\rho_w - \rho_l}{(\rho_w - \rho_p)^2} \Delta\rho_p - \frac{\rho_l - \rho_p}{(\rho_w - \rho_p)^2} \Delta\rho_w, \quad (11)$$

где  $\Delta\rho_l$  - погрешность измерения плотности данного слоя (п. 6.6);

$\Delta\rho_w$  - погрешность задания плотности воды, либо погрешность измерения одного или более слоев с наличием воды. Погрешность задания плотности воды определяется лабораторией. Рекомендованная величина  $0,5 \text{ кг/м}^3$ . В случае если МТГ сконфигурирована для измерения воды в данном резервуаре, погрешность измерения воды равна погрешности измерения в нижнем слое жидкости - (п. 6.6);

$\Delta\rho_p$  - погрешность измерения плотности продукта, определяемая по слоям с отсутствием воды или эмульсии. Количество таких слоев определяется конфигурацией системы и текущим уровнем продукта и определяется методикой измерений.

Примечание – в случае если плотность продукта определяются по более чем одному слою, соответствующая погрешность должна рассчитываться по формуле:

$$\Delta\rho_p = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta\rho_p(i)^2}, \quad (12)$$

где  $n$ -число поверенных слоев с продуктом.

Абсолютная погрешность долевого (процентного) объемного содержания воды определяется следующей формулой

$$\Delta\beta = \Delta\gamma \cdot \frac{V_L}{V_T} \quad (13)$$

где  $V_T$  это объем жидкости в резервуаре;

$V_L$  это объем жидкости в слое.

Формула (13) справедлива только для случая когда вся вода в резервуаре находится в рассматриваемом (придонном) слое.

Для вертикального цилиндрического резервуара формула (13) может быть упрощена следующим образом:

$$\Delta\beta = \Delta\gamma \cdot \frac{H_L}{H} \quad (14)$$

где  $H_L$  – высота слоя;

$H$  – высота заполнения в резервуаре.

Когда вода или эмульсия присутствует в более чем одном слое, полная погрешность объемной доли воды должна рассчитываться как сумма погрешностей определения объемных долей в каждом слое:

$$\Delta\beta = 1.1 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \Delta\gamma_i \cdot \frac{V_{L,i}}{V_T} \right)^2} \quad (15)$$

где  $i$  – номер слоя, в котором присутствует вода или водяная эмульсия,

$n$  – число таких слоев

Для цилиндрических резервуаров формула (13) может быть представлена в виде:

$$\Delta\beta = 1.1 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \Delta\gamma_i \cdot \frac{H_{L,i}}{H_T} \right)^2} \quad (16)$$

Массовая доля воды вычисляется по формуле:

$$\beta_M = \frac{M_W}{M_T} = \beta \cdot \frac{\rho_w}{\rho_{ave}} \quad (17)$$

где  $\rho_w$  – плотность воды;

$\rho_{ave}$  – средняя плотность жидкости, рассчитываемая по следующей формуле:

$$\rho_{ave} = \frac{\rho_{n-1}(L-H_n) + \rho_{m-2}H_m + \sum_{i=n}^{m-1} \rho_{i-1}(H_i - H_{i+1})}{L} \quad (18)$$

Погрешность массовой доли воды вычисляется по формуле:

$$\Delta\beta_M = \Delta\beta \frac{\rho_w}{\rho_{ave}} \quad (19)$$

где  $L$  - уровень жидкости в резервуаре;

$H_i$  - высота расположения  $i$  - го сенсора в резервуаре;

$m$  - номер нижнего сенсора в системе MTG. Сенсоры нумеруются сверху вниз начиная с 0 (для верхнего сенсора, расположенного в газовом пространстве или в атмосфере);

$n$  - номер верхнего сенсора, покрытого жидкостью ( $n \geq 1$ );

$\rho_{i-1}$  - плотность слоя между сенсорами с номером  $i$  и  $i+1$  (например, плотность между сенсорами 1 и 2 обозначается  $\rho_0$ ).

Для определения погрешности массовой доли воды по формуле (19) следует рассчитать погрешность объемной доли по формуле (16) и среднюю плотность по показаниям системы по формуле (18). Затем следует сравнить полученное значение погрешности массовой доли воды с величиной, заданной в описании типа, эксплуатационной документации и/или методикой измерения.

6.4.11 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений массовой доли воды в продукте не превышают значений, указанных в описании типа или методике измерений при условии, что погрешности поверенных каналов плотности жидкости не превышают значений, указанных в эксплуатационной документации или методике измерений на системы измерительные количества жидкости в резервуарах MTG (мод. MTG S, MTG A).

6.4.12 Результаты измерений уровня подтоварной воды заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении Б.

## **6.5 Определение абсолютной погрешности измерений температуры жидкости**

6.5.1 Допускается проводить периодическую поверку канала измерений температуры системы при выполнении следующих условий:

- среда, где установлены системы, соответствует требованиям эксплуатационной документации на системы, и измеряемый продукт допускает разгерметизацию меры вместимости;

- измеряемый продукт не является токсичным и кипящим при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, в мере вместимости отсутствует избыточное давление.

6.5.2 Определение погрешности измерений температуры проводят при помощи эталона температуры на уровне расположения сенсорного модуля системы, погруженного в продукт.

6.5.3 Опускают чувствительный элемент эталона температуры на необходимый уровень и выдерживают в течение времени, указанного в технической документации на эталон температуры, после чего считывают показания с эталона температуры и дисплея системы или АРМ оператора.

6.5.4 Определяют абсолютную погрешность канала измерений температуры системы по формуле:

$$\Delta t = (t_v - t_o) \quad (20)$$

где  $t_v$  - значение температуры, измеренное датчиком температуры системы, °С;

$t_o$  - значение температуры, измеренное эталоном температуры, °С.

6.5.5 Повторяют вышеуказанные операции для остальных сенсорных модулей.

6.5.6 Результаты поверки считают положительными, если абсолютная погрешность при измерении температуры каждого сенсорного модуля системы,  $\Delta T$ , не более установленного значения в ОТ и эксплуатационной документации на систему.

6.5.7 За основную погрешность измерений температуры жидкости принимают наибольшее значение  $\Delta t$ .

6.5.8 Канал измерений температуры жидкости системы считают выдержавшим поверку, если полученные значения погрешности не превышают  $\pm 0,3$  °С.

6.5.9 Результаты измерений заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении В.

## **6.6 Определение абсолютной погрешности измерений плотности жидкости**

6.6.1 Допускается проводить периодическую поверку канала измерений плотности системы при выполнении следующих условий:

- среда, где установлены системы, соответствует требованиям эксплуатационной документации на систему, и измеряемый продукт допускает разгерметизацию меры вместимости;
- измеряемый продукт не является токсичным и кипящим при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, в мере вместимости отсутствует избыточное давление;
- заполнения гомогенной жидкостью слоев в которых будет производиться поверка по плотности.

6.6.2 Определение гомогенности жидкости в слое осуществляют по трем измерениям эталоном следующим образом: измеряют плотность на уровне расположения верхнего датчика слоя, нижнего датчика слоя и середины слоя. Проверяют, что расхождения между эталонными измерениями не превышают  $0,5 \text{ кг/м}^3$ . Если условие удовлетворяется, то подсчитывают среднее значение по трем указанным измерениям и принимают его за действительное значение плотности для данного слоя.

6.6.3 Определение абсолютной погрешности канала измерения плотности системы, производят путем сравнения результата измерения плотности слоя системой MTG и эталоном плотности для данного слоя.

Примечание – индивидуальные замеры плотности производят в соответствии с инструкцией по эксплуатации используемого эталона плотности.

6.6.4 Определяют абсолютную погрешность при измерении плотности между сенсорными модулями по формуле:

$$\Delta\rho = \rho - D, \quad (21)$$

где  $\rho$  – показания ИК плотности системы,  $\text{кг/м}^3$ ,  
 $D$  – показания эталона плотности,  $\text{кг/м}^3$ .

6.6.5 Канал измерения плотности системы считается прошедшим поверку, если значение абсолютной погрешности при измерении плотности в каждом слое (не менее одного слоя) не превышает значений, указанных в эксплуатационной документации на систему.

6.6.6 Результаты измерений заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении Г.

## **6.7 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений массы нефти и нефтепродуктов косвенным методом статических измерений**

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы нефти и нефтепродуктов при косвенном методе статических измерений не превышают значений, указанных в эксплуатационной документации на систему, при условии, что каналы измерений уровня жидкости, уровня подтоварной воды, температуры жидкости и плотности жидкости не превышают значений, указанных в эксплуатационной документации или методике измерений на системы измерительные количества жидкости в резервуарах MTG (мод. MTG S, MTG A).

## **7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

7.1 При проведении поверки составляют протокол с указанием всех значений результатов измерений.

7.2 Положительные результаты поверки систем измерительных количества жидкости в резервуарах MTG (мод. MTG S, MTG A) оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке в соответствии с порядком, установленным приказом Минпромторга [3].

7.3 Отрицательные результаты поверки систем измерительных количества жидкости в резервуарах MTG (мод. MTG S, MTG A) оформляются согласно приказу Минпромторга [3].

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

**Форма протокола поверки канала измерений уровня жидкости системы измерительной количества жидкости в резервуарах MTG (мод. MTG S, MTG A)**

**ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № \_\_\_\_\_ Стр. из \_\_\_\_\_**

**Наименование средства измерений:**

**Тип, модель, изготовитель:**

**Заводской номер:**

**Владелец:**

**Предел измерения:**

**Наименование и адрес заказчика:**

**Методика поверки:**

**Место проведения поверки:**

**Поверка выполнена с применением:**

**Условия проведения поверки:**

Температура окружающей среды: \_\_\_\_\_ °С

Атмосферное давление: \_\_\_\_\_ кПа

Относительная влажность воздуха: \_\_\_\_\_ %

Т а б л и ц а А.1

Показание поверяемого канала измерений уровня, мм		Показание эталона, мм		Основная погрешность, мм
при прямом ходе	при обратном ходе	при прямом ходе	при обратном ходе	

\_\_\_\_\_

должность лица, проводившего поверку

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

Ф.И.О

Дата поверки \_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

**Форма протокола поверки канала измерений уровня подтоварной воды системы измерительной количества жидкости в резервуарах MTG (мод. MTG S, MTG A)**

**ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № \_\_\_\_\_ Стр. из \_\_\_\_\_**

**Наименование средства измерений:**

**Тип, модель, изготовитель:**

**Заводской номер:**

**Владелец:**

**Предел измерения:**

**Наименование и адрес заказчика:**

**Методика поверки:**

**Место проведения поверки:**

**Поверка выполнена с применением:**

**Условия проведения поверки:**

Температура окружающей среды: \_\_\_\_\_ °С

Атмосферное давление: \_\_\_\_\_ кПа

Относительная влажность воздуха: \_\_\_\_\_ %

Т а б л и ц а Б.1 (при наличии четкой границы раздела сред с толщиной не более 1 мм)

Показание поверяемого канала измерений уровня подтоварной воды, мм	Показание эталона, мм	Основная погрешность, мм

Т а б л и ц а Б.2 (при наличии эмульсионного слоя и/или размытой границы раздела сред)

Наименование и размерность величины	Показание поверяемого канала измерений плотности, кг/м <sup>3</sup>	Показание эталона плотности, кг/м <sup>3</sup>	Основная погрешность,
Плотность воды кг/куб метр			
Плотность продукта кг/куб метр			
Расчетная величина абсолютной погрешности процентного содержания воды			

Примечание – при расчете в качестве погрешностей измерений в слоях с наличием эмульсии использовать погрешности из результатов поверки по плотности в данных слоях.

\_\_\_\_\_  
должность лица, проводившего поверку

\_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_  
Ф.И.О



Дата поверки \_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Форма протокола поверки канала измерений температуры жидкости системы измерительной количества жидкости в резервуарах MTG (мод. MTG S, MTG A)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № \_\_\_\_\_ Стр. из \_\_\_\_\_

Наименование средства измерений:

Тип, модель, изготовитель:

Заводской номер:

Владелец:

Предел измерения:

Наименование и адрес заказчика:

Методика поверки:

Место проведения поверки:

Поверка выполнена с применением:

Условия проведения поверки:

Температура окружающей среды: \_\_\_\_\_ °С

Атмосферное давление: \_\_\_\_\_ кПа

Относительная влажность воздуха: \_\_\_\_\_ %

Т а б л и ц а В.1

Показание поверяемого канала измерений температуры, °С	Показание эталона температуры, °С	Основная погрешность, °С

\_\_\_\_\_ должность лица, проводившего поверку

\_\_\_\_\_ подпись

\_\_\_\_\_ Ф.И.О

Дата поверки \_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

**Форма протокола поверки канала измерений плотности жидкости системы измерительной количества жидкости в резервуарах MTG (мод. MTG S, MTG A)**

**ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № \_\_\_\_\_ Стр. из \_\_\_\_\_**

**Наименование средства измерений:**

**Тип, модель, изготовитель:**

**Заводской номер:**

**Владелец:**

**Предел измерения:**

**Наименование и адрес заказчика:**

**Методика поверки:**

**Место проведения поверки:**

**Поверка выполнена с применением:**

**Условия проведения поверки:**

Температура окружающей среды: \_\_\_\_\_ °С

Атмосферное давление: \_\_\_\_\_ кПа

Относительная влажность воздуха: \_\_\_\_\_ %

Т а б л и ц а Д.1

Показание поверяемого канала измерений плотности, кг/м <sup>3</sup>	Показание эталона плотности, кг/м <sup>3</sup>	Основная погрешность, кг/м <sup>3</sup>

\_\_\_\_\_   
должность лица, проводившего поверку

\_\_\_\_\_   
подпись

\_\_\_\_\_   
Ф.И.О

Дата поверки \_\_\_\_\_

## БИБЛИОГРАФИЯ

- |     |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [1] | ТУ 25.1607.054-85                                                    | Психрометр аспирационный МВ-4-М, МВ-4-2М, М-34, М-34-М.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| [2] | Приказ Министерства промышленности и торговли РФ №1081 от 30.11.2009 | Об утверждении Порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, Порядка утверждения типа стандартных образцов или типа стандартных образцов или типа средств измерений, установления и изменения срока действия указанных свидетельств и интервала между поверками средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения. |
| [3] | Приказ Министерства промышленности и торговли РФ №1815 от 02.06.2015 | Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |