

СОГЛАСОВАНО
Зам. руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов
М.П.
«16» июля 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Системы измерительные количества жидкости в резервуарах МТГ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-308/07-2021

2021 г.

Оглавление

1. Общие положения	3
2. Перечень операций поверки средства измерений (далее - поверка)	3
3. Требования к условиям проведения поверки	4
4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5. Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	6
7. Внешний осмотр средства измерений	7
8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	7
9. Проверка программного обеспечения средства измерений	7
10. Определение метрологических характеристик средства измерений	8
11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	12
12. Оформление результатов поверки	15

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на системы измерительные количества жидкости в резервуарах MTG (далее по тексту – системы), изготовленные Innovative Measurement Methods Inc., США и I.M.M.I. Israel Ltd., Израиль и устанавливает методы их первичной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Настоящая методика поверки разработана в соответствии с требованиями Приказа № 2907 от 28.08.2020 «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требования к методикам поверки средств измерений».

1.3 Системы обеспечивают прослеживаемость, в качестве рабочего средства измерений, к следующим государственным первичным эталонам и государственным поверочным схемам:

ГЭТ 2-2021 в соответствии с Приказом № 3459 от 30 декабря 2019 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов» методом непосредственного сличения результата измерений поверяемого средства измерений со значением измеренным эталоном;

ГЭТ 199-2018 в соответствии с Приказом № 3459 от 30 декабря 2019 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов» методом непосредственного сличения результата измерений поверяемого средства измерений со значением измеренным эталоном;

ГЭТ 18-2014 в соответствии с Приказом № 2603 от 01 ноября 2019 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плотности» методом непосредственного сличения результата измерений поверяемого средства измерений со значением измеренным эталоном;

ГЭТ 35-2021 в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 от 01.07.2012 г. «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры» методом непосредственного сличения результата измерений поверяемого средства измерений со значением измеренным эталоном;

ГЭТ 34-2020 в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 от 01.07.2012 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры» методом непосредственного сличения результата измерений поверяемого средства измерений со значением измеренным эталоном.

1.4 Настоящей методикой поверки не предусмотрена возможность реализации проведения поверки системы в части отдельных измерительных каналов и на меньшем числе поддиапазонов измерений согласно описанию типа.

2. Перечень операций поверки средства измерений (далее - поверка)

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
2. Подготовка и опробование средства измерений	8	да	да
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
4. Определение метрологических характеристик средства измерений	10	да	да

продолжение таблицы 1

5. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да
6. Оформление результатов поверки	12	да	да

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 Если при проведении той или иной операции получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается, до устранения недостатков, выявленных при проведении поверки. При невозможности устранения недостатков, систему признают непригодной к применению в соответствии с назначением. Результаты поверки оформляются по пункту 12.1.3 настоящей методики поверки.

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 Предоставляемая на поверку система комплектуется (по требованию поверителя) следующими документами:

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

3.2 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от -30 °С до +30 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,0 кПа;
- отсутствие сообщений об ошибках и сигналов тревог на дисплее;
- 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 2-х часов. Все ручные измерения при поверке должны сопровождаться автоматическим логом данных с системы.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают персонал, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемую систему и средства измерений, участвующих при проведении поверки.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методик и поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
Основные средства поверки		
8.4, 10.1, 10.4	Средство измерений единицы длины(уровня) в диапазоне от 0 до 25 м, соответствующее рабочему эталону 2-го разряда в соответствии с Приказом №3459 от 30.12.2019 г. (с пределом абсолютной погрешности не более $\pm 0,3$ мм в диапазоне до 70 м)	Рулетка измерительная металлическая 2-го класса точности по ГОСТ 7502-98, (компарированная с пределом абсолютной погрешности не более $\pm 0,3$ мм в диапазоне до 25 м) модификация P100Y2Г (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 55464-13) или лента измерительная 3 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 2840 от 29.12.2018 г., длиной от 0,001 до 50 м, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta = \pm(10+10 \cdot L)$ мкм, где L – уровень в м;
8.4, 10.1, 10.4	Средство измерений плотности в диапазоне от 650 до 2000 кг/м ³ , соответствующее рабочему эталону в соответствии с Приказом № 2603 от 01 ноября 2019 года	Измеритель плотности жидкостей вибрационный ВИП-2МР (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений №27169-09)
8.4, 10.1, 10.4	Средство измерений температуры в диапазоне от -55 до +150 °С, соответствующее рабочему эталону 3-го разряда в соответствии ГОСТ 8.558-2009	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100/1 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 19916-10)
8.4, 10.1, 10.4	Средство измерений сигналов электрического сопротивления: диапазон измерений от 1 до 500 Ом, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm (0,004 + 10^{-5} \cdot t)$ °С	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15 (регистрационный номер № 19736-11 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)

продолжение таблицы 2

Вспомогательное оборудование		
8-10	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от -30 до +30 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °С	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 71394-18)
8-10	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	
8-10	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	
8, 10	Персональный компьютер	-
	Программное обеспечение Win TG (для модификации MTG S) и MTG TEST и/или MTGR (для модификации MTG A, MTG S).	
	Пробоотборник по ГОСТ 2517	
<p><i>Примечание:</i></p> <p>1) Допускается применение аналогичных средств поверки и вспомогательного оборудования, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.</p> <p>2) Все средства измерений, используемые при поверке, должны быть: зарегистрированы в Федеральном информационном фонде средств измерений, утвержденного типа и иметь действующие свидетельства о поверке или быть аттестованы в установленном порядке, в соответствии с действующим законодательством.</p>		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на предприятии;

- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонных средств измерений, испытательного оборудования и поверяемой системы, приведенными в эксплуатационной документации.

6.3 Монтаж электрических соединений проводят в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84 и «Правилами устройства электроустановок» (раздел VII).

6.4 К поверке допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», прошедшие специальную подготовку и имеющих удостоверение на право проведения поверки.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- отсутствие механических повреждений и дефектов, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики системы, а также препятствующие проведению поверки или нормальной работе;
- соответствие комплектности системы, указанной в документации;
- соответствие системы требованиям технической документации в части маркировки;
- отсутствие ошибок на АРМ;
- целостность шнуров электропитания и кабелей.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если выполняются все вышеперечисленные условия.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке.

8.1.1 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 соответствии с требованиями эксплуатационной документации;
- проверяют наличие, комплектность и состояние эксплуатационных документов;
- проверяют соблюдение условий п 3.

8.2 Опробование:

8.2.1 Проверяют отображение на дисплее системы или автоматизированном рабочем месте оператора (далее по тексту - АРМ) 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 поверки по данному пункту считают положительными, если на дисплее системы или АРМ оператора отображаются все вышеперечисленные параметры.

8.2.2 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 система фиксирует соответствующие изменения вышеуказанных параметров или состояние стабильности.

8.2.3 Проверяют отсутствие сигналов тревог.

Результаты считают положительными, если отсутствуют сигналы тревоги.

8.2.4 Результаты опробования считают положительными, если выполняются требования, изложенные в п. 8.2.1-8.2.3.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Идентификация программного обеспечения (далее по тексту - ПО).

9.1.1 В качестве идентификатора ПО принимают номер версии ПО. Определение версии

ПО системы проводят в соответствии с эксплуатационными документами.

9.1.2 Результат считают положительным, если номер версии ПО системы соответствует указанному в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	MTG Firmware
Номер версии	v4.xxxx*
<i>Примечание – x значение от 0 до 9</i>	

10. Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня жидкости.

10.1.1 Допускается проводить поверку канала измерений уровня 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;
- поверхность измеряемого продукта должна быть спокойной;
- граница раздела сред продукт/вода имеет переходную толщину не более 1мм (т.е. полностью высаженная вода без наличия эмульсий).

10.1.2 Определение погрешности измерений уровня жидкости проводят при помощи рулетки с грузом в трех контрольных точках рабочего диапазона измерений системы при погружении в гомогенный продукт не менее двух сенсорных модулей.

10.1.3 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.

10.1.4 При помощи рулетки с грузом фиксируют значение уровня жидкости.

10.1.5 Поправку на несоответствие показаний поверяемого средства измерений и эталонного средства измерений уровня в нулевой контрольной отметке ΔH_0 , мм, вычисляют по п. 11.1 настоящей методики поверки (формула 1).

Примечание – при измерениях высоты газового пространства за значение H_0^g , мм, принимают среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по п. 11.2 настоящей методики поверки (формула 2).

При измерении уровня жидкости от высоты газового пространства измерения проводят следующим образом:

Измеряют базовую высоту H_b 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;

Измеряют высоту газового пространства H_0^g . Число измерений не менее пяти, при этом разница между любыми двумя измерениями не должна превышать 3 мм.

Опускают ленту рулетки с грузом медленно до касания лотом днища (при измерении базовой высоты) 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 измерениях уровня жидкости от дна резервуара за значение H_0^3 , мм, принимают среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по п. 11.3 настоящей методики поверки (формула 3).

10.1.6 Изменяют уровень жидкости до следующей контрольной отметки.

10.1.7 Уровень жидкости H_j^y , мм, измеренный каналом измерений уровня системы в j -й контрольной отметке, с учетом поправки вычисляют по п. 11.4 настоящей методики поверки (формула 4).

10.1.8 Абсолютную погрешность канала измерения уровня системы в j -й контрольной отметке ΔH_j , мм, вычисляют по п. 11.5 настоящей методики поверки (формула 5).

Примечание – при измерениях высоты газового пространства за значение H_j^3 , мм, принимают среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по п. 11.6 настоящей методики поверки (формула 6).

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^3 , мм, принимают среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по п. 11.7 настоящей методики поверки (формула 7).

10.1.9 За абсолютную погрешность измерений уровня принимают наибольшее значение ΔH_j .

10.1.10 Результаты поверки по данному пункту программы считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений уровня не превышает значений, приведенных в таблице Д.1 Приложение Д.

Примечание - методы поверки уровня жидкости основанные на измерениях высоты газового пространства и/или базовой высоты резервуара, следует использовать только в случаях, когда из-за свойств продукта, состояния дна или придонного осадка невозможно проводить поверку по измерениям от дна резервуара.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня подтоварной воды

10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня подтоварной воды.

10.2.2 Допускается проводить проверку канала измерений уровня подтоварной воды системы 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 (без волн и ряби);

- наличие подтоварной воды в резервуаре;

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

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.

10.2.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня подтоварной воды проводят в одной точке.

10.2.4 Наносят слой водочувствительной пасты на участок шкалы, в пределах которого будет находиться участок границы раздела «продукт-вода».

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.

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.

Абсолютную погрешность канала измерения уровня подтоварной воды системы $\Delta H'_0$, мм, вычисляют по п. 11.8 настоящей методики поверки (формула 8).

Примечание – При применении рулетки с грузом при измерениях высоты газового пространства за значение H'_0 , мм, принимают среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по п. 11.9 настоящей методики поверки (формула 9).

При применении рулетки с грузом при измерениях уровня жидкости от дна резервуара за значение H'_0 , мм, принимают среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по п. 11.10 настоящей методики поверки (формула 10).

10.2.4 Результаты поверки по данному пункту программы считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений уровня подтоварной воды не превышает значений, приведенных в таблице Д.1 Приложение Д.

Примечание - методы поверки уровня подтоварной воды, основанные на измерениях высоты газового пространства и/или базовой высоты резервуара, следует использовать

только в случаях, когда из-за свойств продукта, состояния дна или придонного осадка невозможно проводить поверку по измерениям от дна резервуара.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры жидкости

10.3.1 Допускается проводить 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.

10.3.2 Определение погрешности измерений температуры проводят при помощи термометра сопротивления эталонного и измерителя температуры многоканального прецизионного МИТ 8.15, измерение проводят на уровне расположения сенсорного модуля системы, погруженного в продукт.

10.3.3 К эталонному термометру подключают измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15 и настраивают на измерения сопротивления. Опускают чувствительный элемент термометра сопротивления на необходимый уровень и выдерживают в течение времени, указанного в технической документации, после чего считывают показания по измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ 8.15 и дисплею системы (АРМ оператора).

10.3.4 Определяют абсолютную погрешность канала измерений температуры системы по п. 11.11 настоящей методики поверки (формула 11).

10.3.5 Повторяют вышеуказанные операции для остальных сенсорных модулей.

10.3.6 Результаты поверки считают положительными, если абсолютная погрешность при измерении температуры для каждого сенсорного модуля системы, Δt , не превышает значений, указанных в эксплуатационной документации на систему.

10.3.7 За основную погрешность измерений температуры жидкости принимают наибольшее значение Δt .

10.3.8 Результаты поверки по данному пункту программы считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений температуры не превышает значений, приведенных в таблице Д.1 Приложение Д.

10.3.9 Результаты измерений заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении В настоящей методики поверки.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений плотности жидкости

10.4.1 Допускается проводить 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.

10.4.2 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.

В соответствии с ГОСТ 2517-2012 или другими правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на предприятии при помощи пробоотборника, осуществляется отбор пробы нефтепродукта. При этом осуществляется отсчет температуры нефтепродукта на этом горизонте с погрешностью $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

Количество точек отбора проб плотности выбирают в зависимости от расстояния между сенсорными модулями в соответствии с таблицей 3. Если расстояния между сенсорными модулями более 0,5 м, то одна точка измерений должна быть на уровне (10-15) см ниже верхнего сенсорного модуля в слое, а вторая – на (10-15) см выше нижнего сенсорного модуля в слое.

Таблица 3 – Рекомендуемые значения количества точек отбора проб

Расстояние между сенсорными модулями l	Количество точек измерения плотности N
$0,3 \text{ м} \leq l < 0,5 \text{ м}$	1
$0,5 \text{ м} \leq l < 1 \text{ м}$	2
$1 \text{ м} \leq l < 1,5 \text{ м}$	3
$1,5 \text{ м} \leq l < 2 \text{ м}$	4
$2 \text{ м} \leq l < 2,5 \text{ м}$	5
$2,5 \text{ м} \leq l$	6

Затем в лабораторных условиях определяется, при помощи измерителя плотности жидкостей вибрационного ВИП-2МР, плотность отобранной пробы и одновременно температура пробы. Полученные данные о плотности путем линейной интерполяции или при помощи стандартных таблиц пересчета (например, Приложение А ГОСТ 8.599–2010) приводятся к 15°C или 20°C в соответствии с конфигурацией стандартной температуры в системе МТГ.

Эталонную плотность при 15°C рассчитывают, как среднее арифметическое значений плотностей отдельных проб, приведенных к 15°C .

Сравнение значений послойной плотности должно производиться после приведения к стандартной температуре и с учетом формул в примечании указанных в Приложении Д.

10.4.3 Определяют абсолютную погрешность при измерении плотности между сенсорными модулями по п. 11.12 настоящей методики поверки (формула 12).

10.4.4 Результаты поверки по данному пункту программы считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений плотности не превышает значений, приведенных в таблице Д.1 Приложение Д.

Примечание – допускается проводить поверку канала плотности при помощи плотномера автоматического погружного при соблюдении требования, что погрешность эталонного плотномера не более $1/2$ пределов допускаемой погрешности поверяемой системы. Измерения производятся в соответствии с таблицей 3 и описанием выше.

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

10.5 Определение относительной погрешности вычислений массы продукта брутто, массы продукта нетто, объема продукта в резервуаре.

10.5.1 Относительная погрешность вычислений не превышает пределов указанных в приложении Д, если погрешности измерений по пунктам 10.1-10.4 не превышает пределов указанных в Приложении Д.

11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Расчёт поправки на несоответствие эталонного средства измерений уровня и поверяемого средства измерений.

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

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

H_0^z - показание эталонного средства измерений уровня, мм.

11.2 Расчет измеренного значения эталонного средства измерений при измерении уровня жидкости по высоте газового пространства.

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

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, $1/^\circ\text{C}$;

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

$T_B^п$ - температура продукта в резервуаре, значение которой принимают по протоколу поверки резервуара;

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.

11.3 Расчет измеренного значения эталонного средства измерений при измерении уровня жидкости от дна резервуара

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

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

$T_B^п$ - температура продукта в резервуаре при измерении уровня жидкости, $^\circ\text{C}$

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

11.4 Расчет измеренного значения поверяемой системы при измерении уровня жидкости:

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

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

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

ΔH_0 - поправка, вычисляемая по формуле (1), мм.

11.5 Определение абсолютной погрешности измерений уровня

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

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

H_j^z - показание эталонного средства измерений уровня, мм.

11.6 Расчет измеренного значения поверяемого средства при измерении уровня жидкости по высоте газового пространства

$$H_j^3 = H_6 \cdot [1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^\Gamma - T_B^\Pi)] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{ji}^\Gamma}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^\Gamma)] \quad (6)$$

где экспликация величин H_6 , $\alpha_{ст}$, T_B^Γ , T_B^Π , α_s , H_0^Γ , m к формуле (2) приведена в примечании к 10.1.5.

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

n – число контрольных отметок, принимаемое не менее трех.

11.7 Расчет измеренного значения поверяемого средства при измерении уровня жидкости от дна резервуара

$$H_j^3 = \frac{\sum_{i=1}^m (H_j^y)}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^\Pi)] \quad (7)$$

где экспликация величин α_s , T_B^Π , m к формуле (3) приведена в примечании к 10.1.5.

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

n – число контрольных отметок, принимаемое не менее трех

11.8 Определение абсолютной погрешности канала измерения уровня подтоварной воды

$$\Delta H_0 = H_0^y - H_0^3 \quad (8)$$

11.9 Расчет измеренного значения уровня подтоварной воды эталонным средством измерений при измерении уровня жидкости от высоты газового пространства

$$H_0^3 = H_6 [1 + \alpha_{ст} \cdot (20 - T_B^\Pi)] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^r)}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^\Gamma)] \quad (9)$$

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, $1/^\circ\text{C}$;

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

T_B^Γ - температура воздуха при измерении, $^\circ\text{C}$;

H_0^r - 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.

11.10 Расчет измеренного значения уровня подтоварной воды эталонным средством измерений при измерении уровня жидкости от дна резервуара.

$$H_0^3 = \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^y)_i}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^\Pi)] \quad (10)$$

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

$T_B^П$ - 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.

11.11 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

$$\Delta t = (t_v - t_o) \quad (11)$$

где t_v - значение температуры, измеренное датчиком температуры системы, $^\circ\text{C}$;

t_o - значение температуры, измеренное эталоном температуры, $^\circ\text{C}$.

11.12 Определение абсолютной погрешности измерений плотности

$$\Delta \rho = \rho - D, \quad (12)$$

где ρ – показания ИК плотности системы, $\text{кг}/\text{м}^3$,

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

11.13 Результаты поверки считают положительными, если пределы допускаемой погрешности по пунктам 10.1-10.4 настоящей методики поверки не превышают значений, указанных в таблице Д.1 Приложение Д.

12. Оформление результатов поверки

12.1 Сведения о результатах поверки систем передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ

12.1.1 Результаты поверки рекомендуется оформлять протоколом по форме, приведенной в приложении А-Г.

12.1.2 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку положительные результаты поверки, оформляют записью в Паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству, а также наносят знак поверки в соответствии с описанием типа.

12.1.3 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку в случае отрицательных результатов поверки, выдает извещения о непригодности к применению средства измерений.

Инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

А.С. Машков

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: _____ %

Таблица А1

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

 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: _____ %

Таблица Б1 (при наличии четкой границы раздела сред с толщиной не более 1мм)

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

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: _____ %

Таблица В1

Показание поверяемого канала 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: _____ %

Таблица Г1

Показание поверяемого канала плотности, кг/м ³	Показание эталона плотности, кг/м ³	Основная погрешность, кг/м ³

должность лица, проводившего поверку

подпись

Ф.И.О

Дата поверки _____

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)

Таблица Д.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений уровня продукта, м ⁽¹⁾	от 0,02 до 25,00
Диапазон измерений температуры продукта, °С: - для взрывоопасных сред - для взрывобезопасных сред	от -55 до +100 от -55 до +150
Диапазон измерений плотности жидкости, кг/м ³	от 650 до 2000
Диапазон измерений уровня подтоварной воды, м	от 0,02 до 8
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня продукта, мм: - стандартное исполнение - исполнение по заказу	±3,0 ±1,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	±0,3
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности жидкости в резервуаре, кг/м ³ (2)	±0,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня подтоварной воды, мм: - при отсутствии эмульсионного слоя, мм (3) - при наличии эмульсионного слоя, мм	±2,0 ±15,0
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений массы продукта брутто, массы продукта нетто, объема продукта в резервуаре, % (4)	±0,05

(1) - Конкретный диапазон измерений зависит от высоты резервуара, на который установлена система и указывается в паспорте

(2) - При расстоянии между датчиками, измеряющими плотность (Н) 10 метров и более. При условии $1 < H < 10$ м погрешность определяется по формуле:

$$\Delta\rho = \frac{6.6364 - \sqrt{44.0413 - 3.6364 \cdot (13.0909 - H)}}{1.8182}$$

При условии $0.1 \leq H \leq 1$ м погрешность определяется по формуле:

$$\Delta\rho = \frac{3.5}{H}$$

(3) - при погружении в продукт не менее 3 сенсорных модулей и в зависимости от соотношения плотности воды и продукта, гомогенности продукта в резервуаре и достигаемой точности измерения плотности в конкретной конфигурации системы и/или точности задания значения плотности воды, либо при погружении в продукт не менее 2 сенсорных модулей и введения в систему значений текущих плотностей продукта и воды;

(4) - Без учета погрешности калибровочной таблицы резервуара и физико-химических показателей продукта, при уровне продукта не менее 720 мм для нижнего предела плотности и при уровне не менее 240 мм для верхнего предела плотности. Конкретное значение определяется МИ для каждого резервуара.

Примечание - Диапазон измерений массы продукта брутто, массы продукта нетто, объема продукта в резервуаре определяются индивидуальной методикой измерений.