

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор

ООО «ИЦРМ»



М. С. Казаков

«18» сентября 2020 г.

М.п.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Контроллеры измерительно-вычислительные
OMNI 3000, OMNI 4000, OMNI 6000, OMNI 7000**

Методика поверки

ИЦРМ-МП-197-20

г. Москва

2020 г.

Содержание

1 Вводная часть.....	3
2 Операции поверки.....	4
3 Средства поверки.....	4
4 Требования к квалификации поверителей.....	5
5 Требования безопасности.....	5
6 Условия поверки.....	5
7 Подготовка к поверке.....	5
8 Проведение поверки.....	9
9 Обработка результатов измерений.....	16
10 Оформление результатов поверки.....	66
Приложение А.....	67
Приложение Б.....	69
Приложение В.....	71
Приложение Г.....	72
Приложение Д.....	75
Приложение Е.....	76
Приложение Ж.....	78

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на контроллеры измерительно-вычислительные OMNI 3000, OMNI 4000, OMNI 6000, OMNI 7000 (далее – контроллеры, ИВК), изготавливаемые «OMNI Flow Computers, Inc.», США, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов в соответствии с заявлением владельца СИ, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.3 Интервал между поверками – 1 год.

1.4 Основные метрологические характеристики контроллеров:

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение			
	OMNI 3000	OMNI 4000	OMNI 6000	OMNI 7000
Количество модулей ввода-вывода:				
- цифровых	1	2	2	2
- последовательных	1	2	2	2
- комбинированных	2	4	6	8
Диапазоны измерений входных аналоговых сигналов и их преобразований в значения физических величин (температуры, давления, объемной доли воды, вязкости):				
- силы постоянного тока, мА			от 4 до 20	
- напряжения постоянного тока, В			от 1 до 5	
- электрического сопротивления постоянному току, Ом			от 18,52 до 390,48	
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений входных аналоговых сигналов/диапазону физической величины) погрешности измерений входных аналоговых сигналов силы и напряжения постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току и их преобразований в значения физических величин (температуры, давления, объемной доли воды, вязкости), %			±0,1	
Диапазон измерений частоты (периода) импульсного сигнала по входу преобразователя плотности и преобразований частоты (периода) импульсного сигнала в значение плотности, Гц (мкс)			от 250 (4000) до 6700 (150)	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты (периода) импульсного сигнала по входу преобразователя плотности и преобразований частоты (периода) импульсного сигнала в значение плотности, %			±0,002	
Диапазон измерений частоты импульсного сигнала по входу преобразователя расхода и преобразований частоты импульсного сигнала в значение расхода, Гц			от 0,1 до 15000	
Пределы допускаемой относительной погрешности преобразований входных сигналов в значение объема продукта при подключении преобразователей объемного расхода, %			±0,005	
Пределы допускаемой относительной погрешности преобразований входных сигналов в значение объема продукта при подключении преобразователей массового расхода, %			±0,025	

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение			
	OMNI 3000	OMNI 4000	OMNI 6000	OMNI 7000
Пределы допускаемой относительной погрешности преобразований входных сигналов в значение объема нетто продукта, %	±0,025			
Пределы допускаемой относительной погрешности преобразований входных сигналов в значение объема продукта при стандартных условиях, %	±0,025			
Пределы допускаемой относительной погрешности преобразований входных сигналов в значение массы продукта при подключении преобразователей массового расхода, %	±0,005			
Пределы допускаемой относительной погрешности преобразований входных сигналов в значение массы продукта при подключении преобразователей объемного расхода и преобразователей плотности, %	±0,025			
Пределы допускаемой относительной погрешности преобразований входных сигналов в значения коэффициента преобразования (метр-фактора) преобразователей объемного и массового расхода, %	±0,025			

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	Да	Да
Опробование и подтверждение соответствия программного обеспечения	8.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	8.3	Да	Да

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки контроллер бракуют и его поверку прекращают.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 3.

3.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь действующие документы о поверке.

3.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

Таблица 3 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики
Основные средства поверки	
8.2-8.3	Устройство для поверки вторичной измерительной аппаратуры узлов учета нефти и нефтепродуктов УПВА-Т, рег. № 74892-19
8.2-8.3	Калибратор универсальный 9100, рег. № 25985-09
Вспомогательные средства поверки	
8.1-8.3	Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М», рег. № 32014-11

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику, эксплуатационную документацию на контроллеры и средства поверки, прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок с напряжением до 1000 В и имеющие группу по электробезопасности не ниже III.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами техники безопасности, при эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на контроллеры и применяемые средства поверки.

5.2 Средства поверки, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха плюс (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

– выдерживают контроллер в условиях окружающей среды, указанных в п. 6.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1;

– подготавливают к работе средства поверки в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

7.2 В зависимости от конфигурации ИВК выбирают одну из нижеперечисленных схем поверки:

Схема поверки 1: определение метрологических характеристик производится при одновременной имитации при помощи устройства для поверки вторичной измерительной аппаратуры узлов учета нефти и нефтепродуктов (далее – УПВА-Т) и (или) калибратора универсального 9100 (далее – калибратор) частотных сигналов преобразователей расхода (далее - ПР), частотных сигналов преобразователей плотности (далее - ПП), аналоговых сиг-

налов преобразователей температуры, давления, влагосодержания, дискретных сигналов поверочной установки (далее - ПУ).

Схема поверки 2: определение метрологических характеристик производится последовательно в два этапа:

1) определяются погрешности преобразования входных аналоговых сигналов в значения температуры, давления, влагосодержания, вязкости;

2) определяются метрологические характеристики при имитации при помощи УПВА-Т частотных сигналов ПР, частотных сигналов ПП, дискретных сигналов ПУ и задании значений температуры, давления, влагосодержания при помощи клавиатуры ИВК или от персонального компьютера через последовательный интерфейс.

Схема поверки 3: определение метрологических характеристик производится последовательно в три этапа:

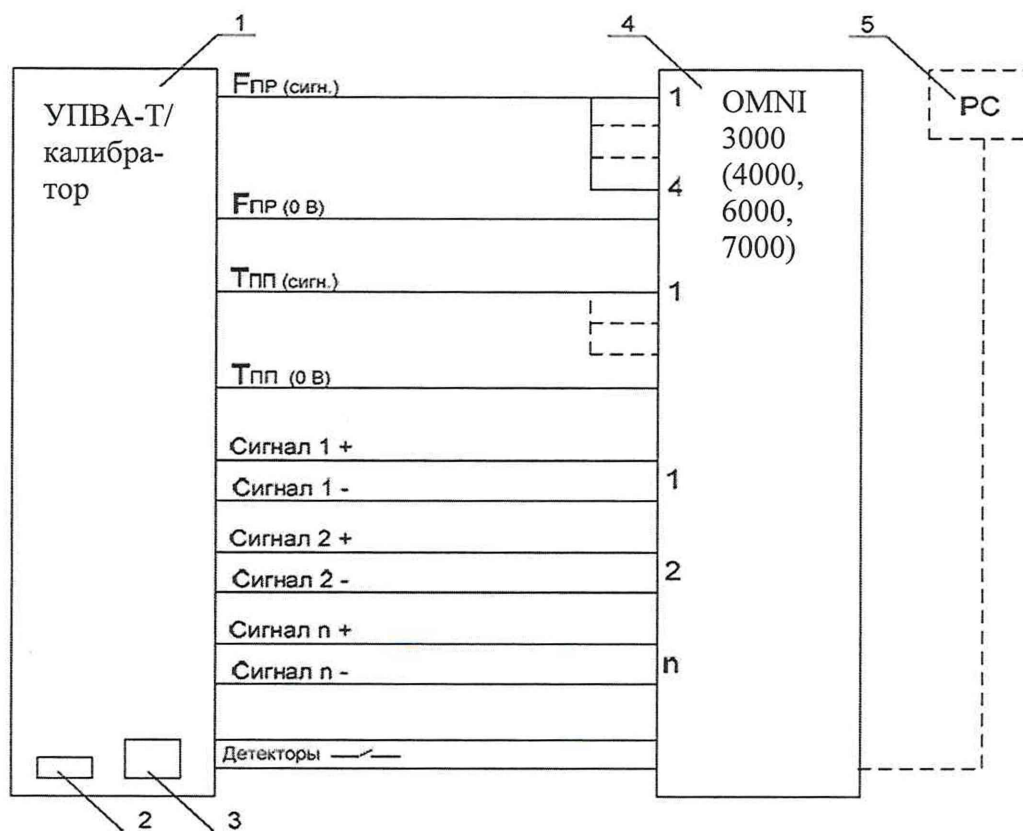
1) определяются погрешности преобразования входных аналоговых сигналов в значения температуры, давления, влагосодержания, вязкости;

2) определяются погрешности преобразования входных частотных сигналов в значения плотности;

3) определяются метрологические характеристики при имитации при помощи УПВА-Т частотных сигналов ПР, дискретных сигналов ПУ и задании значений плотности, температуры, давления, влагосодержания при помощи клавиатуры ИВК или от персонального компьютера через последовательный интерфейс.

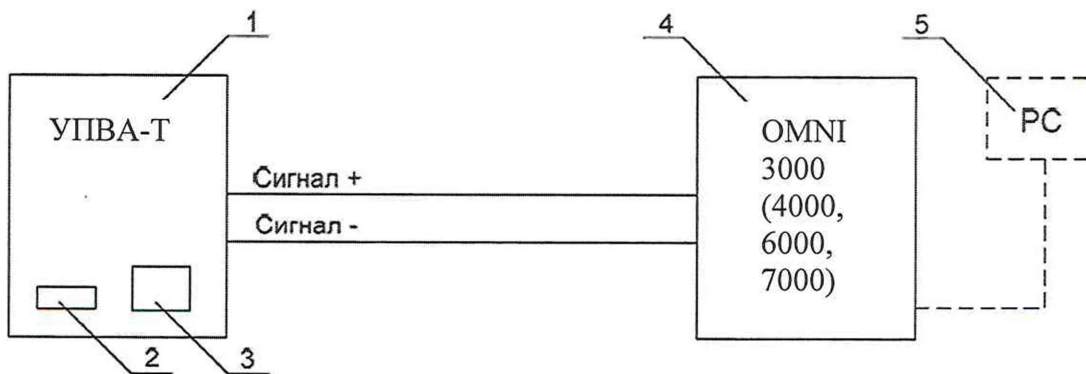
7.3 Проводят монтаж средств поверки в соответствии с выбранной схемой поверки:

- рисунок 1 (схема поверки 1);
- или рисунки 2, 3 (схема поверки 2);
- или рисунки 2, 4, 5 (схема поверки 3).



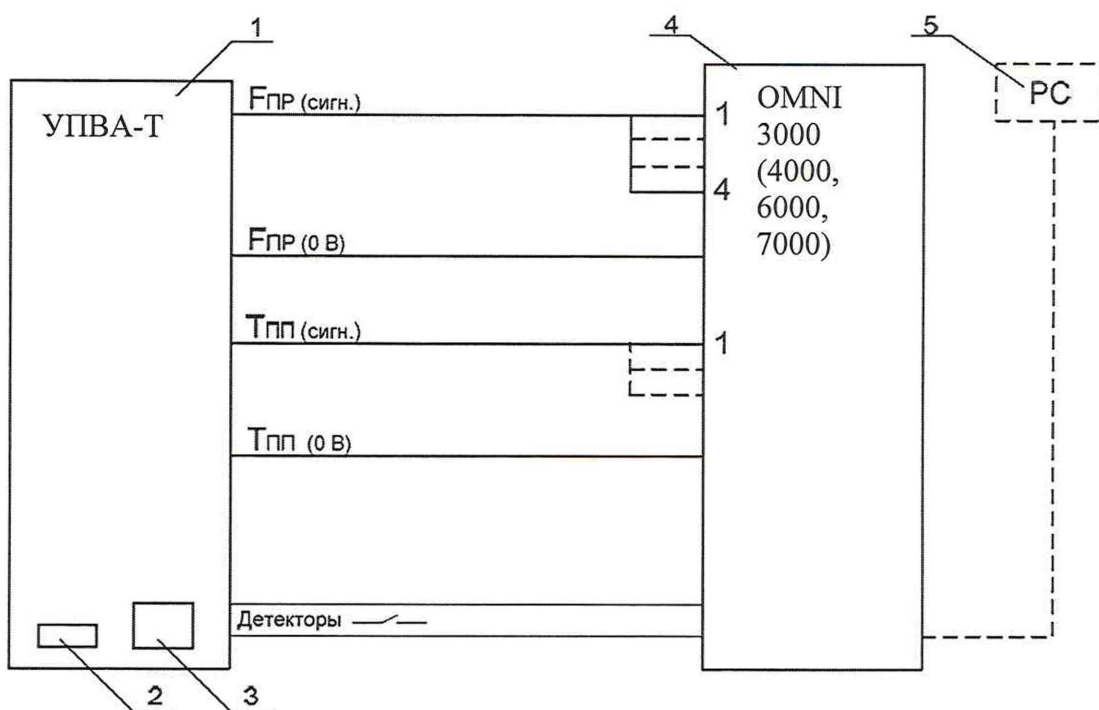
1 – УПВА-Т/калибратор; 2 – цифровой дисплей УПВА-Т;
3 – клавиатура УПВА-Т; 4 – контроллер; 5 – персональный компьютер (PC)

Рисунок 1 – Схема подключения средств поверки при определении погрешности преобразований входных сигналов в значения объема и массы продукта, в значение коэффициента преобразования (метр-фактора) ПР (схема поверки 1)



1 – УПВА-Т; 2 – цифровой дисплей УПВА-Т; 3 – клавиатура УПВА-Т;
4 – контроллер; 5 – персональный компьютер (PC)

Рисунок 2 – Схема подключения средств поверки при определении погрешности преобразований входных аналоговых сигналов в значения температуры, давления, объемной доли воды, вязкости (схема поверки 2 и схема поверки 3)



1 – УПВА-Т; 2 – цифровой дисплей УПВА-Т; 3 – клавиатура УПВА-Т;
4 – контроллер; 5 – персональный компьютер (PC)

Рисунок 3 – Схема подключения средств поверки при определении погрешности преобразований входных сигналов в значения объема и массы продукта, в значение коэффициента преобразования (метер-фактора) ПР (схема поверки 2)

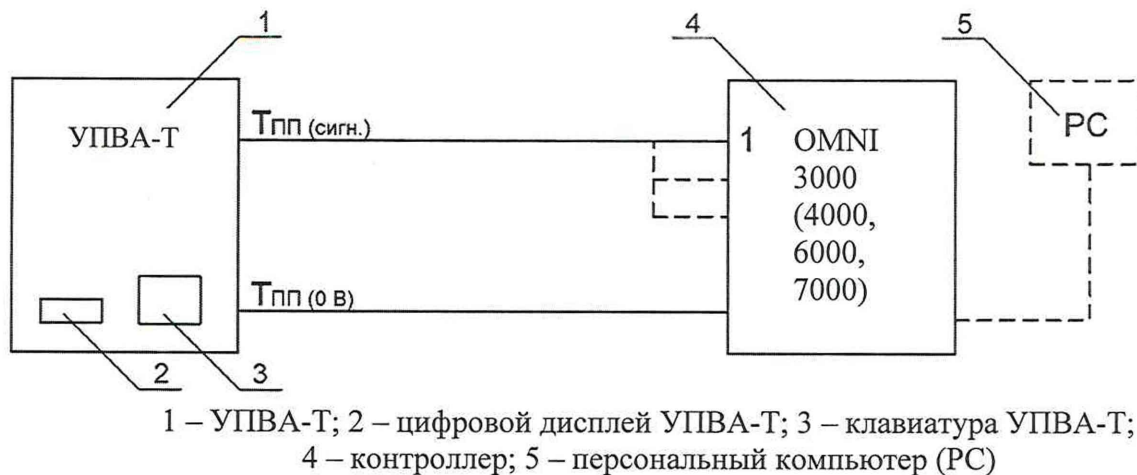


Рисунок 4 – Схема подключения средств поверки при определении погрешности преобразований входных сигналов в значения плотности (схема поверки 3)

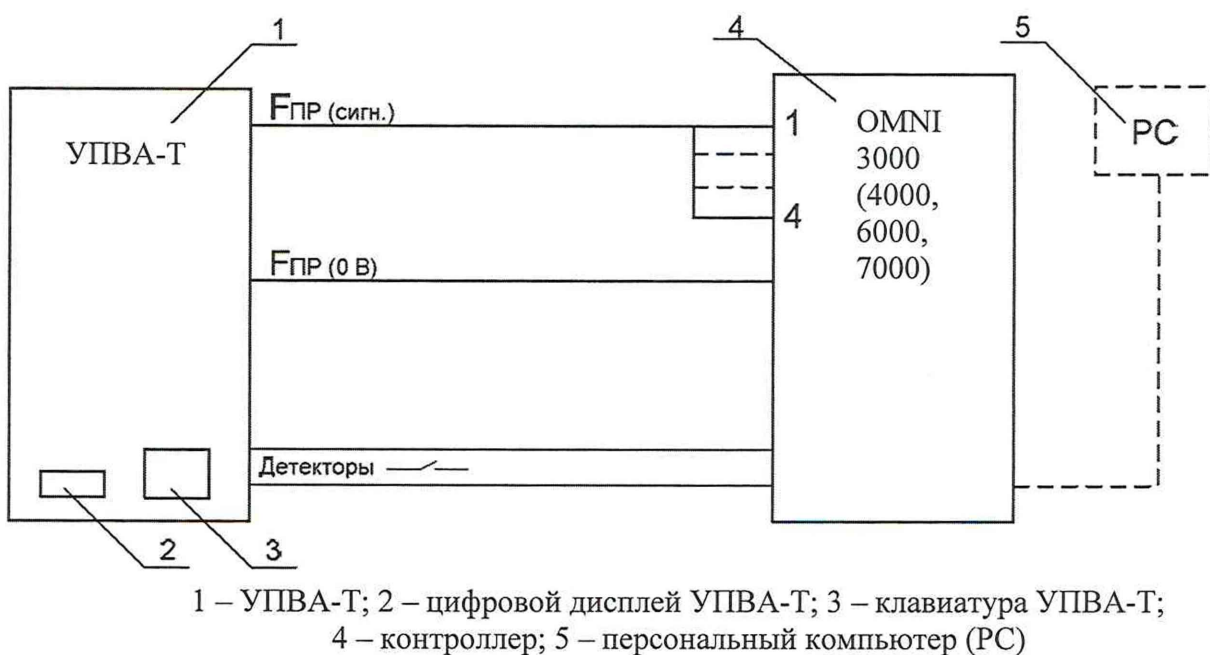


Рисунок 5 – Схема подключения средств поверки при определении погрешности преобразований входных сигналов в значения объема и массы продукта, в значение коэффициента преобразования (метр-фактора) ПР (схема поверки 3)

7.4 Включают и прогревают ИВК и средства поверки в течение не менее 30 минут.

7.5 При подготовке к поверке ИВК при определении погрешности преобразований входных аналоговых сигналов в значения температуры, давления, объемной доли воды, вязкости (рисунок 2) в память контроллера вводят следующие параметры:

- диапазоны измерений преобразователей температуры ($^{\circ}\text{C}$), давления (кПа, бар или $\text{кгс}/\text{см}^2$), объемной доли воды (%), вязкости (сСт).

7.6 При подготовке к поверке ИВК в режиме преобразований входных сигналов в значение плотности (рисунок 4) в память контроллера вводят следующие параметры:

- то же, что по п. 7.5;
- значения коэффициентов $K_0, K_1, K_2, K_{18}, K_{19}, K_{20A}, K_{20B}, K_{21A}, K_{21B}$, взятые из сертификатов заводской калибровки или сертификатов градуировки или свидетельств о поверке преобразователей плотности (далее - ПП) Solartron 7835, Solartron 7830, преобразователей плотности жидкости Promass Q 300, Promass Q 500, преобразователей плотности и

расхода CDM или значения коэффициентов Do, K, To, tcoef, Pcoef, tcal, Pcal, взятые из сертификатов ПП фирмы «Sarasota»;

- диапазоны измерений преобразователей температуры, давления.

7.7 При подготовке к поверке ИВК в режиме преобразований входных сигналов в значения объема и массы продукта (рисунки 1, 3, 5) в память контроллера вводят следующие параметры:

- то же, что по п.7.6;
- тип продукта;
- используемый алгоритм вычисления;
- типы преобразователей расхода (далее - ПР) (объемные, массовые);
- значения коэффициентов преобразования ПР или, при необходимости, базовые значения коэффициентов преобразования конкретного ПР и значения метер-факторов.

7.8 При подготовке к поверке ИВК в режиме преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования (метер-фактора) ПР по трубопоршневой поверочной установке (далее – ТПУ) (рисунки 1, 3, 5) в его память вводят следующие параметры:

- то же, что по п. 7.7;
- тип ТПУ;
- объем калиброванного участка ТПУ при стандартных значениях температуры и давления;

- стандартные значения температуры и давления;
- внутренний диаметр калиброванного участка ТПУ;
- толщина стенок калиброванного участка ТПУ;
- модуль упругости материала калиброванного участка ТПУ;
- коэффициент линейного расширения материала калиброванного участка ТПУ;
- число измерений;
- допустимую продолжительность движения поршня.

Если выбран тип ТПУ – компакт-прувер (далее - КП):

- значения объема «Downstream»;
- квадратичный коэффициент объемного расширения материала стенок КП;
- коэффициент линейного расширения инварового стержня;
- число пусков поршня, принимаемое за одно измерение.

7.9 При подготовке к поверке ИВК в режиме преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования (метер-фактора) ПР по контрольному ПР (рисунки 1, 3, 5) в его память вводят следующие параметры:

- то же, что по п. 7.7;
- количество продукта, за время прохождения которого производится определение коэффициента преобразования (метер-фактора).

7.10 Ввод необходимых параметров производят или при помощи клавиатуры контроллера, или при помощи персонального компьютера с установленным программным обеспечением OMNICOМ, связанного с контроллером через последовательный порт связи.

7.11 Остальную подготовку проводят в соответствии с требованиями эксплуатационных документов на контроллер и руководствами по эксплуатации на применяемые средства поверки.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре убеждаются в том, что:

- комплектность поверяемого контроллера соответствует указанной в эксплуатационной документации;
- на контроллере отсутствуют механические повреждения и дефекты покрытия, ухудшающие внешний вид и мешающие работе;
- надписи и обозначения на контроллере нанесены четко и соответствуют требованиям эксплуатационной документации.

Результат проверки считать положительным, если соблюдены вышеупомянутые требования.

8.2 Опробование и подтверждение соответствия программного обеспечения

При опробовании контроллера проверяют правильность прохождения сигналов от имитаторов преобразователей величин.

Сигналы ПР и ПП имитируют генератором импульсов в составе УПВА-Т.

Сигналы преобразователей температуры, давления, объемной доли воды, вязкости, имитируют источниками постоянного тока УПВА-Т и (или) калибратором.

Сигналы детекторов ТПУ (КП) имитируют контактами «Старт», «Стоп» в составе УПВА-Т.

Изменяя сигналы имитаторов величин, убеждаются во вводе и обработке их контроллером, контролируя значения величин на его дисплее.

В меню контроллера считывают номер версии программного обеспечения.

Результат проверки считать положительным, если в процессе опробования установлена правильность прохождения сигналов от имитаторов преобразователей величин, а номер версии программного обеспечения, считанный в меню контроллера, соответствует номеру версии, указанному в описании типа.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение приведенной (к диапазону измерений входных аналоговых сигналов) погрешности измерений входных аналоговых сигналов силы и напряжения постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току и приведенной (к диапазону физической величины) погрешности преобразований входных аналоговых сигналов в значения температуры, давления, объемной доли воды, вязкости

Этот пункт выполняют, если поверка ИВК проводится по схеме поверки 2 или по схеме поверки 3. Если поверку ИВК проводят по схеме поверки 1, этот пункт пропускают.

8.3.1.1 Определение приведенной (к диапазону измерений входных аналоговых сигналов) погрешности измерений входных аналоговых сигналов силы и напряжения постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току проводят с помощью УПВА-Т по всем используемым аналоговым токовым каналам при значениях силы постоянного тока 4, 12, 20 мА, и с помощью калибратора по всем используемым аналоговым каналам напряжения при значениях напряжения постоянного тока 1, 3, 5 В и по всем используемым каналам электрического сопротивления при значениях сопротивления 100,00 и 108,00 Ом.

Приведенную (к диапазону измерений входных аналоговых сигналов) погрешность измерений входных аналоговых сигналов силы и напряжения постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току γ_Y , %, определяют по формуле:

$$\gamma_Y = \frac{Y_{\text{изм}} - Y}{D} \cdot 100 \quad (1)$$

где $Y_{\text{изм}}$ — значение силы (мА), напряжения (В) постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току (Ом), измеренное контроллером;

Y — значение силы (мА), напряжения (В) постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току (Ом), задаваемое с УПВА-Т или калибратора;

D — диапазон измерений входных аналоговых сигналов силы (мА), напряжения (В) постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току (Ом).

Результаты заносят в протокол поверки по форме, указанной в приложении В.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения погрешности не превышают пределов, представленных в таблице 1.

8.3.1.2 Определение приведенной (к диапазону физической величины) погрешности преобразований входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в значения темпера-

туры, давления, объемной доли воды, вязкости проводят с помощью УПВА-Т по всем используемым аналоговым токовым каналам при значениях силы постоянного тока 4, 12, 20 мА.

Расчетные значения величин X_p , °С (бар (кПа, кгс/см²), %, сСт), соответствующие вышеуказанным значениям силы тока, определяют по формуле:

$$X_p = X_{min} + \frac{X_{max} - X_{min}}{16} \cdot (I - 4) \quad (2)$$

где X_{min}, X_{max} - нижний и верхний пределы измерений температуры (°С), давления (бар (кПа, кгс/см²)), объемной доли воды (%), вязкости (сСт);

I - задаваемое с УПВА-Т значение силы постоянного тока, мА.

Приведенную (к диапазону физической величины) погрешность преобразований входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в значения температуры, давления, объемной доли воды, вязкости γ_x , %, определяют по формуле:

$$\gamma_x = \frac{X_{изм} - X_p}{D} \cdot 100 \quad (3)$$

где $X_{изм}$ - значение величины, измеренное контроллером, °С (бар (кПа, кгс/см²), %, сСт);

D - диапазон измерений температуры (°С), давления (бар (кПа, кгс/см²)), объемной доли воды (%), вязкости (сСт).

Результаты заносят в протокол поверки по форме, указанной в приложении В.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения погрешности не превышают пределов, представленных в таблице 1.

8.3.1.3 Определение приведенной (к диапазону физической величины) погрешности преобразований входных аналоговых сигналов напряжения постоянного тока в значения температуры, давления, объемной доли воды, вязкости проводят с помощью калибратора по всем используемым аналоговым каналам напряжения при значениях напряжения постоянного тока 1, 3, 5 В.

Расчетные значения величин, соответствующие вышеуказанным значениям напряжения, определяют по формуле:

$$X_p = X_{min} + \frac{X_{max} - X_{min}}{4} \cdot (V - 1) \quad (4)$$

где X_{min}, X_{max} - нижний и верхний пределы измерений температуры (°С), давления (бар (кПа, кгс/см²)), объемной доли воды (%), вязкости (сСт);

V - задаваемое с калибратора значение напряжения постоянного тока, В.

Приведенную (к диапазону физической величины) погрешность преобразований входных аналоговых сигналов напряжения постоянного тока в значения температуры, давления, объемной доли воды, вязкости γ_x , %, определяют по формуле (3).

Результаты заносят в протокол поверки по форме, указанной в приложении В.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения погрешности не превышают пределов, представленных в таблице 1.

8.3.1.4 Определение приведенной (к диапазону физической величины) погрешности преобразований входных аналоговых сигналов электрического сопротивления в значения

температуры проводят с помощью калибратора по всем используемым каналам электрического сопротивления при значениях сопротивления 100,00 и 108,00 Ом. Расчетные значения температуры X_p соответственно равны 0,00 и 20,54 °С.

Приведенную (к диапазону физической величины) погрешность преобразований входных аналоговых сигналов электрического сопротивления в значения температуры γ_x , %, определяют по формуле (3).

Результаты заносят в протокол поверки по форме, указанной в приложении В.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения погрешности не превышают пределов, представленных в таблице 1.

8.3.1.5 Абсолютную погрешность преобразований входных аналоговых сигналов в значения физических величин (температуры, давления, объемной доли воды) Δ_x , °С (бар (кПа, кгс/см²)), %, определяют по формуле:

$$\Delta_x = X_{\text{изм}} - X_p \quad (5)$$

За абсолютную погрешность преобразований входных аналоговых сигналов в значения физических величин принимают максимальное из всех значений по каждой физической величине, рассчитанных по формуле (5).

Результаты заносят в протокол поверки по форме, указанной в приложении В.

8.3.2 Определение относительной погрешности измерений частоты (периода) импульсного сигнала по входу преобразователя плотности и преобразований частоты (периода) импульсного сигнала в значение плотности

Этот пункт выполняют, если поверка ИВК проводится по схеме поверки 3. Если поверку ИВК проводят по схеме поверки 1 или по схеме поверки 2, этот пункт пропускают.

Определение относительной погрешности измерений частоты (периода) импульсного сигнала по входу преобразователя плотности и преобразований частоты (периода) импульсного сигнала в значение плотности проводят с помощью УПВА-Т по всем используемым частотным каналам плотности при значениях периода частотного сигнала, соответствующих минимальному, среднему и максимальному значениям плотности.

Относительную погрешность измерений частоты (периода) импульсного сигнала по входу преобразователя плотности и преобразований частоты (периода) импульсного сигнала в значение плотности δ_ρ , %, определяют по формуле:

$$\delta_\rho = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta'_\rho)^2 + (\delta_{\rho A})^2} \quad (6)$$

Относительную погрешность преобразований входных частотных сигналов в значение плотности δ'_ρ , %, определяют по формуле:

$$\delta'_\rho = \frac{\rho - \rho_p}{\rho_p} \cdot 100 \quad (7)$$

где ρ – значение плотности, измеренное контроллером, кг/м³;

ρ_p – расчетное значение плотности, определенное с использованием коэффициентов и по формулам, приведенным в сертификатах используемых преобразователей плотности, кг/м³.

Относительную погрешность преобразований входных аналоговых сигналов в значение плотности $\delta_{\rho A}$, %, определяют по формуле:

$$\delta_{\rho A} = \sqrt{(k_{\rho t})^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПП}})^2 + (k_{\rho P})^2 \cdot (\Delta P_{\text{ПП}})^2} \quad (8)$$

где $k_{\rho t}$ – коэффициент влияния погрешности измерений температуры на вычисление плотности, приведенный в сертификате используемого преобразователя плотности, %/°С;

$\Delta t_{\text{ПП}}$ – абсолютная погрешность преобразований силы (напряжения) постоянного тока в температуру, полученная по формуле (5), °С;

$k_{\rho P}$ – коэффициент влияния погрешности измерений давления на вычисление плотности, приведенный в сертификате используемого преобразователя плотности, %/бар (%/кПа, %/(кгс/см²));

$\Delta P_{\text{ПП}}$ – абсолютная погрешность преобразований силы (напряжения) постоянного тока в давление, полученная по формуле (5), бар (кПа, кгс/см²).

Результаты заносят в протокол поверки по форме, указанной в приложении В.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения погрешности не превышают пределов, представленных в таблице 1.

8.3.3 Определение относительной погрешности преобразований входных сигналов в значения объема и массы продукта.

При определении вышеуказанных погрешностей на входы каналов измерений расхода, плотности, температуры, давления, влагосодержания с соответствующих выходов УПВА-Т и (или) калибратора подают значения сигналов или вводят с клавиатуры контроллера значения параметров в соответствии с выбранной схемой поверки. Их значения устанавливаются в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Частота ПР, Гц, не более	Плотность продукта в ПП, кг/м ³	Массовая доля составляющих балласта, %	Температура, °С		Давление, (бар)	
			ПП	ПР	ПП	ПР
15000	Минимальное значение диапазона по Приложению А при первичной поверке; минимальное значение рабочего диапазона при периодической поверке	min	t_{min}	$t_{\text{min}} \pm 1$	P_{min}	$P_{\text{min}} \pm 0,3$
15000	Максимальное значение диапазона по Приложению А при первичной поверке; максимальное значение рабочего диапазона при периодической поверке	max	t_{max}	$t_{\text{max}} \pm 1$	P_{max}	$P_{\text{max}} \pm 0,3$

Вводят в память контроллера значения коэффициентов преобразования ПР, равные для всех каналов. Допускается проводить измерения при ранее установленных коэффициентах преобразования ПР в соответствии с результатами поверки ПР.

В УПВА-Т задают число импульсов N , подаваемое на входы каналов расхода, рассчитанное по формуле:

$$N \geq 10^{(l-m)} \cdot K \cdot n \quad (9)$$

где $l=5$ для объемных ПР;
 $l=8$ для массовых ПР;

m - количество знаков после запятой в значениях объема и массы;
 K - коэффициент преобразования ПР, введенный в память ИВК, имп/м³ для объемно-го ПР, имп/кг для массового ПР;

n - количество каналов расхода.

Если для каждого канала введен свой коэффициент преобразования, то число импульсов рассчитывается по формулам:

- для объемных ПР:

$$N \geq \frac{10^{(5-m)}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{K_j}} \quad (10)$$

где K_j – коэффициент преобразования ПР j -го канала расхода, введенный в память контроллера, имп/м³.

- для массовых ПР:

$$N \geq \frac{10^{(5-m)}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{K_j \cdot 10^3}} \quad (11)$$

где K_j – коэффициент преобразования ПР j -го канала расхода, введенный в память контроллера, имп/кг.

Проводят отсчет показаний объема, объема при стандартных условиях, объема нетто, массы продукта с дисплея ИВК. Подают на входы каналов расхода N импульсов, после остановки счета записывают показания, накопленные за время измерений объема, объема при стандартных условиях, объема нетто, массы продукта с дисплея контроллера.

Для каждой серии входных величин проводят не менее трех измерений. Результаты заносят в протокол поверки по форме, указанной в приложении Г.

Для каждого контроллера может быть свой набор измеряемых величин, соответственно и обработку результатов измерений проводят только для вычисляемых параметров.

Обработку результатов измерений проводят в зависимости от конфигурации ИВК и выбранной схемы поверки в соответствии с разделом 9 (пункты А-Ф).

8.3.4 Определение относительной погрешности преобразований входных сигналов в значения коэффициента преобразования δ_K и метер-фактора (далее – MF) δ_{MF} преобразователей объемного и массового расхода при помощи ПУ

Определение δ_K и δ_{MF} проводят при значениях нижнего и верхнего пределов диапазонов измерений параметров продукта.

Вводят с клавиатуры контроллера минимальные (максимальные) значения температуры и давления в ПР и ПУ. При помощи клавиатуры УПВА-Т устанавливают частоту выходного сигнала $f \leq 15000$ Гц.

Для **объемных ПР** частоту f , Гц, вычисляют по формуле:

$$f = \frac{Q \cdot K}{3600} \quad (12)$$

где Q - любое значение расхода из рабочего диапазона расхода ПУ, м³/ч;

K - значение коэффициента преобразования ПР, имп/м³, вычисляемое по формуле:

$$K = \frac{N}{V_{\text{ПУ0}}} \quad (13)$$

где $N \geq 10000$ - число импульсов, подаваемое с УПВА-Т, за одно измерение;
 $V_{\text{ПУ0}}$ - значение вместимости калиброванного участка ПУ при стандартных условиях, введенное в память контроллера, м³.

Для **массовых ПР** частоту f , Гц, вычисляют по формуле:

$$f = \frac{Q \cdot K \cdot \rho}{3600} \quad (14)$$

где Q - любое значение расхода из рабочего диапазона расхода ПУ, м³/ч;

ρ - плотность продукта, кг/м³;

K - значение коэффициента преобразования ПР, имп/кг, вычисляемое по формуле:

$$K = \frac{N}{V_{\text{ПУ0}} \cdot \rho} \quad (15)$$

где $N \geq 10000$ - число импульсов, подаваемое с УПВА-Т, за одно измерение;

$V_{\text{ПУ0}}$ - значение вместимости калиброванного участка ПУ при стандартных условиях, введенное в память контроллера, м³.

Для каждой серии входных параметров проводят не менее трех измерений. Результаты заносят в протокол поверки по форме, указанной в приложении Д.

Обработку результатов измерений проводят в зависимости от конфигурации ИВК и выбранной схемы поверки в соответствии с разделом 9 (**пункты G-L**).

8.3.5 Определение относительной погрешности преобразований входных сигналов в значения метер-фактора δ_{MF} преобразователей объемного и массового расхода при поверке (сличении) рабочего ПР при помощи применяемого в качестве эталона ПР (далее - образцовый ПР).

Определение δ_{MF} проводят при значениях нижнего и верхнего пределов диапазонов измерений параметров продукта.

Вводят с клавиатуры контроллера значения коэффициентов преобразования и метер-факторов рабочего ПР и образцового ПР, значения коэффициента преобразования и метер-фактора образцового ПР должны быть фиксированными. Вводят с клавиатуры контроллера минимальные (максимальные) значения температуры и давления в рабочем ПР и образцовом ПР. При помощи клавиатуры УПВА-Т устанавливают частоту сигнала рабочего ПР $f_{\text{ПР}} \leq 15000$ Гц и образцового $f_0 \leq 15000$ Гц.

Для **объемных ПР** частоту $f_{\text{ПР}(0)}$, Гц, вычисляют по формуле:

$$f_{\text{ПР}(0)} = \frac{Q_V \cdot K_{\text{ПР}(0)}}{3600} \quad (16)$$

где Q_V - значение объемного расхода из рабочего диапазона расхода ПР, м³/ч;

$K_{\text{ПР}(0)}$ - значение коэффициента преобразования рабочего (образцового) ПР, имп/м³, установленное в контроллере.

Для **массовых ПР** частоту $f_{\text{ПР}(0)}$, Гц, вычисляют по формуле:

$$f_{\text{ПР}(0)} = \frac{Q_M \cdot K_{\text{ПР}(0)} \cdot 1000}{3600} \quad (17)$$

где Q_M - значение массового расхода из рабочего диапазона расхода ПР, т/ч;

$K_{\text{ПР}(0)}$ - значение коэффициента преобразования ПР, имп/кг, установленное в контроллере.

Если рабочий ПР и образцовый ПР – разного типа, должно соблюдаться равенство согласно формуле:

$$Q_M \cong \frac{Q_V \cdot \rho}{1000} \quad (18)$$

где ρ - плотность продукта, кг/м³.

Допускается подавать частотный сигнал на входы частотных каналов рабочего ПР и образцового ПР с одного частотного выхода УПВА-Т. В этом случае $f_{\text{ПР}} = f_0$.

Для каждой серии входных параметров проводят не менее трех измерений. Результаты заносят в протокол поверки по форме, указанной в приложении Д.

Обработку результатов измерений проводят в зависимости от конфигурации ИВК и выбранной схемы поверки в соответствии с разделом 9 (пункты М-Р).

9 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

А. Конфигурация ИВК: алгоритм вычисления API MPMS 11.1 (2007), тип ПР - объемный.

А.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение объема продукта δ_V , %, определяют по формуле:

$$\delta_V = \frac{V - V_p}{V_p} \cdot 100 \quad (A.1)$$

где V - значение объема по показаниям контроллера, м³;

V_p - расчетное значение объема, м³.

Если установлены одинаковые коэффициенты преобразования для всех ПР, расчетное значение объема вычисляют по формуле:

$$V_p = n \cdot \frac{N}{K} \quad (A.2)$$

Если в память контроллера введены значения базового коэффициента преобразования конкретного типа ПР $K_{\text{баз}}$ и метер-фактора MF, то $K = K_{\text{баз}} / MF$.

Если для каждого ПР установлен свой коэффициент преобразования, расчетное значение объема вычисляют по формуле:

$$V_p = N \cdot \sum_{j=1}^n \frac{1}{K_j} \quad (A.3)$$

где K_j - коэффициент преобразования j-го ПР, введенный в память контроллера, имп/м³, или, при необходимости, $K_j = K_{\text{баз},j} / MF_j$.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_V не превышают $\pm 0,005$ %.

А.2 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта при стандартных условиях** $\delta_{V_{НУ}}$, %, определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

А.2.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта при стандартных условиях** $\delta_{V_{НУ}}$, %, определяется по формуле:

$$\delta_{V_{НУ}} = \frac{V_{НУ} - V_{НУР}}{V_{НУР}} \cdot 100 \quad (\text{А.4})$$

где $V_{НУ}$ – значение объема при стандартных условиях по показаниям контроллера, м³;

$V_{НУР}$ – значение объема при стандартных условиях, м³, вычисленное по формуле:

$$V_{НУР} = V_P \cdot VCF_{ПР} \cdot CPL_{ПР} \quad (\text{А.5})$$

V_P определяется по формуле (А.2) или (А.3).

Поправочный коэффициент $VCF_{ПР}$, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный при температуре продукта в ПР, вычисляется по формуле:

$$VCF_{ПР} = \exp(-\alpha_{tr} \cdot (t_{ПР} - t_r) \cdot \{1 + [0,8 \cdot \alpha_{tr} \cdot (t_{ПР} - t_r)]\}) \quad (\text{А.6})$$

где α_{tr} - коэффициент объемного расширения, °С⁻¹, при стандартной температуре t_r , °С; определяется в соответствии с Приложением А;

$t_{ПР}$ - температура в ПР, °С.

Поправочный коэффициент $CPL_{ПР}$, учитывающий влияние давления на объем продукта, определенный при давлении и температуре продукта в ПР, вычисляется по формуле:

$$CPL_{ПР} = \frac{1}{1 - (P_{ПР} - P_e) \cdot F_{ПР}} \quad (\text{А.7})$$

где $P_{ПР}$ - давление в ПР, бар (кПа, кгс/см²);

P_e - давление насыщенных паров продукта, бар (кПа, кгс/см²);

$F_{ПР}$ - коэффициент сжимаемости продукта при температуре в ПР, 1/бар (1/кПа, 1/(кгс/см²)); определяется в соответствии с Приложением А.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения $\delta_{V_{НУ}}$ не превышают $\pm 0,025$ %.

А.2.2 Схема поверки 2 и схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта при стандартных условиях** $\delta_{V_{НУ}}$, %, определяется по формуле:

$$\delta_{V_{НУ}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{V_{НУ}}'^2 + \delta_{V_{НУА}}^2} \quad (\text{А.8})$$

$\delta_{V_{НУ}}'$, %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{V_{\text{НУ}}} = \frac{V_{\text{НУ}} - V_{\text{НУР}}}{V_{\text{НУР}}} \cdot 100 \quad (\text{A. 9})$$

Значение $V_{\text{НУР}}$ определяется по формуле (А.5).

$\delta_{V_{\text{НУА}}}$, %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{V_{\text{НУА}}} = \sqrt{(k_t)^2 \cdot [(\Delta t_{\text{ПП}})^2 + (\Delta t_{\text{ПР}})^2] + (k_p)^2 \cdot [(\Delta P_{\text{ПП}})^2 + (\Delta P_{\text{ПР}})^2]} \quad (\text{A. 10})$$

где k_t – коэффициент влияния на вычисление объема при н.у. погрешности измерений температуры: см. таблицу Б.1 Приложения Б (например, $k_t=0,09$ %/°С при $\rho = 850$ кг/м³ и $t=30$ °С);

k_p – коэффициент влияния на вычисление объема при н.у. погрешности измерений давления: см. таблицу Б.2 Приложения Б (например, $k_p=0,00008$ %/кПа или $k_p= 0,008$ %/бар или %/(кгс/см²) при $\rho = 850$ кг/м³ и $t=30$ °С);

$\Delta t_{\text{ПП}}$ - абсолютная погрешность контроллера по каналу преобразования входного аналогового сигнала в температуру в ПП, °С;

$\Delta t_{\text{ПР}}$ - абсолютная погрешность контроллера по каналу преобразования входного аналогового сигнала в температуру в ПР, °С;

$\Delta P_{\text{ПП}}$ - абсолютная погрешность контроллера по каналу преобразования входного аналогового сигнала в давление в ПП, кПа, бар или кгс/см²;

$\Delta P_{\text{ПР}}$ – абсолютная погрешность контроллера по каналу преобразования входного аналогового сигнала в давление в ПР, кПа, бар или кгс/см².

Результат проверки считать положительным, если полученные значения $\delta_{V_{\text{НУ}}}$ не превышают $\pm 0,025$ %.

А.3 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта $\delta_{V_{\text{Н}}}$, %, определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

А.3.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта $\delta_{V_{\text{Н}}}$, %, определяется по формуле:

$$\delta_{V_{\text{Н}}} = \frac{V_{\text{Н}} - V_{\text{НР}}}{V_{\text{НР}}} \cdot 100 \quad (\text{A. 11})$$

где $V_{\text{Н}}$ - значение объема нетто по показаниям контроллера, м³;

$V_{\text{НР}}$ - значение объёма нетто продукта, м³, вычисленное по формуле:

$$V_{\text{НР}} = V_{\text{НУР}} \cdot \left(1 - \frac{\varphi}{100}\right) \quad (\text{A. 12})$$

где $V_{\text{НУР}}$ определяется по формуле (А.5);

φ – значение объемной доли воды в продукте, %.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения $\delta_{V_{\text{Н}}}$ не превышают $\pm 0,025$ %.

А.3.2 Схема поверки 2 и схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта $\delta_{V_{\text{Н}}}$, %, определяется по формуле:

$$\delta_{VH} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta'_{VH}{}^2 + \delta_{VHA}{}^2} \quad (A.13)$$

δ'_{VH} , %, вычисляется по формуле:

$$\delta'_{VH} = \frac{V_H - V_{HP}}{V_{HP}} \cdot 100 \quad (A.14)$$

Значение V_{HP} определяется по формуле (A.12).

δ_{VHA} , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VHA} = \sqrt{\delta_{VHUA}{}^2 + \delta_{VBA}{}^2} \quad (A.15)$$

δ_{VHUA} определяется по формуле (A.10);

δ_{VBA} , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VBA} = \frac{\Delta\varphi_{Bmax}}{100 - \varphi_{Bmax}} \cdot 100 \quad (A.16)$$

где φ_{Bmax} – максимальное значение объемной доли воды в продукте, %;

$\Delta\varphi_{Bmax}$ – максимальное значение абсолютной погрешности преобразований входного аналогового сигнала в значение объемной доли воды, вычисленное по формуле (5), %.

При отсутствии поточного влагомера $\delta_{VBA} = 0$.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{VH} не превышают $\pm 0,025$ %.

A.4 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **массы продукта** δ_M , %, определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

A.4.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **массы продукта** δ_M , %, определяется по формуле:

$$\delta_M = \frac{M - M_p}{M_p} \cdot 100 \quad (A.17)$$

где M - значение массы по показаниям контроллера, кг;

M_p - расчетное значение массы, кг, вычисленное по формуле:

$$M_p = V_{HUP} \cdot \frac{\rho_{HUP}}{1000} \quad (A.18)$$

V_{HUP} определяется по формуле (A.5);

ρ_{HUP} – плотность, кг/м³, вычисленная по формуле:

$$\rho_{HUP} = \frac{\rho_{ПП}}{VCF_{ПП} \cdot CPL_{ПП}} \quad (A.19)$$

$\rho_{\text{ПП}}$ – плотность в ПП, кг/м³.

Поправочный коэффициент $VCF_{\text{ПП}}$, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный при температуре продукта в ПП, вычисляется по формуле:

$$VCF_{\text{ПП}} = \exp(-\alpha_{tr} \cdot (t_{\text{ПП}} - t_r) \cdot \{1 + [0,8 \cdot \alpha_{tr} \cdot (t_{\text{ПП}} - t_r)]\}) \quad (\text{A. 20})$$

где $t_{\text{ПП}}$ - температура в ПП, °С.

Поправочный коэффициент $CPL_{\text{ПП}}$, учитывающий влияние давления на объем продукта, определенный при давлении и температуре продукта в ПП, вычисляется по формуле:

$$CPL_{\text{ПП}} = \frac{1}{1 - (P_{\text{ПП}} - P_e) \cdot F_{\text{ПП}}} \quad (\text{A. 21})$$

где $P_{\text{ПП}}$ - давление в ПП, бар (кПа, кгс/см²);

P_e - давление насыщенных паров продукта, бар (кПа, кгс/см²);

$F_{\text{ПП}}$ - коэффициент сжимаемости продукта при температуре в ПП, 1/бар (1/кПа, 1/(кгс/см²)); определяется в соответствии с Приложением А.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_M не превышают $\pm 0,025$ %.

А.4.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **массы продукта** δ_M , %, определяется по формуле:

$$\delta_M = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_M'^2 + \delta_{MA}^2} \quad (\text{A. 22})$$

δ_M' , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_M' = \frac{M - M_p}{M_p} \cdot 100 \quad (\text{A. 23})$$

M_p определяется по формуле (А.18).

Значение δ_{MA} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{MA} = \sqrt{\delta_{MA}'^2 + \delta_{\rho A}^2} \quad (\text{A. 24})$$

δ_{MA}' , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{MA}' = \sqrt{(k_t)^2 \cdot [(\Delta t_{\text{ПП}})^2 + (\Delta t_{\text{ПР}})^2] + (k_p)^2 \cdot [(\Delta P_{\text{ПП}})^2 + (\Delta P_{\text{ПР}})^2]} \quad (\text{A. 25})$$

$\delta_{\rho A}$ определяется по формуле (8).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_M не превышают $\pm 0,025$ %.

А.4.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **массы продукта** δ_M , %, определяется по формуле:

$$\delta_M = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_M^{//2} + \delta_{MA}^2} \quad (\text{A.26})$$

$\delta_M^{//}$, %, вычисляется по формуле:

$$\delta_M^{//} = \delta_M' + \delta_\rho' \quad (\text{A.27})$$

δ_M' определяется по формуле (A.23).

δ_ρ' определяется по формуле (7).

δ_{MA} определяется по формуле (A.24).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_M не превышают $\pm 0,025$ %.

В. Конфигурация ИВК: алгоритм вычисления API MPMS 11.1 (2007), тип ПР – массовый.

В.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **массы продукта** δ_M , %, определяется по формуле:

$$\delta_M = \frac{M - M_p}{M_p} \cdot 100 \quad (\text{B.1})$$

где M - значение массы по показаниям контроллера, т;

M_p - расчетное значение массы, т.

Если установлены одинаковые коэффициенты преобразования для всех ПР, расчетное значение массы вычисляют по формуле:

$$M_p = n \cdot \frac{N}{K \cdot 1000} \quad (\text{B.2})$$

Если в память контроллера введены значения базового коэффициента преобразования конкретного типа ПР $K_{\text{баз}}$. и метер-фактора MF, то $K = K_{\text{баз}} / MF$.

Если для каждого ПР установлен свой коэффициент преобразования, расчетное значение массы вычисляют по формуле:

$$M_p = N \cdot \sum_{j=1}^n \frac{1}{K_j \cdot 1000} \quad (\text{B.3})$$

где K_j - коэффициент преобразования j-го ПР, введенный в память контроллера, имп/кг, или, при необходимости, $K_j = K_{\text{баз},j} / MF_j$.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_M не превышают $\pm 0,005$ %.

В.2 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта при стандартных условиях** $\delta_{V \text{ ну}}$, %, определяют в зависимости от выбран-

ной схемы поверки:

В.2.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта при стандартных условиях** $\delta_{V_{HY}}$, %, определяется по формуле:

$$\delta_{V_{HY}} = \frac{V_{HY} - V_{HY P}}{V_{HY P}} \cdot 100 \quad (B.4)$$

где V_{HY} – значение объема при стандартных условиях по показаниям контроллера, м³;

$V_{HY P}$ – значение объема при стандартных условиях, м³, вычисленное по формуле:

$$V_{HY P} = \frac{M_p}{\rho_{HY P}} \cdot 1000 \quad (B.5)$$

M_p определяется по формуле (B.2) или (B.3).

$\rho_{HY P}$ определяется по формуле (A.19).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения $\delta_{V_{HY}}$ не превышают $\pm 0,025$ %.

В.2.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта при стандартных условиях** $\delta_{V_{HY}}$, %, определяется по формуле:

$$\delta_{V_{HY}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta'_{V_{HY}}^2 + \delta_{V_{HY A}}^2} \quad (B.6)$$

$\delta'_{V_{HY}}$, %, вычисляется по формуле:

$$\delta'_{V_{HY}} = \frac{V_{HY} - V_{HY P}}{V_{HY P}} \cdot 100 \quad (B.7)$$

Значение $V_{HY P}$ определяется по формуле (B.5).

$$\delta_{V_{HY A}} = \sqrt{\delta'_{V_{HY A}}^2 + \delta_{\rho A}^2} \quad (B.8)$$

$$\delta'_{V_{HY A}} = \sqrt{k_t^2 \cdot (\Delta t_{ПП})^2 + k_p^2 \cdot (\Delta P_{ПП})^2} \quad (B.9)$$

Значение $\delta_{\rho A}$ определяется по формуле (8).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения $\delta_{V_{HY}}$ не превышают $\pm 0,025$ %.

В.2.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта при стандартных условиях** $\delta_{V_{HY}}$, %, определяется по формуле:

$$\delta_{V_{HY}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta''_{V_{HY}}^2 + \delta_{V_{HY A}}^2} \quad (B.10)$$

где

$$\delta_{V_{\text{НУ}}}'' = \delta_{V_{\text{НУ А}}}'' + \delta_{\rho}'' \quad (\text{В.11})$$

$\delta_{V_{\text{НУ А}}}''$ определяется по формуле (В.9).

δ_{ρ}'' определяется по формуле (7).

$\delta_{V_{\text{НУ А}}}$ определяется по формуле (В.8).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения $\delta_{V_{\text{НУ}}}$ не превышают $\pm 0,025$ %.

В.3 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта** δ_V , %, определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

В.3.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта** δ_V , %, определяется по формуле:

$$\delta_V = \frac{V - V_p}{V_p} \cdot 100 \quad (\text{В.12})$$

где V - значение объема по показаниям контроллера, м³;

V_p – расчетное значение объема, м³, вычисленное по формуле:

$$V_p = \frac{V_{\text{НУ Р}}}{VCF_{\text{ПР}} \cdot CPL_{\text{ПР}}} \quad (\text{В.13})$$

$V_{\text{НУ Р}}$ определяют по формуле (В.5);

$VCF_{\text{ПР}}, CPL_{\text{ПР}}$ определяют по формулам (А.6) и (А.7) соответственно.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_V не превышают $\pm 0,025$ %.

В.3.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта** δ_V , %, определяется по формуле:

$$\delta_V = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_V''^2 + \delta_{V_A}''^2} \quad (\text{В.14})$$

δ_V'' , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_V'' = \frac{V - V_p}{V_p} \cdot 100 \quad (\text{В.15})$$

V_p определяется по формуле (В.13).

Значение δ_{V_A}'' , %, определяется по формуле:

$$\delta_{V_A}'' = \sqrt{\delta_{V_A}''^2 + \delta_{\rho A}''^2} \quad (\text{В.16})$$

δ'_{VA} , %, вычисляется по формуле:

$$\delta'_{VA} = \sqrt{(k_t)^2 \cdot [(\Delta t_{ПП})^2 + (\Delta t_{ПР})^2] + (k_P)^2 \cdot [(\Delta P_{ПП})^2 + (\Delta P_{ПР})^2]} \quad (\text{В. 17})$$

$\delta_{\rho A}$ определяется по формуле (8).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_V не превышают $\pm 0,025$ %.

В.3.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта** δ_V , %, определяется по формуле:

$$\delta_V = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_V'^2 + \delta_{VA}'^2} \quad (\text{В. 18})$$

δ_V'' , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_V'' = \delta_V' + \delta_{\rho}' \quad (\text{В. 19})$$

δ_V' определяется по формуле (В.15).

δ_{ρ}' определяется по формуле (7).

δ_{VA}' определяется по формуле (В.16).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_V не превышают $\pm 0,025$ %.

В.4 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VN} , %, определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

В.4.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VN} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{VN} = \frac{V_H - V_{HP}}{V_{HP}} \cdot 100 \quad (\text{В. 20})$$

где V_H - значение объема нетто по показаниям контроллера, м³;

V_{HP} - значение объема нетто продукта, м³, вычисленное по формуле:

$$V_{HP} = V_{HUP} \cdot \left(1 - \frac{\varphi}{100}\right) \quad (\text{В. 21})$$

где V_{HUP} определяется по формуле (В.5);

φ – значение объемной доли воды в продукте, %.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{VN} не превышают $\pm 0,025$ %.

В.4.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VN} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{VH} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{VH}'^2 + \delta_{VHA}^2} \quad (B.22)$$

δ_{VH}' , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VH}' = \frac{V_H - V_{HP}}{V_{HP}} \cdot 100 \quad (B.23)$$

Значение V_{HP} определяется по формуле (B.21).

δ_{VHA} , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VHA} = \sqrt{\delta_{VHUA}^2 + \delta_{VBA}^2} \quad (B.24)$$

δ_{VHUA} определяется по формуле (B.8);

δ_{VBA} , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VBA} = \frac{\Delta\varphi_{Bmax}}{100 - \varphi_{Bmax}} \cdot 100 \quad (B.25)$$

где φ_{Bmax} – максимальное значение объемной доли воды в продукте, %;

$\Delta\varphi_{Bmax}$ – максимальное значение абсолютной погрешности преобразований входного аналогового сигнала в значение объемной доли воды, вычисленное по формуле (5), %.

При отсутствии поточного влагомера $\delta_{VBA} = 0$.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{VH} не превышают $\pm 0,025$ %.

В.4.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VH} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{VH} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{VH}''^2 + \delta_{VHA}^2} \quad (B.26)$$

δ_{VH}'' , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VH}'' = \delta_{VH}' + \delta_{\rho}' \quad (B.27)$$

δ_{VH}' определяется по формуле (B.23).

δ_{ρ}' определяется по формуле (7).

δ_{VHA} определяется по формуле (B.24).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{VH} не превышают $\pm 0,025$ %.

С. Конфигурация ИВК: алгоритм вычисления API MPMS 11.1 (1980), тип ПР – объемный.

С.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта** δ_V , %, определяют по формуле:

$$\delta_V = \frac{V - V_p}{V_p} \cdot 100 \quad (\text{С. 1})$$

где V - значение объема по показаниям контроллера, м³;
 V_p - расчетное значение объема, м³.

Если установлены одинаковые коэффициенты преобразования для всех ПР, расчетное значение объема вычисляют по формуле:

$$V_p = n \cdot \frac{N}{K} \quad (\text{С. 2})$$

Если в память контроллера введены значения базового коэффициента преобразования конкретного типа ПР $K_{\text{баз}}$ и метер-фактора MF, то $K = K_{\text{баз}} / \text{MF}$.

Если для каждого ПР установлен свой коэффициент преобразования, расчетное значение объема вычисляют по формуле:

$$V_p = N \cdot \sum_{j=1}^n \frac{1}{K_j} \quad (\text{С. 3})$$

где K_j - коэффициент преобразования j-го ПР, введенный в память контроллера, имп/м³, или, при необходимости, $K_j = K_{\text{баз},j} / \text{MF}_j$.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_V не превышают $\pm 0,005$ %.

С.2 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение объема продукта при стандартных условиях $\delta_{V \text{ ну}}$, %, определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

С.2.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение объема продукта при стандартных условиях $\delta_{V \text{ ну}}$, %, определяется по формуле:

$$\delta_{V \text{ ну}} = \frac{V_{\text{ну}} - V_{\text{ну п}}}{V_{\text{ну п}}} \cdot 100 \quad (\text{С. 4})$$

где $V_{\text{ну}}$ - значение объема при стандартных условиях по показаниям контроллера, м³;

$V_{\text{ну п}}$ - значение объема при стандартных условиях, м³, вычисленное по формуле:

$$V_{\text{ну п}} = V_p \cdot VCF_{\text{ПР}} \cdot CPL_{\text{ПР}} \quad (\text{С. 5})$$

V_p определяется по формуле (С.2) или (С.3).

Поправочный коэффициент $VCF_{\text{ПР}}$, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный при температуре продукта в ПР, вычисляется по формуле:

$$VCF_{\text{ПР}} = \exp(-\alpha_{tr} \cdot (t_{\text{ПР}} - t_r) \cdot \{1 + [0,8 \cdot \alpha_{tr} \cdot (t_{\text{ПР}} - t_r)]\}) \quad (\text{С. 6})$$

где α_{tr} - коэффициент объемного расширения, °С⁻¹, при стандартной температуре t_r , °С; определяется в соответствии с Приложением А;

$t_{\text{ПР}}$ - температура в ПР, °С.

Поправочный коэффициент $CPL_{\text{ПР}}$, учитывающий влияние давления на объем продукта, определенный при давлении и температуре продукта в ПР, вычисляется по формуле:

$$CPL_{\text{ПР}} = \frac{1}{1 - (P_{\text{ПР}} - P_e) \cdot F_{\text{ПР}}} \quad (\text{С.7})$$

где $P_{\text{ПР}}$ - давление в ПР, бар (кПа, кгс/см²);

P_e - давление насыщенных паров продукта, бар (кПа, кгс/см²);

$F_{\text{ПР}}$ - коэффициент сжимаемости продукта при температуре в ПР, 1/бар (1/кПа, 1/(кгс/см²)); определяется в соответствии с Приложением А.

Если в свойствах продукта задана $\rho_{20} = 850 \text{ кг/м}^3$, в расчетах α_{tr} , $F_{\text{ПР}}$ используется (для нефти) $\rho_{15} = 853,601 \text{ кг/м}^3$, в формуле (С.6) $t_r = 20$, в формуле (С.7) - $F_{\text{ПР}}$, рассчитанный при температуре в ПР).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения $\delta_{V_{\text{НУ}}}$ не превышают $\pm 0,025 \%$.

С.2.2 Схема поверки 2 и схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта при стандартных условиях** $\delta_{V_{\text{НУ}}}$, %, определяется по формуле:

$$\delta_{V_{\text{НУ}}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{V_{\text{НУ}}}^{\prime 2} + \delta_{V_{\text{НУ}A}}^2} \quad (\text{С.8})$$

$\delta_{V_{\text{НУ}}}^{\prime}$, %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{V_{\text{НУ}}}^{\prime} = \frac{V_{\text{НУ}} - V_{\text{НУР}}}{V_{\text{НУР}}} \cdot 100 \quad (\text{С.9})$$

Значение $V_{\text{НУР}}$ определяется по формуле (С.5).

$\delta_{V_{\text{НУ}A}}$, %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{V_{\text{НУ}A}} = \sqrt{(k_t)^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПР}})^2 + (k_p)^2 \cdot (\Delta P_{\text{ПР}})^2} \quad (\text{С.10})$$

где k_t – коэффициент влияния на вычисление объема при н.у. погрешности измерений температуры: см. таблицу Б.1 Приложения Б;

k_p – коэффициент влияния на вычисление объема при н.у. погрешности измерений давления: см. таблицу Б.2 Приложения Б;

$\Delta t_{\text{ПР}}$ - абсолютная погрешность контроллера по каналу преобразования входного аналогового сигнала в температуру в ПР, °С;

$\Delta P_{\text{ПР}}$ – абсолютная погрешность контроллера по каналу преобразования входного аналогового сигнала в давление в ПР, кПа, бар или кгс/см².

Результат проверки считать положительным, если полученные значения $\delta_{V_{\text{НУ}}}$ не превышают $\pm 0,025 \%$.

С.3 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта $\delta_{V_{\text{Н}}}$, %, определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

С.3.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта $\delta_{V_{\text{Н}}}$, %, определяется по формуле:

$$\delta_{VH} = \frac{V_H - V_{HP}}{V_{HP}} \cdot 100 \quad (\text{С. 11})$$

где V_H - значение объема нетто по показаниям контроллера, м³;
 V_{HP} - значение объема нетто продукта, м³, вычисленное по формуле:

$$V_{HP} = V_{HYP} \cdot \left(1 - \frac{\varphi}{100}\right) \quad (\text{С. 12})$$

где V_{HYP} определяется по формуле (С.5);
 φ – значение объемной доли воды в продукте, %.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{VH} не превышают $\pm 0,025$ %.

С.3.2 Схема поверки 2 и схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VH} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{VH} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta'_{VH}{}^2 + \delta_{VHA}{}^2} \quad (\text{С. 13})$$

δ'_{VH} , %, вычисляется по формуле:

$$\delta'_{VH} = \frac{V_H - V_{HP}}{V_{HP}} \cdot 100 \quad (\text{С. 14})$$

Значение V_{HP} определяется по формуле (С.12).
 δ_{VHA} , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VHA} = \sqrt{\delta_{VHUA}{}^2 + \delta_{VBA}{}^2} \quad (\text{С. 15})$$

δ_{VHUA} определяется по формуле (С.10);
 δ_{VBA} , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VBA} = \frac{\Delta\varphi_{Bmax}}{100 - \varphi_{Bmax}} \cdot 100 \quad (\text{С. 16})$$

где φ_{Bmax} – максимальное значение объемной доли воды в продукте, %;
 $\Delta\varphi_{Bmax}$ – максимальное значение абсолютной погрешности преобразований входного аналогового сигнала в значение объемной доли воды, вычисленное по формуле (5), %.

При отсутствии поточного влагомера $\delta_{VBA} = 0$.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{VH} не превышают $\pm 0,025$ %.

С.4 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **массы продукта** δ_M , %, определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

С.4.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **массы продукта** δ_M , %, определяется по формуле:

$$\delta_M = \frac{M - M_p}{M_p} \cdot 100 \quad (\text{C.17})$$

где M - значение массы по показаниям контроллера, кг;
 M_p - расчетное значение массы, кг, вычисленное по формуле:

$$M_p = V_{\text{НУР}} \cdot \frac{\rho_{\text{НУ}}}{1000} \quad (\text{C.18})$$

$V_{\text{НУР}}$ определяется по формуле (C.5);
 $\rho_{\text{НУ}}$ – значение плотности при н.у., кг/м³, задаваемое в свойствах продукта.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_M не превышают $\pm 0,025$ %.

С.4.2 Схема поверки 2 и схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **массы продукта** δ_M , %, определяется по формуле:

$$\delta_M = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_M'^2 + \delta_{MA}^2} \quad (\text{C.19})$$

δ_M' , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_M' = \frac{M - M_p}{M_p} \cdot 100 \quad (\text{C.20})$$

M_p определяется по формуле (C.18).

Значение δ_{MA} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{MA} = \sqrt{(k_t)^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПР}})^2 + (k_p)^2 \cdot (\Delta P_{\text{ПР}})^2} \quad (\text{C.21})$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_M не превышают $\pm 0,025$ %.

D. Конфигурация ИВК: алгоритм вычисления API MPMS 11.1 (1980), тип ПР – массовый.

D.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **массы продукта** δ_M , %, определяется по формуле:

$$\delta_M = \frac{M - M_p}{M_p} \cdot 100 \quad (\text{D.1})$$

где M - значение массы по показаниям контроллера, т;
 M_p - расчетное значение массы, т.

Если установлены одинаковые коэффициенты преобразования для всех ПР, расчетное значение массы вычисляют по формуле:

$$M_p = n \cdot \frac{N}{K \cdot 1000} \quad (D.2)$$

Если в память контроллера введены значения базового коэффициента преобразования конкретного типа ПР $K_{\text{баз}}$ и метер-фактора MF, то $K = K_{\text{баз}} / \text{MF}$.

Если для каждого ПР установлен свой коэффициент преобразования, расчетное значение массы вычисляют по формуле:

$$M_p = N \cdot \sum_{j=1}^n \frac{1}{K_j \cdot 1000} \quad (D.3)$$

где K_j - коэффициент преобразования j-го ПР, введенный в память контроллера, имп/кг, или, при необходимости, $K_j = K_{\text{баз},j} / \text{MF}_j$.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_M не превышают $\pm 0,005$ %.

D.2 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта при стандартных условиях** $\delta_{V_{\text{НУ}}}$, %, определяют по формуле:

$$\delta_{V_{\text{НУ}}} = \frac{V_{\text{НУ}} - V_{\text{НУР}}}{V_{\text{НУР}}} \cdot 100 \quad (D.4)$$

где $V_{\text{НУ}}$ - значение объема при стандартных условиях по показаниям контроллера, м³;

$V_{\text{НУР}}$ - значение объема при стандартных условиях, м³, вычисленное по формуле:

$$V_{\text{НУР}} = \frac{M_p}{\rho_{\text{НУ}}} \cdot 1000 \quad (D.5)$$

M_p определяется по формуле (D.2) или (D.3).

$\rho_{\text{НУ}}$ - значение плотности при н.у., кг/м³, задаваемое в свойствах продукта.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения $\delta_{V_{\text{НУ}}}$ не превышают $\pm 0,025$ %.

D.3 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта** δ_V , %, определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

D.3.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта** δ_V , %, определяется по формуле:

$$\delta_V = \frac{V - V_p}{V_p} \cdot 100 \quad (D.6)$$

где V - значение объема по показаниям контроллера, м³;

V_p - расчетное значение объема, м³, вычисленное по формуле:

$$V_p = \frac{V_{HUP}}{VCF_{PP} \cdot CPL_{PP}} \quad (D.7)$$

V_{HUP} определяют по формуле (D.5);

VCF_{PP} , CPL_{PP} определяют по формулам (C.6) и (C.7) соответственно.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_V не превышают $\pm 0,025$ %.

D.3.2 Схема поверки 2 и схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта** δ_V , %, определяется по формуле:

$$\delta_V = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_V'^2 + \delta_{VA}^2} \quad (D.8)$$

δ_V' , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_V' = \frac{V - V_p}{V_p} \cdot 100 \quad (D.9)$$

V_p определяется по формуле (D.7).

Значение δ_{VA} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{VA} = \sqrt{(k_t)^2 \cdot (\Delta t_{PP})^2 + (k_P)^2 \cdot (\Delta P_{PP})^2} \quad (D.10)$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_V не превышают $\pm 0,025$ %.

D.4 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VN} , %, определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

D.4.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VN} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{VN} = \frac{V_H - V_{HP}}{V_{HP}} \cdot 100 \quad (D.11)$$

где V_H - значение объема нетто по показаниям контроллера, м³;

V_{HP} - значение объема нетто продукта, м³, вычисленное по формуле:

$$V_{HP} = V_{HUP} \cdot \left(1 - \frac{\varphi}{100}\right) \quad (D.12)$$

где V_{HUP} определяется по формуле (D.5);

φ - значение объемной доли воды в продукте, %.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{VN} не превышают $\pm 0,025$ %.

D.4.2 Схема поверки 2 и схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VN} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{VH} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta'_{VH}{}^2 + \delta_{VBA}{}^2} \quad (D.13)$$

δ'_{VH} , %, вычисляется по формуле:

$$\delta'_{VH} = \frac{V_H - V_{HP}}{V_{HP}} \cdot 100 \quad (D.14)$$

Значение V_{HP} определяется по формуле (D.12).

δ_{VBA} , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VBA} = \frac{\Delta\varphi_{Vmax}}{100 - \varphi_{Vmax}} \cdot 100 \quad (D.15)$$

где φ_{Vmax} – максимальное значение объемной доли воды в продукте, %;

$\Delta\varphi_{Vmax}$ – максимальное значение абсолютной погрешности преобразований входного аналогового сигнала в значение объемной доли воды, вычисленное по формуле (5), %.

При отсутствии поточного влагомера $\delta_{VH} = 0$ и $\delta_{VH} = \delta'_{VH}$.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{VH} не превышают $\pm 0,025$ %.

Е. Конфигурация ИВК: алгоритм вычисления Mass Calculation, тип ПР – объемный.

Е.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение объема продукта δ_V , %, определяют по формуле:

$$\delta_V = \frac{V - V_p}{V_p} \cdot 100 \quad (E.1)$$

где V - значение объема по показаниям контроллера, м³;

V_p - расчетное значение объема, м³.

Если установлены одинаковые коэффициенты преобразования для всех ПР, расчетное значение объема вычисляют по формуле:

$$V_p = n \cdot \frac{N}{K} \quad (E.2)$$

Если в память контроллера введены значения базового коэффициента преобразования конкретного типа ПР $K_{баз}$. и метер-фактора MF, то $K = K_{баз} / MF$.

Если для каждого ПР установлен свой коэффициент преобразования, расчетное значение объема вычисляют по формуле:

$$V_p = N \cdot \sum_{j=1}^n \frac{1}{K_j} \quad (E.3)$$

где K_j - коэффициент преобразования j-го ПР, введенный в память контроллера, имп/м³, или, при необходимости, $K_j = K_{баз,j} / MF_j$.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_V не превышают $\pm 0,005\%$.

Е.2 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта при стандартных условиях** $\delta_{V_{НУ}}$, %, определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

Е.2.1 **Схема поверки 1.**

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта при стандартных условиях** $\delta_{V_{НУ}}$, %, определяется по формуле:

$$\delta_{V_{НУ}} = \frac{V_{НУ} - V_{НУР}}{V_{НУР}} \cdot 100 \quad (E.4)$$

где $V_{НУ}$ – значение объема при стандартных условиях по показаниям контроллера, м³;

$V_{НУР}$ – значение объема при стандартных условиях, м³, вычисленное по формуле:

$$V_{НУР} = V_P \cdot VCF_{ПР} \cdot CPL_{ПР} \quad (E.5)$$

V_P определяется по формуле (E.2) или (E.3).

$VCF_{ПР}$ определяется по формуле:

$$VCF_{ПР} = \frac{\rho_{ПП}}{\rho_{НУ}} \quad (E.6)$$

Частотный сигнал имитации $\rho_{ПП}$ задается от УИВА-Т, значение $\rho_{НУ}$ – в свойствах продукта, с клавиатуры.

$$CPL_{ПР} = 1 \quad (E.7)$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения $\delta_{V_{НУ}}$ не превышают $\pm 0,025\%$.

Е.2.2 **Схема поверки 2.**

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта при стандартных условиях** $\delta_{V_{НУ}}$, %, определяется по формуле:

$$\delta_{V_{НУ}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{V_{НУ}}'^2 + \delta_{V_{НУА}}^2} \quad (E.8)$$

$\delta_{V_{НУ}}'$, %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{V_{НУ}}' = \frac{V_{НУ} - V_{НУР}}{V_{НУР}} \cdot 100 \quad (E.9)$$

Значение $V_{НУР}$ определяется по формуле (E.5).

$\delta_{V_{НУА}}$, %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{V_{НУА}} = \sqrt{(k_{\rho t})^2 \cdot (\Delta t_{ПП})^2 + (k_{\rho P})^2 \cdot (\Delta P_{ПП})^2} \quad (E.10)$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения $\delta_{V \text{ НУ}}$ не превышают $\pm 0,025 \%$.

Е.2.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта при стандартных условиях** $\delta_{V \text{ НУ}}$, %, определяется по формуле:

$$\delta_{V \text{ НУ}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{V \text{ НУ}}^{\prime\prime 2} + \delta_{V \text{ НУ А}}^{\prime 2}} \quad (\text{Е. 11})$$

$\delta_{V \text{ НУ}}^{\prime\prime}$, %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{V \text{ НУ}}^{\prime\prime} = \delta_{V \text{ НУ}}^{\prime} + \delta_{\rho}^{\prime} \quad (\text{Е. 12})$$

$\delta_{V \text{ НУ}}^{\prime}$ определяется по формуле (Е.9).

δ_{ρ}^{\prime} определяется по формуле (7).

$\delta_{V \text{ НУ А}}^{\prime}$ определяется по формуле (Е.10).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения $\delta_{V \text{ НУ}}$ не превышают $\pm 0,025 \%$.

Е.3 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **массы продукта** δ_M , %, определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

Е.3.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **массы продукта** δ_M , %, определяется по формуле:

$$\delta_M = \frac{M - M_p}{M_p} \cdot 100 \quad (\text{Е. 13})$$

где M - значение массы по показаниям контроллера, кг;

M_p - расчетное значение массы, кг, вычисленное по формуле:

$$M_p = V_{\text{НУ Р}} \cdot \frac{\rho_{\text{НУ}}}{1000} \quad (\text{Е. 14})$$

$V_{\text{НУ Р}}$ определяется по формуле (Е.5);

$\rho_{\text{НУ}}$ - значение плотности при н.у., кг/м^3 , задаваемое в свойствах продукта, или:

$$M_p = V_p \cdot \frac{\rho_{\text{ПП}}}{1000} \quad (\text{Е. 15})$$

V_p определяется по формуле (Е.2) или (Е.3).

Частотный сигнал имитации $\rho_{\text{ПП}}$ задается от УПВА-Т.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_M не превышают $\pm 0,025 \%$.

Е.3.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **массы продукта** δ_M , %, определяется по формуле:

$$\delta_M = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_M'^2 + \delta_{MA}^2} \quad (\text{E.16})$$

δ_M' , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_M' = \frac{M - M_p}{M_p} \cdot 100 \quad (\text{E.17})$$

M_p определяется по формуле (E.14) или (E.15).

Значение δ_{MA} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{MA} = \sqrt{(k_{\rho t})^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПП}})^2 + (k_{\rho P})^2 \cdot (\Delta P_{\text{ПП}})^2} \quad (\text{E.18})$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_M не превышают $\pm 0,025$ %.

Е.3.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **массы продукта** δ_M , %, определяется по формуле:

$$\delta_M = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_M''^2 + \delta_{MA}^2} \quad (\text{E.19})$$

δ_M'' , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_M'' = \delta_M' + \delta_\rho' \quad (\text{E.20})$$

δ_M' определяется по формуле (E.17).

δ_ρ' определяется по формуле (7).

δ_{MA} определяется по формуле (E.18).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_M не превышают $\pm 0,025$ %.

Е.4 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VH} , %, определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

Е.4.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VH} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{VH} = \frac{V_H - V_{HP}}{V_{HP}} \cdot 100 \quad (\text{E.21})$$

где V_H - значение объема нетто по показаниям контроллера, м³;

V_{HP} - значение объема нетто продукта, м³, вычисленное по формуле:

$$V_{HP} = V_{HUP} \cdot \left(1 - \frac{\varphi}{100}\right) \quad (\text{E.22})$$

где V_{HVP} определяется по формуле (E.5);
 φ – значение объемной доли воды в продукте, %.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{VH} не превышают $\pm 0,025$ %.

Е.4.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VH} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{VH} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{VH}'^2 + \delta_{VHA}^2} \quad (E.23)$$

δ_{VH}' , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VH}' = \frac{V_H - V_{HP}}{V_{HP}} \cdot 100 \quad (E.24)$$

Значение V_{HP} определяется по формуле (E.22).

δ_{VHA} , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VHA} = \sqrt{\delta_{VHUA}^2 + \delta_{VBA}^2} \quad (E.25)$$

δ_{VHUA} определяется по формуле (E.10);

δ_{VBA} , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VBA} = \frac{\Delta\varphi_{Bmax}}{100 - \varphi_{Bmax}} \cdot 100 \quad (E.26)$$

где φ_{Bmax} – максимальное значение объемной доли воды в продукте, %;

$\Delta\varphi_{Bmax}$ – максимальное значение абсолютной погрешности преобразований входного аналогового сигнала в значение объемной доли воды, вычисленное по формуле (5), %.

При отсутствии поточного влагомера $\delta_{VBA} = 0$.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{VH} не превышают $\pm 0,025$ %.

Е.4.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VH} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{VH} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{VH}''^2 + \delta_{VHA}^2} \quad (E.27)$$

δ_{VH}'' , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VH}'' = \delta_{VH}' + \delta_{\rho}' \quad (E.28)$$

δ'_{V_H} определяется по формуле (E.24).

δ'_ρ определяется по формуле (7).

$\delta_{V_{HA}}$ определяется по формуле (E.25).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{V_H} не превышают $\pm 0,025\%$.

Ф. Конфигурация ИВК: алгоритм вычисления Mass Calculation, тип ПР – массовый.

Ф.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение массы продукта δ_M , %, определяется по формуле:

$$\delta_M = \frac{M - M_p}{M_p} \cdot 100 \quad (\text{F.1})$$

где M - значение массы по показаниям контроллера, т;

M_p - расчетное значение массы, т.

Если установлены одинаковые коэффициенты преобразования для всех ПР, расчетное значение массы вычисляют по формуле:

$$M_p = n \cdot \frac{N}{K \cdot 1000} \quad (\text{F.2})$$

Если в память контроллера введены значения базового коэффициента преобразования конкретного типа ПР $K_{\text{баз}}$ и метер-фактора MF, то $K = K_{\text{баз}} / \text{MF}$.

Если для каждого ПР установлен свой коэффициент преобразования, расчетное значение массы вычисляют по формуле:

$$M_p = N \cdot \sum_{j=1}^n \frac{1}{K_j \cdot 1000} \quad (\text{F.3})$$

где K_j - коэффициент преобразования j -го ПР, введенный в память контроллера, имп/кг, или, при необходимости, $K_j = K_{\text{баз},j} / \text{MF}_j$.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_M не превышают $\pm 0,005\%$.

Ф.2 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение объема продукта при стандартных условиях $\delta_{V_{HY}}$, %, определяют по формуле:

$$\delta_{V_{HY}} = \frac{V_{HY} - V_{HY P}}{V_{HY P}} \cdot 100 \quad (\text{F.4})$$

где V_{HY} – значение объема при стандартных условиях по показаниям контроллера, м³;

$V_{HY P}$ – значение объема при стандартных условиях, м³, вычисленное по формуле:

$$V_{HY P} = \frac{M_p}{\rho_{HY}} \cdot 1000 \quad (\text{F.5})$$

M_p определяется по формуле (F.2) или (F.3).

$\rho_{\text{НУ}}$ - значение плотности при н.у., кг/м³, задаваемое в свойствах продукта.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_V не превышают $\pm 0,025$ %.

F.3 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта** δ_V , %, определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

F.3.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта** δ_V , %, определяется по формуле:

$$\delta_V = \frac{V - V_p}{V_p} \cdot 100 \quad (\text{F. 6})$$

где V - значение объема по показаниям контроллера, м³;

V_p - расчетное значение объема, м³, вычисленное по формуле:

$$V_p = \frac{V_{\text{НУР}}}{VCF_{\text{ПР}} \cdot CPL_{\text{ПР}}} \quad (\text{F. 7})$$

$V_{\text{НУР}}$ определяют по формуле (F.5);

$VCF_{\text{ПР}}$ определяется по формуле:

$$VCF_{\text{ПР}} = \frac{\rho_{\text{ПП}}}{\rho_{\text{НУ}}} \quad (\text{F. 8})$$

Частотный сигнал имитации $\rho_{\text{ПП}}$ задается от УПВА-Т, значение $\rho_{\text{НУ}}$ - в свойствах продукта, с клавиатуры.

$$CPL_{\text{ПР}} = 1 \quad (\text{F. 9})$$

или

$$V_p = \frac{M_p}{\rho_{\text{ПП}}} \quad (\text{F. 10})$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_V не превышают $\pm 0,025$ %.

F.3.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта** δ_V , %, определяется по формуле:

$$\delta_V = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_V'^2 + \delta_{VA}^2} \quad (\text{F. 11})$$

δ_V' , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_V' = \frac{V - V_p}{V_p} \cdot 100 \quad (\text{F. 12})$$

V_p определяется по формуле (F.7).

Значение δ_{VA} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{VA} = \sqrt{(k_{\rho t})^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПП}})^2 + (k_{\rho P})^2 \cdot (\Delta P_{\text{ПП}})^2} \quad (\text{F.13})$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_V не превышают $\pm 0,025$ %.

Ф.3.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема продукта** δ_V , %, определяется по формуле:

$$\delta_V = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_V^{\prime\prime 2} + \delta_{VA}^2} \quad (\text{F.14})$$

$\delta_V^{\prime\prime}$, %, вычисляется по формуле:

$$\delta_V^{\prime\prime} = \delta_V^{\prime} + \delta_p^{\prime} \quad (\text{F.15})$$

δ_V^{\prime} определяется по формуле (F.12).

δ_p^{\prime} определяется по формуле (7).

δ_{VA} определяется по формуле (F.13).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_M не превышают $\pm 0,025$ %.

Ф.4 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VN} , %, определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

Ф.4.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VN} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{VN} = \frac{V_H - V_{HP}}{V_{HP}} \cdot 100 \quad (\text{F.16})$$

где V_H - значение объема нетто по показаниям контроллера, м³;

V_{HP} - значение объема нетто продукта, м³, вычисленное по формуле:

$$V_{HP} = V_{HUP} \cdot \left(1 - \frac{\varphi}{100}\right) \quad (\text{F.17})$$

где V_{HUP} определяется по формуле (F.5);

φ - значение объемной доли воды в продукте, %.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{VN} не превышают $\pm 0,025$ %.

Ф.4.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VH} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{VH} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{VH}'^2 + \delta_{VHA}^2} \quad (F.18)$$

δ_{VH}' , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VH}' = \frac{V_H - V_{HP}}{V_{HP}} \cdot 100 \quad (F.19)$$

Значение V_{HP} определяется по формуле (F.17).

$$\delta_{VHA} = \delta_{VBA} \quad (F.20)$$

δ_{VBA} , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VBA} = \frac{\Delta\varphi_{Bmax}}{100 - \varphi_{Bmax}} \cdot 100 \quad (F.21)$$

где φ_{Bmax} – максимальное значение объемной доли воды в продукте, %;
 $\Delta\varphi_{Bmax}$ – максимальное значение абсолютной погрешности преобразований входного аналогового сигнала в значение объемной доли воды, вычисленное по формуле (5), %.

При отсутствии поточного влагомера $\delta_{VBA} = 0$ и $\delta_{VH} = \delta_{VH}'$.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{VH} не превышают $\pm 0,025$ %.

F.4.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **объема нетто** продукта δ_{VH} , %, определяется по формуле:

$$\delta_{VH} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{VH}''^2 + \delta_{VHA}^2} \quad (F.22)$$

δ_{VH}'' , %, вычисляется по формуле:

$$\delta_{VH}'' = \delta_{VH}' + \delta_{\rho}' \quad (F.23)$$

δ_{VH}' определяется по формуле (F.19).

δ_{ρ}' определяется по формуле (7).

δ_{VHA} определяется по формуле (F.20).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{VH} не превышают $\pm 0,025$ %.

G. Конфигурация ИВК: алгоритм вычисления API MPMS 11.1 (2007), тип ПУ – ТПУ (КП) одно- и двунаправленная, тип ПР – объемный.

G.1 MF не используется.

G.1.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

G.1.1.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяется по формуле:

$$\delta_K = \frac{K - K_P}{K_P} \cdot 100 \quad (G.1)$$

где K - коэффициент преобразования по показаниям контроллера;

K_P - расчетное значение коэффициента преобразования, вычисленное по формуле:

$$K_P = \frac{N \cdot C_{TLM} \cdot C_{PLM}}{V_0 \cdot C_{TSP} \cdot C_{PSP} \cdot C_{TLP} \cdot C_{PLP}} \quad (G.2)$$

N - количество импульсов от УПВА-Т, имп;

$$C_{TLM} = \exp\{-\alpha_{tr} \cdot (t_{ПР} - t_r) \cdot \{1 + [0,8 \cdot \alpha_{tr} \cdot (t_{ПР} - t_r)]\}\} \quad (G.3)$$

где α_{tr} - коэффициент объемного расширения, $1/^\circ\text{C}$, при стандартной температуре t_r , $^\circ\text{C}$; определяют в соответствии с Приложением А;

$t_{ПР}$ - температура в ПР, $^\circ\text{C}$; определяют в соответствии с Приложением А.

$$C_{PLM} = \frac{1}{1 - (P_{ПР} - P_e) \cdot F_{ПР}} \quad (G.4)$$

где $P_{ПР}$ - давление в ПР, бар (кПа, кгс/см²);

P_e - давление насыщенных паров продукта, бар (кПа, кгс/см²);

$F_{ПР}$ - коэффициент сжимаемости продукта при температуре в ПР, 1/бар (1/кПа, 1/(кгс/см²));

V_0 - объем калиброванного участка ТПУ (компакт-прувера), м³.

C_{TSP} - поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на вместимость калиброванного участка ПУ, вычисленный по формуле:

$$C_{TSP} = 1 + (t_{ПУ} - t_0) \cdot \gamma \quad (G.5)$$

где $t_{ПУ}$ - температура в ПУ, $^\circ\text{C}$;

t_0 - стандартная температура, $^\circ\text{C}$;

γ - кубический коэффициент расширения материала стенок ТПУ, $1/^\circ\text{C}$.

Для компакт-прувера:

$$C_{TSP} = [1 + (t_{ПУ} - t_0) \cdot \gamma] \cdot [1 + (t_{инвар} - t_0) \cdot \gamma_{инвар}] \quad (G.6)$$

где $t_{инвар}$ - температура инварового стержня, $^\circ\text{C}$;

$\gamma_{инвар}$ - линейный коэффициент расширения инварового стержня, $1/^\circ\text{C}$.

C_{PSP} - поправочный коэффициент, учитывающий влияние давления на вместимость калиброванного участка ПУ, вычисленный по формуле:

$$C_{PSP} = 1 + \frac{(P_{ПУ} - P_0) \cdot D}{E \cdot S} \quad (G.7)$$

где $P_{\text{ПУ}}$ - давление в ПУ, бар (кПа, кгс/см²);
 P_0 - стандартное давление, бар (кПа, кгс/см²);
 D - внутренний диаметр калиброванного участка ТПУ, мм;
 E - модуль упругости материала калиброванного участка ТПУ, бар (кПа, кгс/см²);
 S - толщина стенок калиброванного участка ТПУ, мм.

$$C_{\text{ТЛР}} = \exp\{-\alpha_{\text{тр}} \cdot (t_{\text{ПУ}} - t_r) \cdot \{1 + [0,8 \cdot \alpha_{\text{тр}} \cdot (t_{\text{ПУ}} - t_r)]\}\} \quad (\text{G.8})$$

$$C_{\text{PLP}} = \frac{1}{1 - (P_{\text{ПУ}} - P_e) \cdot F_{\text{ПУ}}} \quad (\text{G.9})$$

где $F_{\text{ПУ}}$ - коэффициент сжимаемости продукта при температуре в ПУ, 1/бар (1/кПа, 1/(кгс/см²)).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025$ %.

G.1.1.2 Схема поверки 2 и схема поверки 3.

Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяется по формуле:

$$\delta_K = 1,1 \cdot \sqrt{\delta'_K{}^2 + \delta_{\text{КА}}^2} \quad (\text{G.10})$$

δ'_K вычисляется по формуле:

$$\delta'_K = \frac{K - K_P}{K_P} \cdot 100 \quad (\text{G.11})$$

K_P - определяется по формуле (G.2).

$$\delta_{\text{КА}} = \sqrt{k_t^2 \cdot [(\Delta t_{\text{ПР}})^2 + (\Delta t_{\text{ПП}})^2] + (k_t + k_{\text{CTSP}})^2 \cdot [(\Delta t_{\text{ПУВХ}})^2 + (\Delta t_{\text{ПУВЫХ}})^2] + k_p^2 \cdot [(\Delta P_{\text{ПР}})^2 + (\Delta P_{\text{ПП}})^2] + (k_p + k_{\text{CPSP}})^2 \cdot [(\Delta P_{\text{ПУВХ}})^2 + (\Delta P_{\text{ПУВЫХ}})^2]} \quad (\text{G.12})$$

$k_{\text{CTSP}} = 0,003$ %/°C - коэффициент влияния $\Delta t_{\text{ПУ}}$ на $C_{\text{ТСП}}$;
 $k_{\text{CPSP}} = 0,004$ %/бар - коэффициент влияния $\Delta P_{\text{ПУ}}$ на $C_{\text{PСП}}$;
(для пружера Ду – 900 мм)
 $k_{\text{CPSP}} = 0,003$ %/бар (для пружера Ду – 600 мм);
 $k_{\text{CPSP}} = 0,002$ %/бар (для пружера Ду – 400 мм);
 $k_{\text{CPSP}} = 0,001$ %/бар (для пружера Ду – 200 мм).

Для пружеров Ду меньше 200 мм влиянием $\Delta P_{\text{ПУ}}$ на $C_{\text{PСП}}$ можно пренебречь, т.е. в формуле (G.12) $k_{\text{CPSP}} = 0$.

Для компакт-пружера:

$$\delta_{\text{КА}} = \sqrt{k_t^2 \cdot [(\Delta t_{\text{ПР}})^2 + (\Delta t_{\text{ПП}})^2] + (k_t + k_{\text{CTSP}})^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПУ}})^2 + 0,00014^2 \cdot (\Delta t_{\text{ИНВ}})^2 + k_p^2 \cdot [(\Delta P_{\text{ПР}})^2 + (\Delta P_{\text{ПП}})^2] + (k_p + k_{\text{CPSP}})^2 \cdot (\Delta P_{\text{ПУ}})^2} \quad (\text{G.13})$$

0,00014 %/°C - коэффициент влияния $\Delta t_{\text{ИНВ}}$ на $C_{\text{ТСП}}$; (можно пренебречь)

$k_{CTSP} = 0,003 \text{ \%}/^{\circ}\text{C}$ - коэффициент влияния $\Delta t_{\text{ПУ}}$ на C_{TSP} ; (можно пренебречь)
 $k_{CPSP} = 0,001 \text{ \%}/\text{бар}$ - коэффициент влияния $\Delta P_{\text{ПУ}}$ на C_{PSP} ; (можно пренебречь)

Значение k_{CPSP} - усредненное для всех типоразмеров компакт-пруверов.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025 \text{ \%}$.

G.2 MF используется.

G.2.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

G.2.1.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (\text{G.14})$$

где MF - значение метер-фактора по показаниям контроллера;
 MF_P - расчетное значение метер-фактора, вычисленное по формуле:

$$MF_P = \frac{V_0 \cdot C_{TSP} \cdot C_{PSP} \cdot C_{TLP} \cdot C_{PLP}}{N \cdot C_{TLM} \cdot C_{PLM}} \cdot K_0 \quad (\text{G.15})$$

K_0 - установленное значение коэффициента преобразования поверяемого ПР, $\text{имп}/\text{м}^3$.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025 \text{ \%}$.

G.2.1.2 Схема поверки 2 и схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}'^2 + \delta_{KA}^2} \quad (\text{G.16})$$

$$\delta_{MF}' = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (\text{G.17})$$

где MF_P - определяется по формуле (G.15);
 δ_{KA} - определяется по формуле (G.12) или (G.13).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025 \text{ \%}$.

Н. Конфигурация ИВК: алгоритм вычисления API MPMS 11.1 (1980), тип ПУ – ТПУ (КП) одно- и двунаправленная, тип ПР – объемный.

Отличие от п. G: при расчете коэффициентов берется плотность и температура при н.у., установленные в свойствах продукта.

В формулах (G.12), (G.13) $\Delta t_{\text{ПП}}$, $\Delta P_{\text{ПП}}$ равны нулю.

I. Конфигурация ИВК: алгоритм вычисления - Mass Calculation, тип ПУ –ТПУ (КП) одно- и двунаправленная, тип ПР – объемный.

I.1 MF не используется.

I.1.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

I.1.1.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяется по формуле:

$$\delta_K = \frac{K - K_P}{K_P} \cdot 100 \quad (I.1)$$

где K - коэффициент преобразования по показаниям контроллера;

K_P - расчетное значение коэффициента преобразования, вычисленное по формуле:

$$K_P = \frac{N \cdot C_{TLM} \cdot C_{PLM}}{V_0 \cdot C_{TSP} \cdot C_{PSP} \cdot C_{TLP} \cdot C_{PLP}} \quad (I.2)$$

где C_{TSP} - поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на вместимость калиброванного участка ПУ, вычисленный по формуле:

$$C_{TSP} = 1 + (t_{ПУ} - t_0) \cdot \gamma \quad (I.3)$$

или

$$C_{TSP} = [1 + (t_{ПУ} - t_0) \cdot \gamma] \cdot [1 + (t_{инвар} - t_0) \cdot \gamma_{инвар}] \quad (I.4)$$

C_{PSP} - поправочный коэффициент, учитывающий влияние давления на вместимость калиброванного участка ПУ, вычисленный по формуле:

$$C_{PSP} = 1 + \frac{(P_{ПУ} - P_0) \cdot D}{E \cdot S} \quad (I.5)$$

$$C_{TLP} = \frac{\rho_{ПУ}}{\rho_{НУ}} \quad (I.6)$$

$$C_{TLM} = \frac{\rho_{ПР}}{\rho_{НУ}} \quad (I.7)$$

$$C_{PLP} = 1 \quad (I.8)$$

$$C_{PLM} = 1 \quad (I.9)$$

Тогда:

$$K_P = \frac{N \cdot \rho_{ПР}}{V_0 \cdot C_{TSP} \cdot C_{PSP} \cdot \rho_{ПУ}} \quad (I.10)$$

Если плотномер ПУ нет, то $\rho_{ПУ} = \rho_{ПР}$ и

$$K_P = \frac{N}{V_0 \cdot C_{TSP} \cdot C_{PSP}} \quad (I.11)$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025\%$.

1.1.1.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяется по формуле:

$$\delta_K = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_K'^2 + \delta_{KA}^2} \quad (I.12)$$

где

$$\delta_K' = \frac{K - K_P}{K_P} \cdot 100 \quad (I.13)$$

K_P определяют по формуле (I.10) или (I.11);

$$\delta_{KA} = \sqrt{k_{\rho t}^2 \cdot (\Delta t_{\text{пп(пр)}})^2 + k_{\rho t}^2 \cdot (\Delta t_{\text{пп(пу)}})^2 + k_{\rho P}^2 \cdot (\Delta P_{\text{пп(пр)}})^2 + k_{\rho P}^2 \cdot (\Delta P_{\text{пп(пу)}})^2 + (k_{CTSP})^2 \cdot [(\Delta t_{\text{пувх}})^2 + (\Delta t_{\text{пувых}})^2] + (k_{CPSP})^2 \cdot [(\Delta P_{\text{пувх}})^2 + (\Delta P_{\text{пувых}})^2]} \quad (I.14)$$

Если плотномер ПУ нет, то:

$$\delta_{KA} = \sqrt{(k_{CTSP})^2 \cdot [(\Delta t_{\text{пувх}})^2 + (\Delta t_{\text{пувых}})^2] + (k_{CPSP})^2 \cdot [(\Delta P_{\text{пувх}})^2 + (\Delta P_{\text{пувых}})^2]} \quad (I.15)$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025\%$.

1.1.1.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяется по формуле:

$$\delta_K = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_K''^2 + \delta_{KA}^2} \quad (I.16)$$

где

$$\delta_K'' = \delta_K' + \delta_{\rho \text{пр}}' + \delta_{\rho \text{пу}}' \quad (I.17)$$

δ_K' определяют по формуле (I.13);

$\delta_{\rho \text{пр}}'$ и $\delta_{\rho \text{пу}}'$ определяют по формуле (7).

Если плотномер ПУ нет, то в формуле (I.17) $\delta_{\rho \text{пу}}' = 0$;

δ_{KA} определяется по формуле (I.14) или (I.15).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025\%$.

1.2 МФ используется.

1.2.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

1.2.1.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (I.18)$$

где MF - значение метер-фактора по показаниям контроллера;
 MF_P - расчетное значение метер-фактора, вычисленное по формуле:

$$MF_P = \frac{V_0 \cdot C_{TSP} \cdot C_{PSP} \cdot C_{TLP} \cdot C_{PLP}}{N \cdot C_{TLM} \cdot C_{PLM}} \cdot K_0 \quad (I.19)$$

или

$$MF_P = \frac{V_0 \cdot C_{TSP} \cdot C_{PSP} \cdot \rho_{ПУ}}{N \cdot \rho_{ПР}} \cdot K_0 \quad (I.20)$$

Если плотномер ПУ нет, то:

$$MF_P = \frac{V_0 \cdot C_{TSP} \cdot C_{PSP}}{N} \cdot K_0 \quad (I.21)$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025$ %.

1.2.1.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta'_{MF}{}^2 + \delta_{КА}{}^2} \quad (I.22)$$

где

$$\delta'_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (I.23)$$

где MF_P определяют по формуле (I.20) или (I.21);

$\delta_{КА}$ определяют по формуле (I.14) или (I.15).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025$ %.

1.2.1.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta''_{MF}{}^2 + \delta_{КА}{}^2} \quad (I.24)$$

где

$$\delta''_{MF} = \delta'_{MF} + \delta'_{\rho_{ПР}} + \delta'_{\rho_{ПУ}} \quad (I.25)$$

δ'_{MF} определяют по формуле (I.23).

$\delta'_{\rho_{\text{ПР}}}$ и $\delta'_{\rho_{\text{ПУ}}}$ определяют по формуле (7).

Если плотномера ПУ нет, то в формуле (I.25) $\delta'_{\rho_{\text{ПУ}}} = 0$.

$\delta_{\text{КА}}$ определяется по формуле (I.14) или (I.15).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025\%$.

Ж. Конфигурация ИВК: алгоритм вычисления API MPMS 11.1 (2007), тип ПУ – ТПУ (КП) одно- и двунаправленная, тип ПР – массовый.

Ж.1 MF не используется.

Ж.1.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

Ж.1.1.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяется по формуле:

$$\delta_K = \frac{K - K_P}{K_P} \cdot 100 \quad (\text{J.1})$$

где K - коэффициент преобразования по показаниям контроллера;

K_P - расчетное значение коэффициента преобразования, вычисленное по формуле:

$$K_P = \frac{N}{V_0 \cdot C_{\text{TSP}} \cdot C_{\text{PSP}} \cdot \rho_{\text{ПУ}}} \quad (\text{J.2})$$

где C_{TSP} - поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на вместимость калиброванного участка ПУ, вычисленный по формуле:

$$C_{\text{TSP}} = 1 + (t_{\text{ПУ}} - t_0) \cdot \gamma \quad (\text{J.3})$$

$t_{\text{ПУ}}$ – температура в ПУ, °С;

t_0 – стандартная температура, °С;

γ – кубический коэффициент расширения материала стенок ТПУ, 1/°С.

Для компакт-прувера:

$$C_{\text{TSP}} = [1 + (t_{\text{ПУ}} - t_0) \cdot \gamma] \cdot [1 + (t_{\text{инвар}} - t_0) \cdot \gamma_{\text{инвар}}] \quad (\text{J.4})$$

$t_{\text{инвар}}$ - температура инварового стержня, °С;

$\gamma_{\text{инвар}}$ - линейный коэффициент расширения инварового стержня, 1/°С.

$$C_{\text{PSP}} = 1 + \frac{(P_{\text{ПУ}} - P_0) \cdot D}{E \cdot S} \quad (\text{J.5})$$

$P_{\text{ПУ}}$ - давление в ПУ, бар (кПа, кгс/см²);

P_0 - стандартное давление, бар (кПа, кгс/см²);

D - внутренний диаметр калиброванного участка ТПУ, мм;

E - модуль упругости материала калиброванного участка ТПУ, бар (кПа, кгс/см²);

S - толщина стенок калиброванного участка ТПУ, мм;
 $\rho_{\text{ПУ}}$ - плотность по периоду частотного сигнала (задается от УПВА-Т) и температуре и давлению в плотномере ПУ.

Если нет плотномера ПУ, то

$$\rho_{\text{ПУ}} = \rho_{\text{ПР}} \cdot \frac{C_{\text{TLP}} \cdot C_{\text{PLP}}}{C_{\text{TLM}} \cdot C_{\text{PLM}}} \quad (\text{J.6})$$

Если условия в ПР и ПП разные, то:

$$\rho_{\text{ПР}} = \rho_{\text{ПП}} \cdot \frac{C_{\text{TLM}} \cdot C_{\text{PLM}}}{C_{\text{TLD}} \cdot C_{\text{PLD}}} \quad (\text{J.7})$$

или

$$\rho_{\text{ПУ}} = \rho_{\text{ПП}} \cdot \frac{C_{\text{TLP}} \cdot C_{\text{PLP}}}{C_{\text{TLD}} \cdot C_{\text{PLD}}} \quad (\text{J.8})$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025$ %.

Ж.1.1.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяется по формуле:

$$\delta_K = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_K'^2 + \delta_{\text{КА}}^2} \quad (\text{J.9})$$

где

$$\delta_K' = \frac{K - K_P}{K_P} \cdot 100 \quad (\text{J.10})$$

K_P определяют по формуле (J.2);

Если нет плотномера ПУ:

$$\delta_{\text{КА}} = \sqrt{k_t^2 \cdot [(\Delta t_{\text{ПП}})^2 + (\Delta t_{\text{ПУВх}})^2 + (\Delta t_{\text{ПУВых}})^2] + k_p^2 \cdot [(\Delta P_{\text{ПП}})^2 + (\Delta P_{\text{ПУВх}})^2 + (\Delta P_{\text{ПУВых}})^2]} \quad (\text{J.11})$$

Здесь ПП – преобразователь плотности ПР.

Если есть плотномер ПУ:

$$\delta_{\text{КА}} = \sqrt{k_{\rho t}^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПП}})^2 + k_t^2 \cdot [(\Delta t_{\text{ПУВх}})^2 + (\Delta t_{\text{ПУВых}})^2] + k_{\rho p}^2 \cdot (\Delta P_{\text{ПП}})^2 + k_p^2 \cdot [(\Delta P_{\text{ПУВх}})^2 + (\Delta P_{\text{ПУВых}})^2]} \quad (\text{J.12})$$

Здесь ПП – преобразователь плотности ПУ.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025$ %.

Ж.1.1.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяется по формуле:

$$\delta_K = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_K'^2 + \delta_{\text{КА}}^2} \quad (\text{J.13})$$

где

$$\delta_K'^2 = \delta_K' + \delta_\rho' \quad (J.14)$$

δ_K' определяется по формуле (J.10);

δ_ρ' определяется по формуле (7) для ПП ПУ, если он есть; если ПП ПУ нет – для ПП и ПР.

δ_{KA} определяется по формуле (J.11) или (J.12).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025$ %.

J.2 MF используется.

J.2.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **метр-фактора** δ_{MF} определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

J.2.1.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **метр-фактора** δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (J.15)$$

где MF - значение **метр-фактора** по показаниям контроллера;

MF_P - расчетное значение **метр-фактора**, вычисленное по формуле:

$$MF_P = \frac{V_0 \cdot C_{TSP} \cdot C_{PSP} \cdot \rho_{пу}}{N} \cdot K_0 \quad (J.16)$$

C_{TSP}, C_{PSP} определяются по формулам (J.3 или J.4), (J.5);

$\rho_{пу}$ - плотность по периоду частотного сигнала (задается от УПВА-Т) и температуре и давлению в плотномере ПУ.

Если нет плотномера ТПУ, $\rho_{пу}$ определяется по формуле (J.8).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025$ %.

J.2.1.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение **метр-фактора** δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}'^2 + \delta_{KA}'^2} \quad (J.17)$$

где

$$\delta_{MF}' = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (J.18)$$

MF_P определяют по формуле (J.16);

δ_{KA}' - определяют по формуле (J.11) или (J.12).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025$ %.

J.2.1.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}'^2 + \delta_{KA}^2} \quad (J.19)$$

где

$$\delta_{MF}'' = \delta_{MF}' + \delta_{\rho}' \quad (J.20)$$

δ_{MF}' определяется по формуле (J.18);

δ_{ρ}' определяется по формуле (7) для ПП ПУ, если он есть; если ПП ПУ нет – для ПП ПР.

δ_{KA} определяется по формуле (J.11) или (J.12).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025\%$.

К. Конфигурация ИВК: алгоритм вычисления API MPMS 11.1 (1980), тип ПУ – ТПУ (КП) одно- и двунаправленная, тип ПР – массовый.

К.1 MF не используется.

К.1.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

К.1.1.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяется по формуле:

$$\delta_K = \frac{K - K_P}{K_P} \cdot 100 \quad (K.1)$$

где K - коэффициент преобразования по показаниям контроллера;

K_P - расчетное значение коэффициента преобразования, вычисленное по формуле:

$$K_P = \frac{N}{V_0 \cdot C_{TSP} \cdot C_{PSP} \cdot \rho_{(ПП)ПУ}} \quad (K.2)$$

C_{TSP}, C_{PSP} определяются по формулам (J.3 или J.4), (J.5);

$\rho_{(ПП)ПУ}$ - плотность, рассчитанная по периоду частотного сигнала при температуре и давлении в плотномере ПУ.

Если нет плотномера ПУ, то плотность вычисляется по формуле:

$$\rho_{(ПП)ПУ} = \rho_{(ПП)ПР} \cdot \frac{C_{TLP} \cdot C_{PLP}}{C_{TLM} \cdot C_{PLM}} \quad (K.3)$$

В формуле (K.3) коэффициенты $C_{TLP}, C_{PLP}, C_{TLM}, C_{PLM}$ рассчитываются при значении плотности при н.у., указанном в свойствах продукта.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025\%$.

К.1.1.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффи-

циента преобразования δ_K определяется по формуле:

$$\delta_K = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_K'^2 + \delta_{KA}^2} \quad (\text{К. 4})$$

где δ_K' определяют по формуле:

$$\delta_K' = \frac{K - K_P}{K_P} \cdot 100 \quad (\text{К. 5})$$

K_P определяют по формуле (К.2);

δ_{KA} определяют по формуле:

$$\delta_{KA} = \sqrt{k_{\rho t}^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПП(ПУ)}})^2 + k_{\rho P}^2 \cdot (\Delta P_{\text{ПП(ПУ)}})^2} \quad (\text{К. 6})$$

Если нет плотномера ПУ:

$$\delta_{KA} = \sqrt{k_{\rho t}^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПП(ПР)}})^2 + k_t^2 \cdot [(\Delta t_{\text{ПР}})^2 + (\Delta t_{\text{ПУВх}})^2 + (\Delta t_{\text{ПУВых}})^2] + k_{\rho P}^2 \cdot [(\Delta P_{\text{ПП(ПР)}})^2 + k_p^2 \cdot [(\Delta P_{\text{ПР}})^2 + (\Delta P_{\text{ПУВх}})^2 + (\Delta P_{\text{ПУВых}})^2]} \quad (\text{К. 7})$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025$ %.

К.1.1.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяется по формуле:

$$\delta_K = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_K''^2 + \delta_{KA}^2} \quad (\text{К. 8})$$

где δ_K'' определяют по формуле:

$$\delta_K'' = \delta_K' + \delta_\rho' \quad (\text{К. 9})$$

δ_K' определяется по формуле (К.5).

δ_ρ' определяется по формуле (7) для ПП ПУ, если он есть; если ПП ПУ нет – для ПП ПР.

δ_{KA} определяется по формуле (К.6) или (К.7).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025$ %.

К.2 МГ используется.

К.2.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **метр-фактора** δ_{MF} определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

К.2.1.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метр-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (\text{К.10})$$

где MF - значение метер-фактора по показаниям контроллера;
 MF_P - расчетное значение метер-фактора, вычисленное по формуле:

$$MF_P = \frac{V_0 \cdot C_{TSP} \cdot C_{PSP} \cdot \rho_{\text{ПУ}}}{N} \cdot K_0 \quad (\text{К.11})$$

C_{TSP}, C_{PSP} определяются по формулам (J.3 или J.4), (J.5);
 $\rho_{\text{ПУ}}$ - плотность по периоду частотного сигнала (задается от УПВА-Т) и температуре и давлению в плотномере ПУ.

Если нет плотномера ТПУ, $\rho_{\text{ПУ}}$ определяется по формуле (К.3).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025\%$.

К.2.1.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}'^2 + \delta_{KA}^2} \quad (\text{К.12})$$

где

$$\delta_{MF}' = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (\text{К.13})$$

MF_P определяют по формуле (К.11);

δ_{KA} определяют по формуле (К.6) или (К.7).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025\%$.

К.2.1.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}''^2 + \delta_{KA}^2} \quad (\text{К.14})$$

где

$$\delta_{MF}'' = \delta_{MF}' + \delta_{\rho}' \quad (\text{К.15})$$

δ_{MF}' определяют по формуле (К.13).

δ_{ρ}' определяют по формуле (7) для ПП ПУ, если он есть; если ПП ПУ нет – для ПП ПР.

δ_{KA} определяется по формуле (К.6) или (К.7).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025\%$.

L. Конфигурация ИВК: алгоритм вычисления Mass Calculation, тип ПУ –ТПУ (КП) одно- и двунаправленная, тип ПР – массовый.

L.1 MF не используется.

L.1.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

L.1.1.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяется по формуле:

$$\delta_K = \frac{K - K_P}{K_P} \cdot 100 \quad (L.1)$$

где K - коэффициент преобразования по показаниям контроллера;

K_P - расчетное значение коэффициента преобразования, вычисленное по формуле:

$$K_P = \frac{N}{V_0 \cdot C_{TSP} \cdot C_{PSP} \cdot \rho_{(пп)пу}} \quad (L.2)$$

C_{TSP} , C_{PSP} определяются по формулам (J.3 или J.4), (J.5);

$\rho_{(пп)пу}$ - плотность, рассчитанная по периоду частотного сигнала при температуре и давлении в плотномере ПУ.

Если нет плотномера ПУ, то:

$$\rho_{(пп)пу} = \rho_{(пп)пр} \quad (L.3)$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025$ %.

L.1.1.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяется по формуле:

$$\delta_K = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_K'^2 + \delta_{КА}^2} \quad (L.4)$$

где

$$\delta_K' = \frac{K - K_P}{K_P} \cdot 100 \quad (L.5)$$

K_P определяют по формуле (L.2).

$$\delta_{КА} = \sqrt{k_{\rho t}^2 \cdot (\Delta t_{пп(пу)})^2 + k_{\rho P}^2 \cdot (\Delta P_{пп(пу)})^2} \quad (L.6)$$

Если нет плотномера ПУ:

$$\delta_{КА} = \sqrt{k_{\rho t}^2 \cdot (\Delta t_{пп(пр)})^2 + k_{\rho P}^2 \cdot (\Delta P_{пп(пр)})^2} \quad (L.7)$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025$ %.

L.1.1.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение коэффициента преобразования δ_K определяется по формуле:

$$\delta_K = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_K'^2 + \delta_{KA}^2} \quad (L. 8)$$

где

$$\delta_K'' = \delta_K' + \delta_\rho' \quad (L. 9)$$

δ_K' определяется по формуле (L.5).

δ_ρ' определяется по формуле (7) для ПП ПУ, если он есть; если ПП ПУ нет – для ПП ПР.

δ_{KA} определяется по формуле (L.6) или (L.7).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025 \%$.

L.2 MF используется.

L.2.1 Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **метр-фактора** δ_{MF} определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

L.2.1.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метр-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (L. 10)$$

где MF - значение метр-фактора по показаниям контроллера;

MF_P - расчетное значение метр-фактора, вычисленное по формуле:

$$MF_P = \frac{V_0 \cdot C_{TSP} \cdot C_{PSP} \cdot \rho_{(ПП)ПУ}}{N} \cdot K_0 \quad (L. 11)$$

C_{TSP}, C_{PSP} определяются по формулам (J.3 или J.4), (J.5);

$\rho_{(ПП)ПУ}$ - плотность, рассчитанная по периоду частотного сигнала при температуре и давлении в плотномере ПУ.

Если нет плотномера ПУ, то:

$$\rho_{(ПП)ПУ} = \rho_{(ПП)ПР} \quad (L. 12)$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025 \%$.

L.2.1.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метр-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}'^2 + \delta_{KA}^2} \quad (L. 13)$$

где

$$\delta'_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (L.14)$$

MF_P определяется по формуле (L.11);

δ_{KA} определяется по формуле (L.6) или (L.7).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025$ %.

L.2.1.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}^{\prime\prime 2} + \delta_{KA}^2} \quad (L.15)$$

где

$$\delta_{MF}^{\prime\prime} = \delta'_{MF} + \delta'_\rho \quad (L.16)$$

δ'_{MF} определяется по формуле (L.14);

δ'_ρ определяется по формуле (7) для ПП ПУ, если он есть; если ПП ПУ нет – для ПП ПР.

δ_{KA} определяется по формуле (L.6) или (L.7).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_K не превышают $\pm 0,025$ %.

М. Конфигурация ИВК: тип рабочего ПР – объемный, тип образцового ПР – объемный.

М.1 Алгоритм вычисления API MPMS 11.1 (2007).

Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

М.1.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (M.1)$$

где MF - значение метер-фактора по показаниям контроллера;

MF_P - расчетное значение метер-фактора, вычисленное по формуле:

$$MF_P = \frac{K_{ПП}}{K_P} \quad (M.2)$$

где $K_{ПП}$ – установленное значение коэффициента преобразования поверяемого ПР, имп/м³;

K_P - расчетное значение коэффициента преобразования поверяемого ПР, вычисленное по формуле, имп/м³:

$$K_P = \frac{f_{ПП} \cdot C_{TLM} \cdot C_{PLM}}{f_0 \cdot C_{TLP} \cdot C_{PLP}} \cdot \frac{K_0}{MF_0} \quad (M.3)$$

где $f_{\text{ПР}}, f_0$ - установленные частоты от УПВА-Т, Гц;
 K_0 - установленное значение коэффициента преобразования образцового ПР, имп/м³;
 MF_0 - установленное значение метер-фактора образцового ПР.

Следовательно, формула вычисления для MF_P принимает вид:

$$MF_P = \frac{f_0 \cdot C_{TLP} \cdot C_{PLP}}{f_{\text{ПР}} \cdot C_{TLM} \cdot C_{PLM}} \cdot \frac{K_{\text{ПР}}}{K_0} \cdot MF_0 \quad (\text{М. 4})$$

При расчете $C_{TLM}, C_{PLM}, C_{TLP}, C_{PLP}$ используется значение плотности по ПП рабочего ПР.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025\%$.

М.1.2 Схема поверки 2 и схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta'_{MF}{}^2 + \delta_{\text{КА}}{}^2} \quad (\text{М. 5})$$

где

$$\delta'_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (\text{М. 6})$$

MF_P определяют по формуле (М.4).

$$\delta_{\text{КА}} = \sqrt{k_t^2 \cdot [(\Delta t_{\text{ПР}})^2 + (\Delta t_0)^2] + k_p^2 \cdot [(\Delta P_{\text{ПР}})^2 + (\Delta P_0)^2]} \quad (\text{М. 7})$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025\%$.

М.2 Алгоритм вычисления API MPMS 11.1 (1980).

Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

М.2.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле (М.1).

При расчете $C_{TLM}, C_{PLM}, C_{TLP}, C_{PLP}$ используется значение плотности продукта при н.у., указанное в свойствах продукта.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025\%$.

М.2.2 Схема поверки 2 и схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле (М.5).

При расчете $C_{TLM}, C_{PLM}, C_{TLP}, C_{PLP}$ используется значение плотности продукта при н.у., указанное в свойствах продукта.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025\%$.

М.3 Алгоритм вычисления Mass Calculation.

Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **метр-фактора** δ_{MF} определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

М.3.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (\text{М. 8})$$

где

$$MF_P = \frac{f_0 \cdot \rho_{\text{ПП(ПУ)}}}{f_{\text{ПР}} \cdot \rho_{\text{ПП(ПР)}}} \cdot \frac{K_{\text{ПР}}}{K_0} \cdot MF_0 \quad (\text{М. 9})$$

Если нет плотномер ПУ, то $\rho_{\text{ПП(ПУ)}} = \rho_{\text{ПП(ПР)}}$.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025\%$.

М.3.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}'^2 + \delta_{КА}^2} \quad (\text{М. 10})$$

где

$$\delta_{MF}' = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (\text{М. 11})$$

MF_P определяют по формуле (М.9).

$$\delta_{КА} = \sqrt{k_{\rho t}^2 \cdot [(\Delta t_{\text{ПП(ПР)}})^2 + (\Delta t_{\text{ПП(ПУ)}})^2] + k_{\rho P}^2 \cdot [(\Delta P_{\text{ПП(ПР)}})^2 + (\Delta P_{\text{ПП(ПУ)}})^2]} \quad (\text{М. 12})$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025\%$.

М.3.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}'^2 + \delta_{КА}^2} \quad (\text{М. 13})$$

где

$$\delta_{MF}'' = \delta_{MF}' + \delta_{\rho(\text{ПР})}' + \delta_{\rho(\text{ПУ})}' \quad (\text{M.14})$$

δ_{MF}' определяют по формуле (M.11);

$\delta_{\rho(\text{ПР})}'$ определяют по формуле (7) для ПП ПР;

$\delta_{\rho(\text{ПУ})}'$ определяют по формуле (7) для ПП ПУ;

δ_{KA} определяют по формуле (M.12).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025$ %.

N. Конфигурация ИВК: тип рабочего ПР – массовый, тип образцового ПР – объемный.

N.1 Алгоритм вычисления API MPMS 11.1 (2007).

Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

N.1.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (\text{N.1})$$

где

$$MF_P = \frac{K_{\text{ПР}}}{K_P} \quad (\text{N.2})$$

$K_{\text{ПР}}$ – установленное значение коэффициента преобразования поверяемого ПР, имп/кг.

K_P - расчетное значение коэффициента преобразования поверяемого ПР, вычисленное по формуле, имп/кг:

$$K_P = \frac{f_{\text{ПР}}}{f_0 \cdot \rho_{\text{ПРО}}} \cdot \frac{K_0}{MF_0} \quad (\text{N.3})$$

Следовательно, формула вычисления MF_P принимает вид:

$$MF_P = \frac{f_0 \cdot \rho_{\text{ПРО}}}{f_{\text{ПР}}} \cdot \frac{K_{\text{ПР}}}{K_0} \cdot MF_0 \quad (\text{N.4})$$

K_0 (имп/м³), MF_0 - установленные значения для образцового ПР;

$\rho_{\text{ПРО}}$ - плотность жидкости по ПП ПУ, приведенная к условиям образцового ПР, кг/м³:

$$\rho_{\text{ПРО}} = \rho_{\text{ПП (ПУ)}} \cdot \frac{C_{TL \text{ ПРО}} \cdot C_{PL \text{ ПРО}}}{C_{TL \text{ ПП(ПУ)}} \cdot C_{PL \text{ ПП(ПУ)}}} \quad (\text{N.5})$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025$ %.

Н.1.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}'^2 + \delta_{КА}^2} \quad (\text{N. 6})$$

где

$$\delta_{MF}' = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (\text{N. 7})$$

MF_P определяют по формуле (N.4).

$$\delta_{КА} = \sqrt{(k_{\rho t} + k_t)^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПП(ПУ)}})^2 + k_t^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПРО}})^2 + (k_{\rho P} + k_P)^2 \cdot (\Delta P_{\text{ПП(ПУ)}})^2 + k_P^2 \cdot (\Delta P_{\text{ПРО}})^2} \quad (\text{N. 8})$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025$ %.

Н.1.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}''^2 + \delta_{КА}^2} \quad (\text{N. 9})$$

где

$$\delta_{MF}'' = \delta_{MF}' + \delta_{\rho(\text{ПУ})}' \quad (\text{N. 10})$$

δ_{MF}' определяют по формуле (N.7);

$\delta_{\rho(\text{ПУ})}'$ определяют по формуле (7) для ПП ПУ;

$\delta_{КА}$ определяют по формуле (N.8).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025$ %.

Н.2 Алгоритм вычисления API MPMS 11.1 (1980).

Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

Н.2.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (\text{N. 11})$$

где

$$MF_P = \frac{f_0 \cdot \rho_{\text{ПРО}}}{f_{\text{ПР}}} \cdot \frac{K_{\text{ПР}}}{K_0} \cdot MF_0 \quad (\text{N. 12})$$

K_0 (имп/м³), MF_0 - установленные значения для образцового ПР;

$\rho_{\text{ПРО}}$ - плотность жидкости, приведенная к условиям образцового ПР от плотности при нормальных условиях, указанной в свойствах продукта, кг/м³:

$$\rho_{\text{ПРО}} = \rho_{\text{НУ}} \cdot C_{TL \text{ ПРО}} \cdot C_{PL \text{ ПРО}} \quad (\text{N.13})$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025$ %.

N.2.2 Схема поверки 2 и схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta'_{MF}{}^2 + \delta_{KA}{}^2} \quad (\text{N.14})$$

где

$$\delta'_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (\text{N.15})$$

MF_P определяют по формуле (N.12).

$$\delta_{KA} = \sqrt{k_t^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПРО}})^2 + k_P^2 \cdot (\Delta P_{\text{ПРО}})^2} \quad (\text{N.16})$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025$ %.

N.3 Алгоритм вычисления Mass Calculation.

Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

N.3.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (\text{N.17})$$

где

$$MF_P = \frac{f_0 \cdot \rho_{\text{ПП(ПУ)}}}{f_{\text{ПР}}} \cdot \frac{K_{\text{ПР}}}{K_0} \cdot MF_0 \quad (\text{N.18})$$

K_0 (имп/м³), MF_0 - установленные значения для образцового ПР;

$\rho_{\text{ПП(ПУ)}}$ - плотность жидкости по ПП ПУ, кг/м³.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025$ %.

Н.3.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta'_{MF}{}^2 + \delta_{KA}{}^2} \quad (\text{N.19})$$

где

$$\delta'_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (\text{N.20})$$

MF_P определяют по формуле (N.18).

$$\delta_{KA} = \sqrt{k_{\rho t}{}^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПП(ПУ)}})^2 + k_{\rho P}{}^2 \cdot (\Delta P_{\text{ПП(ПУ)}})^2} \quad (\text{N.21})$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025\%$.

Н.3.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta''_{MF}{}^2 + \delta_{KA}{}^2} \quad (\text{N.22})$$

где

$$\delta''_{MF} = \delta'_{MF} + \delta'_{\rho(\text{ПУ})} \quad (\text{N.23})$$

δ'_{MF} определяют по формуле (N.20);

$\delta'_{\rho(\text{ПУ})}$ определяют по формуле (7) для ПП ПУ;

δ_{KA} определяют по формуле (N.21).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025\%$.

О. Конфигурация ИВК: тип рабочего ПР – объемный, тип образцового ПР – массовый.

О.1 Алгоритм вычисления API MPMS 11.1 (2007).

Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

О.1.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (\text{O.1})$$

где

$$MF_P = \frac{K_{\text{ПП}}}{K_P} \quad (\text{O.2})$$

$K_{\text{ПР}}$ – установленное значение коэффициента преобразования поверяемого ПР, имп/м³.

K_P - расчетное значение коэффициента преобразования поверяемого ПР, вычисленное по формуле, имп/м³:

$$K_P = \frac{f_{\text{ПР}} \cdot \rho_{\text{ПР}}}{f_0} \cdot \frac{K_0}{MF_0} \quad (0.3)$$

Следовательно, формула вычисления MF_P принимает вид:

$$MF_P = \frac{f_0}{f_{\text{ПР}} \cdot \rho_{\text{ПР}}} \cdot \frac{K_{\text{ПР}}}{K_0} \cdot MF_0 \quad (0.4)$$

K_0 (имп/кг), MF_0 - установленные значения для образцового ПР;

$\rho_{\text{ПР}}$ - плотность жидкости, приведенная к условиям рабочего ПР от плотности по ПП ПУ, кг/м³:

$$\rho_{\text{ПР}} = \rho_{\text{ПП (ПУ)}} \cdot \frac{C_{TL \text{ ПР}} \cdot C_{PL \text{ ПР}}}{C_{TL \text{ ПП(ПУ)}} \cdot C_{PL \text{ ПП(ПУ)}}} \quad (0.5)$$

Следовательно, формула вычисления MF_P принимает вид:

$$MF_P = \frac{f_0}{f_{\text{ПР}} \cdot \rho_{\text{ПП (ПУ)}}} \cdot \frac{C_{TL \text{ ПП(ПУ)}} \cdot C_{PL \text{ ПП(ПУ)}}}{C_{TL \text{ ПР}} \cdot C_{PL \text{ ПР}}} \cdot \frac{K_{\text{ПР}}}{K_0} \cdot MF_0 \quad (0.6)$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025$ %.

0.1.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}'^2 + \delta_{KA}^2} \quad (0.7)$$

где

$$\delta_{MF}' = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (0.8)$$

MF_P определяют по формуле (0.6).

$$\delta_{KA} = \sqrt{(k_{pt} + k_t)^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПП(ПУ)}})^2 + k_t^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПР}})^2 + (k_{pP} + k_P)^2 \cdot (\Delta P_{\text{ПП(ПУ)}})^2 + k_P^2 \cdot (\Delta P_{\text{ПР}})^2} \quad (0.9)$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025$ %.

0.1.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}'^2 + \delta_{KA}^2} \quad (0.10)$$

где

$$\delta_{MF}' = \delta_{MF}' + \delta_{\rho(ПУ)}' \quad (0.11)$$

δ_{MF}' определяют по формуле (0.8);

$\delta_{\rho(ПУ)}'$ определяют по формуле (7) для ПП ПУ;

δ_{KA} определяют по формуле (0.9).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025\%$.

0.2 Алгоритм вычисления API MPMS 11.1 (1980).

Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение **метер-фактора** δ_{MF} определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

0.2.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (0.12)$$

где

$$MF_P = \frac{f_0}{f_{ПР} \cdot \rho_{ПП(ПУ)}} \cdot \frac{C_{TL\text{ ПР}0} \cdot C_{PL\text{ ПР}0}}{C_{TL\text{ ПР}} \cdot C_{PL\text{ ПР}}} \cdot \frac{K_{ПР}}{K_0} \cdot MF_0 \quad (0.13)$$

При расчете $C_{TL\text{ ПР}0}$, $C_{PL\text{ ПР}0}$, $C_{TL\text{ ПР}}$, $C_{PL\text{ ПР}}$ используется значение плотности продукта при н.у., указанное в свойствах продукта.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025\%$.

0.2.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}'^2 + \delta_{KA}^2} \quad (0.14)$$

где

$$\delta_{MF}' = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (0.15)$$

MF_P определяют по формуле (0.13).

$$\delta_{KA} = \sqrt{k_{\rho t}^2 \cdot (\Delta t_{ПП(ПУ)})^2 + k_t^2 \cdot [(\Delta t_{ПР})^2 + (\Delta t_{ПР0})^2] + k_{\rho p}^2 \cdot (\Delta P_{ПП(ПУ)})^2 + k_p^2 \cdot [(\Delta P_{ПР})^2 + (\Delta P_{ПР0})^2]} \quad (0.16)$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025\%$.

О.2.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}'^2 + \delta_{KA}^2} \quad (0.17)$$

где

$$\delta_{MF}' = \delta_{MF}' + \delta_{\rho(ПУ)}' \quad (0.18)$$

δ_{MF}' определяют по формуле (О.15);

$\delta_{\rho(ПУ)}'$ определяют по формуле (7) для ПП ПУ;

δ_{KA} определяют по формуле (О.16).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025$ %.

О.3 Алгоритм вычисления Mass Calculation.

Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

О.3.1 Схема поверки 1.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (0.19)$$

где:

$$MF_P = \frac{f_0}{f_{\text{ПР}} \cdot \rho_{\text{ПП(ПР)}}} \cdot \frac{K_{\text{ПР}}}{K_0} \cdot MF_0 \quad (0.20)$$

$K_{\text{ПР}}$ (имп/м³) – установленное значение для рабочего ПР;

K_0 (имп/кг), MF_0 - установленные значения для образцового ПР;

$\rho_{\text{ПП(ПР)}}$ - плотность жидкости по ПП ПР, кг/м³.

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025$ %.

О.3.2 Схема поверки 2.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}'^2 + \delta_{KA}^2} \quad (0.21)$$

где

$$\delta_{MF}' = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (0.22)$$

MF_P определяют по формуле (О.20).

$$\delta_{KA} = \sqrt{k_{\rho t}^2 \cdot (\Delta t_{\text{ПП(ПР)}})^2 + k_{\rho P}^2 \cdot (\Delta P_{\text{ПП(ПР)}})^2} \quad (0.23)$$

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025\%$.

О.3.3 Схема поверки 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MF}'^2 + \delta_{КА}^2} \quad (O.24)$$

где

$$\delta_{MF}'' = \delta_{MF}' + \delta_{\rho(ПР)}' \quad (O.25)$$

δ_{MF}' определяют по формуле (O.22);

$\delta_{\rho(ПР)}'$ определяют по формуле (7) для ПП ПР;

$\delta_{КА}$ определяют по формуле (O.23).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения δ_{MF} не превышают $\pm 0,025\%$.

Р. Конфигурация ИВК: тип рабочего ПР – массовый, тип образцового ПР – массовый.

Р.1 API MPMS 11.1 (2007), API MPMS 11.1 (1980), Mass Calculation.

Относительную погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяют в зависимости от выбранной схемы поверки.

Р.1.1 Схемы поверки 1, 2, 3.

Относительная погрешность преобразований входных сигналов в значение метер-фактора δ_{MF} определяется по формуле:

$$\delta_{MF} = \frac{MF - MF_P}{MF_P} \cdot 100 \quad (P.1)$$

где

$$MF_P = \frac{K_{ПР}}{K_P} \quad (P.2)$$

$K_{ПР}$ – установленное значение коэффициента преобразования поверяемого ПР, имп/кг;

K_P – расчетное значение коэффициента преобразования поверяемого ПР, вычисленное по формуле, имп/кг:

$$K_P = \frac{f_{ПР}}{f_0} \cdot \frac{K_0}{MF_0} \quad (P.3)$$

Следовательно, формула вычисления MF_P принимает вид:

$$MF_P = \frac{f_0}{f_{ПР}} \cdot \frac{K_{ПР}}{K_0} \cdot MF_0 \quad (P.4)$$

K_0 (имп/кг), MF_0 – установленные значения для образцового ПР.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Сведения о результатах поверки контроллера в целях подтверждения поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

10.2 По заявлению владельца контроллера положительные результаты поверки (когда контроллер подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением знака поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и на корпус контроллера.

10.3 По заявлению владельца контроллера отрицательные результаты поверки (когда контроллер не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

10.4 Протоколы поверки оформляются по форме, приведенной в Приложениях В, Г, Д.

Технический директор ООО «ИЦРМ»

М. С. Казаков

Инженер I категории ООО «ИЦРМ»

М. М. Хасанова

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Вычисление поправочных коэффициентов на объем продукта

А.1 Поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный при температуре продукта в ПР, вычисляются по формуле:

$$VCF = \exp\{-\alpha_{tr} \cdot (t_{ПР} - t_r) \cdot \{1 + [0,8 \cdot \alpha_{tr} \cdot (t_{ПР} - t_r)]\}\} \quad (A.1)$$

где $t_{ПР}$ – температуры нефти в ПР, °С;

$$\alpha_{tr} = \frac{K_0 + K_1 \cdot \rho_{tr}}{(\rho_{tr})^2} + K_2 \quad (A.2)$$

ρ_{tr} – плотность нефти при стандартной температуре и избыточном давлении, равном нулю, кг/м³.
Коэффициенты K_0, K_1, K_2 определяются по таблицам А.1 и А.2.

Таблица А.1

Продукт	Группы продуктов							
	Диапазон плотности (60° F)		K0		K1		K2	
	кг/м ³	API	C	F	C	F	C	F
Нефть	610.6 – 1163.5	100 – –10	613.9723	341.0957	0	0	0	0
Очищенные нефтепродукты								
Нефтяное топливо	838.3127 – 1163.500	37 – –10	186.9696	103.8720	0.48618	0.27010	0	0
Топливо для реакт. дв-лей	787.5195 – 838.3127	48 – 37	594.5418	330.3010	0	0	0	0
Переходная зона	770.3520 – 787.5195	52 – 48	2680.3206	1489.0670	0	0	-0.00336312	-0.00186840
Бензины	610.6000 – 770.3520	100 – 52	346.4228	192.4571	0.4388	0.2438	0	0
Смазочные масла	800.9 – 1163.5	45 – –10	0	0	0.62780	0.34878	0	0

Таблица А.2

Commodity Groups								
Product	Density Range (60° F)		K0		K1		K2	
	kg/m3	API	C	F	C	F	C	F
Crude Oil	610.6 – 1163.5	100 – -10	613.9723	341.0957	0	0	0	0
Refined Products								
Fuel Oils	838.3127 – 1163.500	37 – -10	186.9696	103.8720	0.48618	0.27010	0	0
Jet Fuels	787.5195 – 838.3127	48 – 37	594.5418	330.3010	0	0	0	0
Transition Zone	770.3520 – 787.5195	52 – 48	2680.3206	1489.0670	0	0	-0.00336312	-0.00186840
Gasolines	610.6000 – 770.3520	100 – 52	346.4228	192.4571	0.4388	0.2438	0	0
Lubricating Oils	800.9 – 1163.5	45 – -10	0	0	0.62780	0.34878	0	0

А.2 Поправочный коэффициент, учитывающий влияние давления на объем продукта, определенный при давлении и температуре продукта в ПР, вычисляются по формуле:

$$CPL_{\text{ПР}} = \frac{1}{1 - (P - P_{\text{НП}}) \cdot F} \quad (\text{А. 3})$$

где P - давление нефти в ПР (бар, кгс/см², кПа);

$P_{\text{НП}}$ - давление насыщенных паров нефти (бар, кгс/см², кПа);

F - коэффициент сжимаемости нефти при температуре нефти в ПР [1/бар, 1/(кгс/см²), 1/кПа], вычисляемый по формуле:

$$F = K \cdot \exp(-1,6208 + 0,00021592 \cdot t_{\text{ПР}} + \frac{0,87096 \cdot 10^6}{\rho_{15}^2} + \frac{4,2092 \cdot t_{\text{ПР}} \cdot 10^3}{\rho_{15}^2}) \quad (\text{А. 4})$$

$K = 10^{-4}$, если единица измерения давления – бар;

$K = 10^{-6}$, если единица измерения давления – кПа;

$K = 0,980665 \cdot 10^{-4}$, если единица измерения давления – кгс/см².

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1

		Коэффициент влияния температуры на VCF, % / °C														
		Плотность при 15°C, кг/м ³ / Плотность по API при 60°F														
		610.60	700.00	750.00	770.35	787.52	800.00	800.90	838.31	850.00	900.00	950.00	1000.00	1050.00	1100.00	1163.50
		100.0			52.0	48.0		45.0	37.0							-10.0
Температура	-10	0.16	0.12	0.11	0.11	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05
	0	0.16	0.12	0.11	0.11	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05
	10	0.16	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05
	20	0.17	0.13	0.11	0.12	0.10	0.10	0.08	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05
	30	0.17	0.13	0.11	0.12	0.10	0.10	0.08	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05
	40	0.18	0.13	0.11	0.12	0.10	0.10	0.08	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05
	50	0.18	0.13	0.12	0.12	0.10	0.10	0.08	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05
	60	0.18	0.14	0.12	0.12	0.10	0.10	0.08	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05
	70	0.19	0.14	0.12	0.13	0.10	0.10	0.08	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05
	80	0.19	0.14	0.12	0.13	0.11	0.11	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05
90	0.20	0.14	0.12	0.13	0.11	0.11	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	
100	0.20	0.15	0.13	0.13	0.11	0.11	0.09	0.09	0.10	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	

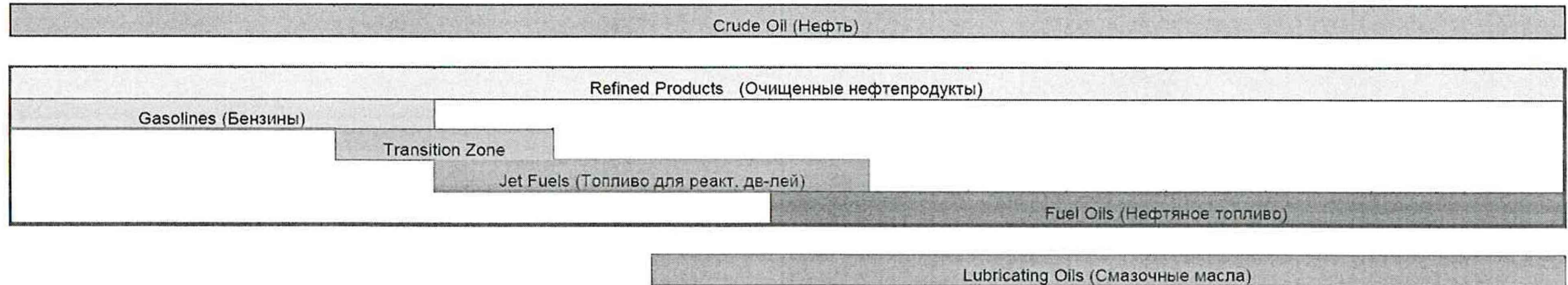


Таблица Б.2

		Коэффициент влияния давления на CPL, % / бар														
		Плотность при 15°С, кг/м ³ / Плотность по API при 60°F														
		610.60	700.00	750.00	770.35	787.52	800.00	800.90	838.31	850.00	900.00	950.00	1000.00	1050.00	1100.00	1163.50
		100.0			52.0	48.0		45.0	37.0							-10.0
Температура	-10	0.018	0.011	0.009	0.009	0.008	0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004
	0	0.020	0.012	0.009	0.009	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004
	10	0.023	0.013	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	0.007	0.006	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004
	15	0.026	0.014	0.011	0.010	0.009	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004
	20	0.029	0.015	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.008	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004
	30	0.033	0.017	0.013	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006	0.006	0.005	0.005	0.004
	40	0.037	0.018	0.014	0.012	0.012	0.011	0.011	0.009	0.009	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004
	50	0.041	0.020	0.015	0.013	0.012	0.012	0.012	0.010	0.010	0.008	0.007	0.006	0.006	0.005	0.005
	60	0.047	0.022	0.016	0.014	0.013	0.013	0.012	0.011	0.010	0.009	0.007	0.007	0.006	0.005	0.005
	70	0.053	0.024	0.017	0.016	0.014	0.013	0.013	0.011	0.011	0.009	0.008	0.007	0.006	0.006	0.005
80	0.060	0.026	0.019	0.017	0.015	0.014	0.014	0.012	0.011	0.010	0.008	0.007	0.006	0.006	0.005	
100	0.068	0.029	0.020	0.018	0.016	0.015	0.015	0.013	0.011	0.010	0.009	0.007	0.007	0.006	0.005	



ПРИЛОЖЕНИЕ В

(рекомендуемое)

Протокол поверки контроллера измерительно-вычислительного OMNI ____, зав. № _____

Таблица В.1 - Определение приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений входных аналоговых сигналов

Значение силы, напряжения постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току, задаваемое с УПВА-Т или калибратора	Значение силы, напряжения постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току, измеренное контроллером	Полученная приведенная (к диапазону измерений входных аналоговых сигналов) погрешность, %	Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений входных аналоговых сигналов) погрешности, %

Таблица В.2 - Определение приведенной (к диапазону физической величины) погрешности преобразований входных аналоговых сигналов в значения температуры, давления, объемной доли воды, вязкости

Значение силы, напряжения постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току, задаваемое с УПВА-Т или калибратора	Расчетное значение физической величины, соответствующее входным аналоговым сигналам	Значение величины, измеренное контроллером	Полученная приведенная (к диапазону физической величины) погрешность, %	Пределы допускаемой приведенной (к диапазону физической величины) погрешности, %	Абсолютная погрешность

Поверитель _____

(подпись)

(ФИО)

«__» _____ 20__ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Протокол поверки контроллера измерительно-вычислительного OMNI _____, зав. № _____ в режиме измерения объема, массы продукта

Алгоритм вычисления: _____ Продукт: нефть Тип ПР: объемный

Таблица Г.1

№ п/п	Установленные значения												
	ПР						ПП				Продукт		Влаг.
		f, Гц	N, имп	K,имп/м3	tпр,С	Pпр,бар	T,мкс	tпп,С	Pпп,бар	ρпп,кг/м3	ρну,кг/м3	tну,С	φ, %
1	1кан.												
	2кан.												
	Сумм.												
2	1кан.												
	2кан.												
	Сумм.												
3	1кан.												
	2кан.												
	Сумм.												

Продолжение таблицы Г.1

№ п/п	Расчетные значения									Фактические значения							
		ρпп,кг/м3	ρпр,кг/м3	VCF	Cp	V, м3	V _{ну} , м3	V _н , м3	M, т	V, м3	δ _V ,%	V _{ну} , м3	δ _{V_{ну}} ,%	V _н , м3	δ _{V_н} ,%	M, т	δ _M ,%
1	1кан.																
	2кан.																
	Сумм.																
2	1кан.																
	2кан.																
	Сумм.																
3	1кан.																
	2кан.																
	Сумм.																

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(рекомендуемое)

Протокол поверки контроллера измерительно-вычислительного OMNI ____, зав. № _____

Таблица Д.1 – Определение погрешности преобразования входных сигналов ИВК в значение коэффициента преобразования ПР

ПР				Компакт – пружер			Значение коэффициента преобразования ПР, имп/м ³		Относит. погр., %
f, Гц	T _v , °C	P _v , бар	N	T _{кп} , °C	P _{кп} , бар	ρ, кг/м ³	измеренное	расчетное	

Поверитель _____
(подпись)

_____ (ФИО)

«__» _____ 20__ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)

Вычисление поправочных коэффициентов на объем нефти

Е.1 Поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем нефти, определенный для температуры нефти в ПР (CTL_V), ПП (CTL_p) или КП (CTL_{КП}), вычисляются по формуле:

$$CTL = \exp\{-\alpha \cdot (T - 15) \cdot \{1 + [0,8 \cdot \alpha \cdot (T - 15)]\}\} \quad (E.1)$$

где T – температура нефти в ПР (T_V), ПП (T_p) или КП ($T_{КП}$), °С;

$$\alpha = \frac{613,9723}{\rho_{15}^2} \quad (E.2)$$

ρ_{15} – плотность нефти при температуре 15 °С и избыточном давлении, равном нулю, кг/м³, вычисляемое с использованием метода итераций по формуле (Ж.1).

Е.2 Поправочный коэффициент, учитывающий влияние давления на объем нефти, определенный для давления нефти в ПР и температуре продукта в ПР (CPL_V), ПП (CPL_p) или КП (CPL_{КП}) вычисляются по формуле:

$$CPL = \frac{1}{1 - (P - P_{НП}) \cdot F} \quad (E.3)$$

Где P – давление нефти в ПР (P_V), ПП (P_p) или КП ($P_{КП}$), МПа;

$P_{НП}$ – давление насыщенных паров нефти, МПа;

F – коэффициент сжимаемости нефти при температуре нефти в ПР, ПП или КП, 1/МПа, вычисляемый по формуле:

$$F = 10^{-3} \cdot \exp(-1,6208 + 0,00021592 \cdot T + \frac{0,87096 \cdot 10^6}{\rho_{15}^2} + \frac{4,2092 \cdot T \cdot 10^3}{\rho_{15}^2}) \quad (E.4)$$

Е.3 Поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры стенок КП и переключающего стержня на вместимость калиброванного участка КП, вычисляются по формуле:

$$CTS = [1 + (T_{\text{КП}} - 15) \cdot K_{\text{КП}}] \cdot [1 + (T_{\text{инв}} - 15) \cdot K_{\text{инв}}] \quad (\text{E. 5})$$

$K_{\text{КП}}$ - квадратичный коэффициент объемного расширения материала стенок КП, $1/^\circ\text{C}$;

$T_{\text{инв}}$ - температура инварового стержня, $^\circ\text{C}$;

$K_{\text{инв}}$ - линейный коэффициент объемного расширения инвара, $1/^\circ\text{C}$.

Е.4 Поправочный коэффициент, учитывающий влияние давления на вместимость калиброванного участка КП, вычисляют по формуле:

$$CPS = 1 + \frac{P_{\text{КП}} \cdot D}{E \cdot S} \quad (\text{E. 6})$$

где D - внутренний диаметр калиброванного участка КП, мм;

E - модуль упругости материала стенок КП, МПа;

S - толщина стенок калиброванного участка КП, мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(обязательное)

Вычисления плотности нефти

Ж.1 Плотность нефти ρ при температуре и давлении в ПП вычисляют по алгоритмам, приведенным в сертификатах на ПП (Solartron, Sarasota, Emerson, Endress Hauser и др.).

Ж.2 Плотность нефти ρ_{15} при температуре 15 °С и избыточном давлении, равном нулю, используя метод итераций, вычисляют по формуле:

$$\rho_{15} = \frac{\rho}{CTL_{\rho} \cdot CPL_{\rho}} \quad (\text{Ж. 1})$$

Ж.3 Плотность нефти ρ_V , приведенную к условиям ПР, вычисляют по формуле:

$$\rho_V = \rho_{15} \cdot CTL_V \cdot CPL_V \quad (\text{Ж. 2})$$