

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
(ФГУП «УНИИМ»)**

СОГЛАСОВАНО:

Генеральный директор

ООО «Эмерсон»



Н.В.Шестаков

2017 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ФГУП «УНИИМ»



С.В. Медведевских

«29» 2017 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**Преобразователи плотности и расхода
CDM**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 02-221-2015

с изменением № 1

Екатеринбург

2017

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 РАЗРАБОТАНА** ФГУП «Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «УНИИМ»)
- 2 ИСПОЛНИТЕЛЬ** зав. лаб. 251 Соби́на Е.П.
- 3 УТВЕРЖДЕНА** директором ФГУП «УНИИМ» в 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	4
2	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
3	ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	5
4	СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	5
5	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	7
6	УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	7
7	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ	8
8	ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	9
	8.1 Внешний осмотр.....	9
	8.2 Опробование.....	9
	8.3 Проверка метрологических характеристик	9
9	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	16
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	17

Государственная система обеспечения единства измерений. Преобразователи плотности и расхода CDM Методика поверки с изменением №1	МП 02-221-2015
---	-----------------------

Дата введения в действие: _____ 2017 г

1 Область применения

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи плотности и расхода CDM (далее - преобразователи), выпускаемые фирмами «Micro Motion Inc», США и «Emerson SRL», Румыния и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок. Настоящая методика поверки распространяется на вновь выпускаемые преобразователи, а также преобразователи, находящиеся в эксплуатации.

Поверка преобразователей должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

Интервал между поверками – 1 год.

(Измененная редакция, Изм. №1).

2 Нормативные ссылки

В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.2.007.0–75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности;

ГОСТ 12.1.019–79 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;

ГОСТ 8.022-91 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне $1 \cdot 10^{-16} \div 30$ А;

ГОСТ 8.024 -2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности.

Приказ Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельств о поверке»;

Приказ Минтруда России от 24.07.2013 N 328н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

Раздел 2 (Измененная редакция, Изм. №1).

3 Операции поверки

3.1 При поверке должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки
1	2
1 Внешний осмотр	8.1
2 Опробование	8.2
3 Проверка метрологических характеристик ¹⁾	8.3
3.1 Проверка диапазона, основной абсолютной погрешности измерений плотности жидкости	8.3.1
3.2 Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений температуры	8.3.2
3.3 Проверка диапазона и относительной погрешности измерений массового (объемного) расхода	8.3.3
3.4 Проверка основной приведенной погрешности аналогового сигнала (4-20) мА	8.3.4

Примечание - ¹⁾ Для поточных преобразователей плотности, предназначенных для измерений плотности нефти и нефтепродуктов в диапазоне от 650 до 1100 кг/м³, допускается поверку проводить по месту эксплуатации в соответствии с МИ 2816.

Таблица 1 (Измененная редакция, Изм. №1).

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций проводится настройка и градуировка преобразователей в соответствии с руководством по установке. В дальнейшем все операции повторяются вновь, в случае повторного невыполнения требований хотя бы к одной из операций поверка прекращается, преобразователь бракуется.

3.3 На основании письменного заявления владельца преобразователя допускается выполнять операции по п.3 таблицы 1 только для используемых при эксплуатации преобразователя измерительных каналов, а также определение МХ преобразователя в более узких диапазонах измерений. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке преобразователя.

3.3 (Введен дополнительно, Изм. №1).

4 Средства поверки

4.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

– рабочий эталон единицы плотности 1-го разряда по ГОСТ 8.024 (установка пикнометрическая или плотномер лабораторный). Диапазон измерений от 300 до 1300 кг/м³, абсолютная погрешность $\pm 0,1$ кг/м³;

– поверочные жидкости: н-гептан по ГОСТ 25828 (номинальное значение 683 кг/м³), изооктан по ГОСТ 12433 (номинальное значение 697 кг/м³), керосин (номинальное значение 795 кг/м³), н-нонан по ТУ 6-09-373 (номинальное значение 710 кг/м³), н-декан по ТУ 6-09-3614-73 (номинальное значение 730 кг/м³), масло трансформаторное ГК по ТУ 38.1011025-85 (при 15 °С плотность менее 898,4 кг/м³), дистиллированная вода по ГОСТ 6709 (номинальное значение 998 кг/м³), хлористый метилен по ГОСТ 9968 (номинальное значение 1330 кг/м³), нефть, светлые и темные нефтепродукты;

– рабочий эталон единицы температуры 3-го разряда по ГОСТ 8.558 (термопреобразователи сопротивления платиновые эталонные. Диапазон измерений от минус 50 °С до плюс 210 °С, абсолютная погрешность от $\pm 0,05$ °С до $\pm 0,1$ °С);

– средство измерений давления поверочной жидкости в диапазоне от 0 до 10 МПа с пределом допускаемой приведенной погрешности измерений не более 0,1% (ФИФ № 32854-13).

– рабочий эталон единицы расхода 2-го разряда по ГОСТ 8.142 (установка расходомерная поверочная или эталонный расходомер, смонтированный последовательно с поверяемым преобразователем и средством регулирования и стабилизации расхода (при поверке канала расхода по месту эксплуатации)). Диапазон измерений (от 0,7 до 17) м³/ч, относительная погрешность $\pm 0,5$ %;

– эталон 2 разряда единицы силы постоянного электрического тока 2 разряда по ГОСТ 8.022. Диапазон измерений (4 - 20) мА, приведенная погрешность $\pm 0,01$ %;

– поверочный стенд (циркуляционная установка), обеспечивающая возможность монтажа преобразователя в трубопроводы установки и циркуляцию поверочной жидкости через преобразователь с возможностью регулирования расхода (0,2-17,0) м³/ч поверочной жидкости;

– средство индикации измеренных преобразователем результатов измерений по выходным сигналам HART, Modbus RS485 или Foundation Fieldbus (при отсутствии в поверяемом образце встроенного ЖК индикатора);

– частотомер ЧЗ-38 по ГОСТ 7590, диапазон измерений от 10 Гц до 10 МГц;

– в качестве промысловой жидкости допускается использовать: спирт этиловый ректифицированный технический, нефрас по ГОСТ 8505 или бензин-растворитель;

– термогигрометр CENTER-313. Диапазон измерения относительной влажности от 0 % до 100 %, погрешность $\pm 2,5$ %; температуры от минус 20 °С до плюс 60 °С, погрешность $\pm 0,7$ °С;

– барометр-анероид метеорологический М-67. Диапазон измерений от 610 до 790 мм рт. ст., погрешность $\pm 0,8$ мм рт. ст.

4.1 (Измененная редакция, Изм. №1).

4.1 а При проведении поверки по месту эксплуатации применяют оборудование, перечисленное в МИ 2816.

4.1 а (Введен дополнительно, Изм. №1).

4.2 Допускается применение других средств поверки, имеющих метрологические характеристики не хуже указанных.

4.2 (Измененная редакция, Изм. №1).

5 Требования безопасности

При проведении поверки должны быть соблюдены требования Приказа Минтруда России от 24.07.2013 N 328н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», требования ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.1.019 и эксплуатационной документацией на преобразователь.

(Измененная редакция, Изм. №1).

6 Условия поверки

6.1 При проведении поверки в лаборатории должны быть соблюдены следующие условия:

- | | |
|--|----------------|
| – температура окружающего воздуха, °С | 20 \pm 10 |
| – относительная влажность воздуха (при $t = 20$ °С), % | не более 70 |
| – атмосферное давление, гПа | от 950 до 1050 |

(Измененная редакция, Изм. №1).

6.2 В процессе поверки контролируется стабильность параметров измеряемой среды (поверочной жидкости). При поверке в лаборатории параметры рабочей жидкости при определении метрологических характеристик измерительного канала плотности жидкости представлены в таблице 2, при этом изменение периода выходного сигнала в процессе снятия показаний не более 0,02 мкс/мин.

Таблица 2

Операция	Параметры рабочей жидкости			
	Температура поверочной жидкости, °С	Требования к стабильности температуры жидкости, °С/ мин	Избыточное давление поверочной жидкости, МПа	Требования к стабильности давления, МПа/мин
Проверка-диапазона, абсолютной погрешности измерений плотности жидкости	$(20 \pm 2)^{1)}$	$\pm 0,1$	от 0 до $0,2^{1)}$	$\pm 0,05$
Примечание - ¹⁾ По письменному заявлению владельца преобразователя допускается проводить определение абсолютной погрешности измерения плотности, при значениях давления и температуры поверочной жидкости, находящихся в диапазонах изменения давления и температуры в условиях эксплуатации преобразователя, указанных владельцем.				

Преобразователь должен быть смонтирован и подключен в соответствии с руководством по установке.

(Измененная редакция, Изм. №1).

6.3. Для поточных преобразователей плотности, предназначенных для измерений плотности нефти и нефтепродуктов в диапазоне от 650 до 1100 кг/м³ и поверяемых по месту эксплуатации, условия поверки описаны в разделе 7 МИ 2816.

7 Подготовка к поверке

7.1. При поверке в лаборатории выполняют следующие процедуры.

7.1.1. Подготовка поверяемого преобразователя к работе проводят в соответствии с руководством по установке, средств поверки – в соответствии с эксплуатационной документацией. Встроенные части чувствительного элемента преобразователя тщательно промывают и высушивают. Визуально контролируют отсутствие следов коррозии и механических повреждений.

7.1.2 Устанавливают поверяемый преобразователь и рабочий эталон 1-го разряда единицы плотности (в случае использования пикнометрической установки) на поверочный стенд.

7.2 Для поточных преобразователей плотности, предназначенных для измерений плотности нефти и нефтепродуктов в диапазоне от 650 до 1100 кг/м³ и поверяемых по месту эксплуатации, подготовку к поверке провести в соответствии с разделом 8 МИ 2816.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре устанавливают:

- отсутствие видимых повреждений преобразователя;
- соответствие комплектности, указанной в руководстве по установке;
- четкость обозначений и маркировки.

8.2 Опробование.

8.2.1 Проверяют работоспособность органов управления и регулировки преобразователя при помощи встроенных систем контроля в соответствии с руководством по установке.

8.2.2 Выполняют проверку идентификационных данных ПО преобразователя.

Наименование ПО и номер версии ПО идентифицируется при включении преобразователя путем вывода на ЖК индикатор номера версии. При отсутствии в преобразователе опции индикатора, номер версии считывается по цифровому сигналу с помощью средств, перечисленных в пункте 4. Для преобразователей с частотным выходом, не имеющим цифровых сигналов, номер версии ПО не проверяется.

Номер версии ПО преобразователя должен соответствовать идентификационным данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3– Идентификационные данные встроенного программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	встроенное программное обеспечение
Номер версии ПО (идентификационный номер ПО)	не ниже 1.62
Цифровой идентификатор ПО	-
Другие идентификационные данные (алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО)	-

(Измененная редакция, Изм. №1).

8.3 Проверка метрологических характеристик

(Измененная редакция, Изм. №1).

8.3.1 Проверка диапазона, абсолютной погрешности измерений плотности жидкости в лаборатории.

(Измененная редакция, Изм. №1).

8.3.1.1 *(Исключен. Изм. №1)*

8.3.1.1.1 Измерения проводят в трех точках диапазона измерений, соответствующих нижнему, среднему и верхнему значениям заявленного диапазона измерений с помощью трех поверочных жидкостей в следующей последовательности:

- заполняют преобразователь поверочной жидкостью;

- при поверке измерительного канала плотности в циркуляционной установке, заполняют систему циркуляции поверочного стенда поверочной жидкостью, включают циркуляционный насос. Устанавливают расход через поверяемый преобразователь в диапазоне от 0,2 до 17 м³/ч. Удаляют воздух из циркуляционной системы;

- термостатируют поверочную жидкость до достижения стабильного режима согласно разделу 6.2 (термостатирование может быть осуществлено всего поверочного стенда в специальном шкафу, термопреобразователи устанавливаются непосредственно около входа и выхода поверочной жидкости из поверяемого преобразователя. За температуру поверяемой жидкости принимается среднеарифметическое значение температуры, измеренное с помощью двух термопреобразователей);

- после стабилизации температуры выполняют не менее пяти показаний плотности поверяемым преобразователем (записывая при этом показания давления в поверяемом преобразователе, температуры среды, измеренной поверяемым преобразователем и температуры среды измеренной эталонными термометрами), рассчитывают средние значения измеренных величин и, одновременно, проводят не менее одного измерения плотности рабочим эталоном 1-го разряда единицы плотности по ГОСТ 8.024:

- если в качестве рабочего эталона единицы плотности 1-го разряда по ГОСТ 8.024 применяется установка пикнометрическая, то плотность поверочной жидкости определяют по МИ 2816;

- если в качестве рабочего эталона единицы плотности 1-го разряда по ГОСТ 8.024 применяется плотномер лабораторный (например, анализатор плотности жидкости DMA HP в комплекте с анализатором DMA, серии не ниже DMA 4100, Госреестр № 39787-08), то из поверочного стенда отбирается поверочная жидкость и проводится измерение ее плотности. При этом задают в эталонном анализаторе плотности жидкости температуру поверочной жидкости, при которой проводилось снятие показаний плотности поверяемым преобразователем на поверочном стенде.

(Измененная редакция, Изм. №1).

8.3.1.1.2 Операции по 8.3.1.1.1 повторяют для двух оставшихся поверочных жидкостей. При этом перед сменой поверочной жидкости поверяемый плотномер тщательно

промывают и высушивают поверхности чувствительного элемента путем продувки сухим воздухом.

Примечание: по письменному заявлению владельца преобразователя при поверке преобразователя плотности, предназначенного для измерений плотности нефти и нефтепродуктов в ограниченном диапазоне измерения плотности, допускается проводить измерение плотности только по двум поверочным жидкостям (попадающим в диапазон измерения, указанный владельцем), но при разных значениях давления или температуры (попадающих в диапазоны изменения давления и температуры на месте эксплуатации, указанный владельцем), с общим числом измерений не менее трех.

(Измененная редакция, Изм. №1).

8.3.1.1.3 По результатам 8.3.1.1.1 – 8.3.1.1.2, для каждого измерения определяют абсолютную погрешность измерений плотности $\Delta_{\rho_{ji}}$, кг/м³, по формуле

$$\Delta_{\rho_{ji}} = |\rho_{ji} - \rho_{oi}|, \quad (1)$$

где ρ_{ji} – j -й результат измерения плотности i -й поверочной жидкости, кг/м³, рассчитанный с учетом поправок на влияние температуры и давления;

ρ_{oi} – действительное значение плотности i -й поверочной жидкости при температуре и давлении поверочной жидкости, соответствующей температуре и давлению при измерении данной жидкости поверяемым преобразователем, кг/м³.

При регистрации измеренной преобразователем плотности по его ЖК индикатору или по цифровым протоколам в поверяемый преобразователь в соответствии с его руководством по установке необходимо ввести измеренное значение давления либо вручную, либо подключив по HART протоколу внешний преобразователь давления.

При измерении периода выходного сигнала преобразователя (считанного из прибора по ЖКИ, по цифровому сигналу или измеренного частотомером), плотность, измеренную преобразователем, вычисляют по формулам, приведенным в сопроводительной документации завода изготовителя (с использованием коэффициентов из заводского сертификата калибровки преобразователя, либо из последнего свидетельства о поверке).

При использовании K коэффициентов (совместимых с формулами для преобразователей плотности жидкости измерительных модели 7835/7845) плотность, измеренную преобразователем без поправки на давление и температуру ρ , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho = K0 + K1\tau + K2\tau^2, \quad (2)$$

где ρ – плотность жидкости (без поправок на давление и температуру), кг/м³;

τ – выходной сигнал преобразователя (период времени), мкс;

$K0$, $K1$ и $K2$ – коэффициенты, приведённые в сопроводительной документации преобразователя (в последнем свидетельстве о поверке либо в сертификате калибровки завода-изготовителя).

Плотность с учетом влияния температуры ρ_t , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho_t = \rho(1 + K18(t - 20)) + K19(t - 20), \quad (3)$$

где ρ – значение плотности жидкости (с температурной компенсацией), кг/м³;

t – измеренная температура жидкости, °С;

$K18$ и $K19$ — коэффициенты температурной поправки, приведённые в сопроводительной документации.

Плотность с учетом влияния давления и температуры ρ_{tP} , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho_{tP} = \rho_t \left(1 + (K20A + K20B(10P - 1))(10P - 1) \right) + (K21A + K21B(10P - 1))(10P - 1), \quad (4)$$

где ρ_{tP} – значение плотности жидкости (с компенсацией по температуре и давлению), кг/м³;

P – измеренное абсолютное давление жидкости, МПа;

$K20A$, $K20B$, $K21A$ и $K21B$ – коэффициенты поправки на давление, приведённые в сопроводительной документации.

(Измененная редакция, Изм. №1).

8.3.1.1.4 Результаты считают положительными, если значение абсолютной погрешности преобразователя в каждой точке диапазона измерений не превышает значений, рассчитанных по формуле:

$$\Delta\rho = |\Delta\rho_0| + 10 \cdot |P - P_K| \cdot K_P + |t - t_K| \cdot K_T \quad (5)$$

где $\Delta\rho_0$ – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений плотности, кг/м³ по таблице 4;

P – измеренное абсолютное давление жидкости, МПа;

t – измеренная температура жидкости, °С;

t_K – температура рабочей среды при калибровке преобразователя, °С;

P_K – абсолютное давление рабочей среды при калибровке преобразователя, МПа

K_P – пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений плотности за счет изменения давления рабочей среды на 0,1 МПа от давления калибровки, кг/м³ по таблице 4;

K_T – пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений плотности за счет изменения температуры рабочей среды на 1 °С относительно температуры калибровки, кг/м³ по таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические и технические характеристики преобразователей

Характеристика	Значение	
	CDM100P	CDM100M
Диапазон измерений плотности рабочей среды, кг/м ³	600-1100 (по заказу 300-1300)	
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений плотности ¹⁾ , кг/м ³	±0,1	±0,2 (стандартное исполнение) ±0,1 (со специальной калибровкой)
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений плотности за счет изменения давления рабочей среды на 0,1 МПа ¹⁾ , кг/м ³	±3·10 ⁻³	±6·10 ⁻³
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений плотности за счет изменения температуры на 1 °С ¹⁾ , кг/м ³	±5·10 ⁻³	±1,5·10 ⁻²
Диапазон измерений массового расхода, кг/ч	от 700 до 17000	
Диапазон измерений объемного расхода, м ³ /ч	от 0,7 до 17	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массового и объемного расхода, %	±5	
Диапазон измерений температуры рабочей среды, °С	от минус 50 до плюс 204	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	±(0,15 + 0,002· t)	
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности аналогового сигнала (4-20) мА, %	±0,05	
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности аналогового сигнала (4-20) мА за счет изменений температуры окружающей среды на 1 °С относительно температуры калибровки, %	±0,005	
<p>Примечания:</p> <p>1) Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности (в кг/м³) определяются следующим образом: для модели CDM100P как ± (0,1+0,005· t-t_к + 0,03· P-P_к), или ±0,3 (при условии: 0,2 ≥ 0,005· t-t_к + 0,03· P-P_к); для модели CDM100M стандартного исполнения как ±(0,2+0,015· t-t_к + 0,06· P-P_к), или ±0,3 (при условии: 0,1 ≥ 0,015· t-t_к + 0,06· P-P_к); для модели CDM100M со специальной калибровкой как ±(0,1+0,015· t-t_к + 0,06· P-P_к), или ±0,3 (при условии: 0,2 ≥ 0,015· t-t_к + 0,06· P-P_к), где t – температура рабочей среды, °С;</p>		

Характеристика	Значение	
	CDM100P	CDM100M
t_k – температура рабочей среды при калибровке преобразователя, °С; P – давление рабочей среды, МПа; P_k – давление рабочей среды при калибровке преобразователя, МПа.		

(Измененная редакция, Изм. №1).

8.3.1.2 Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений плотности жидкости поточных преобразователей плотности, предназначенных для измерений плотности нефти и нефтепродуктов в диапазоне от 650 до 1100 кг/м³ и поверяемых по месту эксплуатации проводится в соответствии с пунктом 9 МИ 2816.

(Измененная редакция, Изм. №1).

8.3.2 Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений температуры

Преобразователь устанавливают в соответствии с п.8.3.1. Заполняют систему циркуляции поверочного стенда поверочной жидкостью, расход через поверяемый преобразователь должен соответствовать рекомендуемому на преобразователь. Включают циркуляционный насос, удаляют воздух из циркуляционной системы.

Последовательно термостатируют поверочную жидкость до достижения стабильного режима до значений температур (20±2) °С, (50±5) °С, (65±5) °С не менее 60 минут в каждой точке (термостатирование может быть осуществлено всего поверочного стенда в специальном шкафу).

Устанавливают эталонные термопреобразователи сопротивления непосредственно около входа и выхода поверочной жидкости из поверяемого преобразователя. За температуру поверяемой жидкости принимается среднеарифметическое значение температуры.

Абсолютную погрешность измерений температуры жидкости в каждой точке диапазона измерений Δ_{τ} , °С, вычисляют по формуле

$$\Delta_{\tau} = |t_i - t_{\sigma i}|, \quad (6)$$

где t_i – результат измерения температуры встроенным преобразователем температуры в i -й точке диапазона измерений, °С;

$t_{\sigma i}$ – результат измерения температуры эталонными термопреобразователями сопротивления в i -й точке диапазона измерений, °С.

Результаты считают положительными, если значения погрешности измерений температуры жидкости не превышают значений, указанных в таблице 4.

(Измененная редакция, Изм. №1).

8.3.3 Проверка диапазона и относительной погрешности измерений объемного или массового расходов.

8.3.3.1 При поверке в лаборатории на расходомерной поверочной установке подключают преобразователь к расходомерной установке в соответствии с руководством по установке преобразователя.

8.3.3.1a При поверке по эталонному расходомеру, подключают эталонный расходомер последовательно с поверяемым преобразователем в соответствии с руководством по установке эталонного расходомера.

8.3.3.2 Выполняют измерения объемного (массового) расхода в 3-х точках, равномерно распределенных в диапазоне измерений.

8.3.3.3 В каждой точке выполняют не менее 3-х измерений. Для преобразователей, сконфигурированных на индикацию скорости, объемный расход вычисляют посредством умножения считанной с преобразователя скорости на сечение измерительных трубок преобразователя, приведенное в сопроводительной документации.

8.3.3.4 Относительную погрешность в каждой точке диапазона измерений расхода, δq_i , %, вычисляют по формуле

$$\delta q_i = \left| \frac{q_{ij} - q_{oi}}{q_{oi}} \right| \cdot 100, \quad (7)$$

где q_{ij} - j -результат измерения объемного (массового) расхода в i -точке диапазона измерений расхода поверяемым преобразователем, м³/ч (кг/ч);

q_{oi} – значение объемного (массового) расхода, измеренное эталонным расходомером, либо заданное на расходомерной установке в i -точке диапазона измерений, м³/ч (кг/ч).

8.3.3.5 Результаты считают положительными, если значения относительной погрешности при измерении расхода в каждой точке диапазона находятся в интервале, указанном в таблице 4.

8.3.4 Проверка основной приведенной погрешности аналогового сигнала (4-20) мА.

8.3.4.1 При проведении поверки подключить к выходу (4-20) мА мультиметр (эталон единицы силы постоянного электрического тока) и с помощью кнопок на ЖК индикаторе либо отдельных средств конфигурирования, подключенных по цифровому протоколу, перевести соответствующий поверяемый выходной канал (4-20) мА в тестовый режим индикации постоянного тока. Задать последовательно значение выходного сигнала 4 мА, 12 мА и 20 мА, регистрируя каждый раз показание мультиметра.

8.3.4.2 Основную приведенную погрешность аналогового сигнала (4-20) мА в каждой точке диапазона измерений γ_{oi} , %, вычисляют по формуле

$$\gamma_{oi} = \left| \frac{I_i - I_{oi}}{I_D} \right| 100, \quad (8)$$

где I_i - результат измерения токового сигнала преобразователем в i -й точке, мА;

I_{oi} – заданное значение токового сигнала в i -й точке, мА;

I_D - диапазон измерений токового сигнала ($I_D=16$ мА).

По окончании проверки токового сигнала, вернуть его настройки на те, с которыми прибор поступил на поверку.

8.3.4.3 Результаты считают положительными, если значения основной приведенной погрешности находятся в интервале, указанном в таблице 4.

8.3.3.-8.3.4 (Измененная редакция, Изм. №1).

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки оформляют протоколом, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении А.

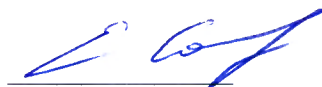
9.2 При поверке по месту эксплуатации протокол поверки оформляют в соответствии с МИ 2816.

9.3 При положительных результатах поверки преобразователь признают пригодным к эксплуатации, оформляют свидетельство о поверке или в паспорте делают отметку с указанием даты поверки и подписи поверителя. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке или в паспорт.

9.4 При отрицательных результатах поверки преобразователь признают непригодным к дальнейшей эксплуатации, аннулируют свидетельство о поверке, гасят знак поверки и выдают извещение о непригодности в соответствии с действующим законодательством.

Раздел 9 (Измененная редакция, Изм. №1).

Зав. лаб. 251 ФГУП «УНИИМ»



Е.П. Собина

Приложение А

(рекомендуемое)

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ № _____ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

Преобразователи плотности и расхода CDM зав № _____

Документ на поверку: МП 02-221-2015 «ГСИ. Преобразователи плотности и расхода CDM.

Методика поверки с изменением №1» .

Информация об использованных средствах поверки:

Условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха, °С _____

- относительная влажность воздуха, % _____

- атмосферное давление, гПа _____

Результаты внешнего осмотра _____

Результаты опробования _____

Проверка метрологических характеристик

Таблица А.1 – Результаты проверки диапазона и абсолютной погрешности измерений плотности жидкости

№	Период (если используется), мкс	Результаты измерений плотности поверяемым СИ, кг/м ³	Абсолютное давление в поверяемом СИ, МПа	Температура в поверяемом СИ (по эталонному термометру), °С	Результаты измерений плотности эталонным СИ, кг/м ³	Абсолютная погрешность измерений плотности жидкости, кг/м ³
1						
...						

Градуировочные коэффициенты поверяемого преобразователя плотности из последнего свидетельства о поверке:

K0 =

K18 =

K20A =

K1 =

K19 =

K20B =

K2 =

K21A =

K21B =

A1 =

A2 =

A3 =

A4 =

A5 =

A6 =

Значение плотности, измеренное поверяемым СИ (*выбрать один из вариантов*):
 регистрируется по ЖКИ / регистрируется по цифровому каналу / регистрируется по 4-20 мА /
 рассчитывается по периоду времени и К коэффициентам (считанному по ЖКИ, считанному по
 цифровому каналу, измеренному частотомером) / рассчитывается по периоду времени (считанному по
 ЖКИ, считанному по цифровому каналу, измеренному частотомером) и А коэффициентам.

Температура рабочей среды, используемая в расчете плотности (*выбрать один из вариантов*):
 регистрируется по ЖКИ или цифровому каналу от встроенного в СДМ канала измерения температуры /
 регистрируется по показаниям внешнего эталонного СИ температуры.

Таблица А.2 Результаты проверки диапазона и абсолютной погрешности измерений температуры

№	Результаты измерений температуры встроенным термопреобразователем сопротивления, °С	Результаты измерений температуры эталонным термопреобразователем сопротивления, °С	Абсолютная погрешность измерений температуры, °С
1			
...			

Значение температуры, измеренное поверяемым СИ (*выбрать один из вариантов*):
 регистрируется по ЖКИ / регистрируется по цифровому каналу / регистрируется по 4-20 мА

Таблица А.3 Результаты проверки диапазона и относительной погрешности измерений объемного (массового) расхода

№	Результаты измерений объемного (массового) расхода, м ³ /ч (кг/ч)	Заданное значение объемного (массового) расхода, м ³ /ч (кг/ч)	Относительная погрешность измерений объемного (массового) расхода, %
1			
...			

Значение объемного (массового) расхода, измеренное поверяемым СИ (*выбрать один из вариантов*):
 регистрируется по ЖКИ / регистрируется по цифровому каналу / регистрируется по (4-20) мА

Таблица А.4 Результаты проверки основной приведенной погрешности преобразования плотности жидкости в аналоговый сигнал (4-20) мА

№	Результаты измерений аналогового сигнала, мА	Действительное значение аналогового сигнала, мА	Приведенная погрешность аналогового сигнала, %

Результат проведения поверки: _____

Выдано свидетельство о поверке (извещение о непригодности)

от « ___ » _____ 20__ г, № _____

Поверитель _____

Подпись (Ф.И.О.)

Организация, проводившая поверку _____

Примечание. Таблицы А.1-А.4 заполняют только для измерительных каналов преобразователя, у которых в процессе поверки определяли метрологические характеристики.

Приложение А (Измененная редакция, Изм. №1).