Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»
(ФГУП «ВНИИМС»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



_____ Н.В. Иванникова

"30" мая 2017 г.

Регистраторы безбумажные Memograph M RSG45.

Методика поверки

МП 201-004-2017

Москва, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ 3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ 3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ 3
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ 4
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ 5
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ 5
7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ 5
7.1 Внешний осмотр 5
7.2 Опробование 5
7.3 Проверка основной погрешности регистраторов 5
7.4 Проверка идентификационных данных программного обеспечения 15
8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ 16

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на регистраторы безбумажные Memograph M RSG45 (далее – регистраторы), изготовленные фирмой "Endress+Hauser Wetzer GmbH+Co.KG", Германия, и устанавливает методику их первичной и периодических поверок (в случаях использования их в сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений).

Интервал между поверками – 3 года.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Перечень операций, которые должны проводиться при поверке регистраторов с указанием разделов настоящей методики поверки, приведен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Раздел методики
	первичной	периодической	
1 Внешний осмотр	Да	Да	7.1
2 Опробование	Да	Да	7.2
3 Проверка основной погрешности	Да	Да	7.3
4 Проверка идентификационных данных программного обеспечения	Да	Да	7.4
5 Оформление результатов поверки	Да	Да	8

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При поверке регистраторов рекомендуется использовать эталонные и вспомогательные средства измерений, удовлетворяющие указанным ниже требованиям и имеющие действующие свидетельства о поверке.

3.2 Допускаемая погрешность эталонов, используемых для воспроизведений (измерений) сигналов, подаваемых (измеряемых) на входы (на выходах) проверяемых регистраторов, для каждой проверяемой точки не должна превышать 1/5 предела допускаемой погрешности, нормируемой в технической документации на регистратор.

Примечание - При невозможности выполнения соотношения «1/5» допускается использовать эталоны с упомянутым соотношением до «1/3» и вводить контрольный допуск на погрешность проверяемого регистратора, равный 0,8 от допускаемых значений границ его погрешности.

3.3 Допускаемая погрешность эталонов, используемых для определения погрешности текущего времени не должна превышать 1/3 предела допускаемой погрешности при измерении времени, нормируемой в технической документации на регистратор.

3.4 Перечень основных средств поверки (эталонов) приведен в таблице 2.

Таблица 2

Средство поверки, регистрационный номер	Основные характеристики
Калибратор универсальный Н4-7, рег.№ 22125-01	Пределы допускаемой основной погрешности воспроизведений: напряжения постоянного тока U для пределов Uп: - до 2 В: ±(0,002%U + 0,00025% Uп); - до 20 В: ±(0,002%U + 0,00015% Uп); - до 200 В: ±(0,0025%U + 0,00025% Uп); силы постоянного тока I для предела Iп 20 мА: ± (0,004% I + 0,0004% Iп)
Мультиметр цифровой прецизионный Fluke 8508A, рег.№ 25984-14	Пределы допускаемой основной погрешности измерений силы постоянного тока I в диапазоне от 0 до 20 мА: ± (0,0014% I + 0,0002% Iп), где Iп – верхнее значение диапазона измерений
Магазин сопротивления измерительный МСР-60М, рег.№ 2751-71	Диапазон воспроизведений сопротивления от 0 до 10 кОм, класс точности 0,02
Мера электрического сопротивления Р3026-1, рег.№ 8478-81	Диапазон воспроизведения значений электрического сопротивления от 0.01 до 111111.1 Ом Класс точности $0,002/1.5 \cdot 10^{-6}$
Генератор сигналов произвольной формы 33250A, рег.№ 52150-12	Диапазон воспроизводимых частот от 1 мкГц до 80 МГц, пределы допускаемой основной относительной погрешности частоты выходного сигнала $2 \cdot 10^{-4}$ %
Радиочасы МИР РЧ-02, рег.№ 46656-11	Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации («привязки») фронта выходного сигнала 1 Гц по шкале координированного времени UTC ±1мкс

Примечания

1 Допускается использование других эталонных средств измерений с характеристиками, удовлетворяющими требованиям п.3.2, а также требованиям Приказа Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815;

2 Перечисленные средства измерений должны работать в нормальных для них условиях, оговоренных в эксплуатационной документации;

3 При проверке основной погрешности преобразований сигналов от термопреобразователей сопротивления (ТС) используют магазин сопротивления измерительный МСР-60М или меру электрического сопротивления Р3026-1 в зависимости от настроенного диапазона измерений температуры. Применяемый эталон должен обеспечивать соблюдение выполнение требований пункта 3.2 методики поверки.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 Поверку регистраторов должен выполнять поверитель, прошедший инструктаж по технике безопасности, освоивший работу с регистратором и используемыми

эталонами. Поверитель должен быть аттестован в соответствии с действующими нормативными документами.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-80, ГОСТ 22261-94, указаниями по безопасности, изложенными в технической документации на регистраторы, применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

6.1 Перед началом поверки поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемого регистратора, эталонов и других технических средств, используемых при поверке, настоящую методику поверки, правила техники безопасности и строго их соблюдать.

6.2 До начала поверки поверяемый регистратор и эталоны должны быть в работе в течение времени самопрогрева, указанного в их руководствах по эксплуатации или паспортах.

6.3 Поверка должна проводиться в нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха (25 ± 5) °С;
- относительная влажность (30…80) % без конденсации влаги;
- атмосферное давление (84…106) кПа;
- напряжение питания – номинальное ±2 %.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре регистратора следует убедиться в его механической исправности, целостности соединительных проводов, соответствии маркировки регистратора технической документации, наличии свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке). Не допускают к дальнейшей проверке приборы, у которых обнаружено неудовлетворительное крепление разъемов, грубые механические повреждения наружных частей, органов регулирования и управления и прочие повреждения.

7.2 Опробование

Опробование проводится в соответствии с технической документацией на регистратор. Допускается совмещать опробование с процедурой проверки основной погрешности.

7.3 Проверка основной погрешности регистраторов

Проверка основной погрешности выполняется с использованием схем и рекомендаций руководства по эксплуатации (РЭ).

Проверка основной погрешности проводится для всех типов входных/выходных сигналов (при их наличии в составе регистратора) в 5 точках, i = 1, 2, 3, 4, 5, равномерно распределенных в пределах диапазона преобразований входного/выходного сигнала.

Примечание – Допускается проводить поверку меньшего числа величина (типов входных/выходных сигналов) или меньшего числа диапазонов преобразований аналоговых сигналов, указанных в описании типа средства измерений, на основании письменного заявления владельца средства измерений. Объем проведенной поверки приводят в свидетельстве о поверке или в приложении к нему или в паспорте на регистратор.

7.3.1 Проверка основной погрешности преобразований входных сигналов силы и напряжения постоянного тока, частотно-импульсных сигналов.

С помощью меню регистратора выбирают соответствующий режим. Для каждой проверяемой точки i выполняют следующие операции:

– подают на вход поверяемого канала регистратора значение входного сигнала X_i силы постоянного тока (напряжения постоянного тока, частоты периодических сигналов) от эталонного средства измерений и делают не менее 4-х отсчётов Y_i;

– за оценку абсолютной погрешности Δ_i поверяемого канала регистратора в i-й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_i = \max \{ | Y_i - X_i | \},$$

здесь Y_i выражено в единицах подаваемого входного сигнала.

Результаты проверки основной погрешности по данному пункту оформляют в виде таблиц, составленных по форме таблицы 3.

Таблица 3

Диапазон преобразований входного сигнала, мА / мВ (В) / Гц: $I_н$ / $U_н$ / $F_н$ = ____ ,
$I_в$ / $U_в$ / $F_в$ = ____ ;
Пределы допускаемой основной приведённой погрешности, %: γ = ____;
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, мА / мВ (В) / Гц: Δ_a = ____

Проверяемая точка		X_i, мА/мВ (В)/Гц	Y_i, мА/мВ (В)/Гц	Δ_i, мА/мВ (В)/Гц	Заключение
i	% от диапазона входного сигнала				
1	0,1				
2	25				
3	50				
4	75				
5	99,9				

Примечание - $I_н$ ($U_н$, $F_н$), $I_в$ ($U_в$, $F_в$) - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона преобразований входного сигнала силы постоянного тока (напряжения постоянного тока, частоты периодических сигналов).

Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство $| \Delta_i | \geq |\Delta_a|$ поверяемый прибор бракуют, в противном случае признают годным.

7.3.2 Проверка основной погрешности преобразований сигналов от термопар (ТП)

С помощью меню регистратора выбирают режим преобразований сигналов от ТП с компенсацией температуры холодного спая.

Результаты проверки основной погрешности по данному пункту оформляют в виде таблиц, составленных по форме таблицы 4.

Таблица 4

Тип термопары_____
Диапазон преобразований сигнала ТП, °С: $T_н$= ___ ,$T_в$= _____
Температура холодного спая $T_{хс}$, °С:_____
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С: Δ_a = _____

Проверяемая точка		T_i,°С	U_{xi}, мВ	Y_i, °С	Δ_i, °С	Заключение
i	% от диапазона входного сигнала					
1	0,1					
2	25					
3	50					
4	75					
5	99,9					

Примечания

$T_н$ и $T_в$ - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона преобразований сигнала ТП в "°С";

T_i - значение температуры и, соответствующее ей U_{xi} (по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 для данного типа ТП с учетом температуры холодного спая), значение в мВ подаваемого входного сигнала;

Y_i - измеренное значение сигнала в "°С";

Проверку погрешности по данному пункту проводят в следующей последовательности:

- записывают для каждой проверяемой точки в столбец "T_i" значение температуры в "°С" (для данного типа термопары);
- по таблицам ГОСТ Р 8.585 находят напряжение U_{xi}', соответствующее значению температуры в i-ой проверяемой точке;
- термометром с погрешностью не более 0,1 °С измеряют температуру $T_{хс}$ вблизи места подключения холодного спая термопары;
- рассчитывают входной сигнал U_{xi} в мВ для каждой проверяемой точки по формуле: $U_{xi} = U_{xi}' - U_{tx.c}$, где $U_{tx.c.}$ - напряжение, соответствующее температуре холодного спая (по таблицам ГОСТ Р 8.585);
- устанавливают на входе поверяемого канала значение U_{xi} напряжения постоянного тока от эталонного калибратора и делают не менее 4-х отсчётов Y_i;
– за оценку абсолютной погрешности Δ_i поверяемого канала регистратора в i-й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_i = \max \{ | Y_i - T_i | \},$$

здесь Y_i выражено в "°С".

Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство $| \Delta_i | \geq |\Delta_a|$ поверяемый прибор бракуют, в противном случае признают годным.

7.3.3 Проверка основной погрешности преобразований сигналов от термопреобразователей сопротивления (ТС).

С помощью меню регистратора выбирают режим преобразований сигналов от ТС.

Результаты проверки основной погрешности по данному пункту оформляют в виде таблиц, составленных по форме таблицы 5.

Таблица 5

Диапазон преобразований сигнала ТС, °С / Ом: $T_н$ = _____ , $T_в$ = _____ Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С: Δ_a =_____						
Проверяемая точка		T_i, °С	X_i, Ом	Y_i, °С	Δ_i, °С	Заключение
i	% от диапазона входного сигнала					
1	0,1					
2	25					
3	50					
4	75					
5	99,9					

Примечания

$T_н$, $T_в$ - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона преобразований сигнала ТС;

T_i - значение температуры и, соответствующее ей (по таблицам ГОСТ 6651-2009), значение в Ом подаваемого входного сигнала (X_i);

Y_i - измеренное значение выходного сигнала в " °С".

Проверку погрешности по данному пункту проводят в следующей последовательности:

- записывают для каждой проверяемой точки в столбец "T_i" значение температуры в "°С" (для данного типа ТС);
- по таблицам ГОСТ 6651 находят значение сопротивления X_i, соответствующее значению температуры в i-ой проверяемой точке;
- записывают в таблицу 5 входной сигнал X_i в "Ом" для каждой проверяемой точки;
- устанавливают на входе поверяемого канала регистратора значение X_i сопротивления от эталонного магазина сопротивлений и делают не менее 4-х отсчётов Y_i;

– за оценку абсолютной погрешности Δ_i поверяемого канала регистратора в i-й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_i = \max \{ | Y_i - T_i | \},$$

здесь Y_i выражено в "°С".

Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство $| \Delta_i | \geq |\Delta_a|$ поверяемый регистратор бракуют, в противном случае признают годным.

7.3.4 Проверка основной погрешности преобразований выходных сигналов силы постоянного тока.

С помощью меню регистратора выбирают соответствующий режим. Для каждой проверяемой точки i выполняют следующие операции:

– устанавливают на регистраторе значение кода, соответствующее значению выходного сигнала силы постоянного тока X_i и делают не менее 4-х отсчётов Y_i по показаниям эталонного прибора, измеряющего выходной сигнал регистратора;

– за оценку абсолютной погрешности Δ_i поверяемого канала регистратора в i-й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_i = \max \{ | Y_i - X_i | \},$$

здесь Y_i выражено в единицах выходного сигнала регистратора.

Результаты проверки основной погрешности по данному пункту оформляют в виде таблиц, составленных по форме таблицы 6.

Таблица 6

Диапазон преобразований выходного сигнала, мА: $I_н$ = ____ , $I_в$ = ____ ; Пределы допускаемой основной приведённой погрешности, %: γ = ____; Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, мА: Δ_a = ____					
Проверяемая точка		X_i, мА	Y_i, мА	Δ_i, мА	Заключение
i	% от диапазона выходного сигнала				
1	0,1				
2	25				
3	50				
4	75				
5	99,9				

Примечания

$I_н$, $I_в$ - нижняя и верхняя границы диапазона преобразований выходных сигналов силы постоянного тока;

X_i - значение в мА выходного сигнала, установленное на регистраторе;

Y_i - значение, измеренное эталонным прибором, в единицах выходного сигнала регистратора.

Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство $|\Delta_i| \geq |\Delta_a|$ поверяемый прибор бракуют, в противном случае признают годным.

7.3.5 Проверка допускаемой абсолютной погрешности текущего времени

Проверка допускаемой абсолютной погрешности текущего времени проводится в следующей последовательности:

- включают радиочасы МИР РЧ-02 (далее – радиочасы), принимающие сигналы спутниковой навигационной системы Global Positioning System (GPS);

- настраивают регистратор с помощью функциональных клавиш на отображение текущего времени и даты;

- сверяют показания радиочасов с показаниями часов регистратора. Для снятия синхронизированных измерений рекомендуется использовать одновременное фотографирование экранов регистратора и радиочасов;

- через одни сутки повторяют процедуру снятия показаний;

- рассчитывают значение допускаемой абсолютной погрешности в секундах в сутки.

Если расхождение показаний радиочасов с показаниями часов регистратора за одни сутки не превышает рассчитанного значения допускаемой абсолютной погрешности, поверяемый регистратор считают годным.

7.3.6 Проверка погрешности преобразования сигналов от первичных преобразователей в значение тепловой энергии пара

7.3.6.1 Проверку погрешности преобразования сигналов от первичных преобразователей в значение тепловой энергии пара проводят при применении регистратора для измерений тепловой энергии пара в сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений.

При проверке погрешности измерений тепловой энергии пара операции по пункту 7.3.6.2 и 7.3.6.3 проводится для всех каналов измерений тепловой энергии пара. Проверка вычислений и оценка погрешности измерений тепловой энергии пара проводится на настройках, при которых регистратор применяется в эксплуатации (настройки регистратора для каждого канала тепловой энергии приведены в паспорте регитратора в Приложении А). При периодической поверке, если в настройки регистратора с предыдущей поверки не вносились изменения, проверку допускается не проводить.

7.3.6.2 Проверка вычислений тепловой энергии

Проверку вычислений тепловой энергии проводится в произвольной точке.

Проверку вычислений тепловой энергии проводится в следующей последовательности:

- подключают к входам регистратора эталоны, имитирующие сигналы от первичных преобразователей, подключаемых к регистратору при измерении тепловой энергии пара;

- устанавливают на эталонах значения сигналов соответствующие расходу пара, температуры пара, абсолютного давления пара или избыточного давления пара и барометрического давления (при использовании), температуры воды (при использовании);

- считывают с показывающего устройства регистратора, измеренные регистратором значения параметров, имитируемых эталонами (температуры и давления);

- считывают с показывающего устройства регистратора начальные значения тепловой энергии Q_H и объема пара V_H, а также измеренные регистратором значения параметров, имитируемых эталонами (температуры и давления);

- обеспечивают приращение объема пара;

- считывают с показывающего устройства регистратора конечные значения тепловой энергии Q_K и объема пара V_K;

- рассчитывают погрешность вычислений тепловой энергии пара по формуле

$$\delta Q = \frac{(Q_K - Q_H) - Q_0}{Q_0} \cdot 100\%,$$

Значение тепловой энергии пара Q_0 рассчитывают, в зависимости от применяемого уравнения измерений по формуле

$$Q_0 = (V_K - V_H) \cdot \rho \cdot h,$$

или

$$Q_0 = (V_K - V_H) \cdot \rho \cdot (h - h_x),$$

где

ρ – плотность пара;

h – энтальпия пара;

h_x – энтальпия воды.

Примечания:

1. Энтальпию перегретого пара и воды и плотность перегретого пара рассчитывают по ГССД МР 147-2008.

2. Давление воды принимают равным 1,0 МПа.

Результаты проверки считают положительными, если рассчитанная погрешность не более 0,1 %.

7.3.6.3 Оценка погрешности преобразования сигналов от первичных преобразователей в значение тепловой энергии пара

Оценка погрешности проводится расчетным путем для каждого канала измерений тепловой энергии пара, указанного в паспорте на регистратор.

Оценка погрешности проводится при максимальных и минимальных расходах, температурах, давлениях пара и максимальной температуре холодной воды по формулам:

а) при измерении тепловой энергии пара с измерением температуры холодной воды

$$\delta Q = \sqrt{\delta G^2 + \left(\vartheta_{\rho T1}^2 + \frac{\vartheta_{hT1}^2}{(1-\beta)^2}\right)\cdot \delta t_1^2 + \left(\vartheta_{\rho P1}^2 + \frac{\vartheta_{hP1}^2}{(1-\beta)^2}\right)\cdot \delta P_1^2 + \left(\frac{\beta}{1-\beta}\right)^2 \cdot \vartheta_{hTx}^2 \cdot \delta t_x^2},$$

б) при измерении тепловой энергии пара без измерения температуры холодной воды

$$\delta Q = \sqrt{\delta G^2 + \left(\vartheta_{\rho T1}^2 + \vartheta_{hT1}^2\right)\cdot \delta t_1^2 + \left(\vartheta_{\rho P1}^2 + \vartheta_{hP1}^2\right)\cdot \delta P_1^2},$$

где

δG - пределы относительной погрешности регистратора при преобразовании сигнала от первичного преобразователей в значение объема пара, %;

δt_1 - пределы относительной погрешности регистратора при преобразовании сигнала от первичного преобразователя в значение температуры пара, %;

δP_1 - пределы относительной погрешности регистратора при преобразовании сигнала от первичного преобразователя в значение абсолютного давления пара, %;

$\vartheta_{\rho T1}$ - относительный коэффициент чувствительности плотности пара к изменению температуры;

$\vartheta_{\rho P1}$ - относительный коэффициент чувствительности плотности пара к изменению абсолютного давления пара;

ϑ_{hT1} - относительный коэффициент чувствительности энтальпии пара к изменению температуры;

ϑ_{hP1} - относительный коэффициент чувствительности энтальпии пара к изменению абсолютного давления пара;

δt_x - пределы относительной погрешности регистратора при преобразовании сигнала от первичного преобразователя в значение температуры холодной воды, %;

ϑ_{hTx} - относительный коэффициент чувствительности энтальпии воды к изменению температуры;

β - коэффициент, рассчитываемый по формуле

$$\beta = \frac{h_X}{h_1},$$

где
h_1 – энтальпия пара;
h_x – энтальпия воды.

Погрешность регистратора при преобразовании сигнала от первичного преобразователя в значение расхода (объема) перегретого пара проводится по формулам:

а) при использовании частотного входа

$$\delta G = \sqrt{\delta F^2 + \left(\delta F_T \cdot \Delta T_{MAX}\right)^2},$$

б) при использовании токового входа

$$\delta G = \frac{1}{G} \cdot \frac{G_{MAX} - G_{MIN}}{I_{MAX} - I_{MIN}} \cdot \sqrt{\gamma I^2 + \left(\gamma I_T \cdot \Delta T_{MAX}\right)^2};$$

в) при использовании протокола HART или импульсного входа

$$\delta G = 0,$$

где
δF – пределы основной относительной погрешности регистратора при измерении частоты, %;

δF_T – пределы дополнительной от влияния температуры окружающей среды относительной погрешности регистратора при измерении частоты, %;

G_{MAX} - верхний предел диапазона измерений расхода пара;

G_{MIN} - нижний предел диапазона измерений расхода пара;

γI - пределы основной приведенной погрешности регистратора при преобразовании сигналов токовых сигналов в цифровое значение расхода, %;

γI_T - пределы дополнительной от влияния температуры окружающей среды приведенной погрешности регистратора при преобразовании токовых сигналов в цифровое значение расхода, %/°С;

I_{MAX} - значение токового выходного сигнала, соответствующее верхнему пределу диапазона измерений расхода t_{MAX}, мА;

I_{MIN} - значение токового выходного сигнала, соответствующее нижнему пределу диапазона измерений расхода t_{MIN}, мА;

ΔT_{MAX} - максимальное отклонение температуры окружающей среды от 20 °С, °С;

Диапазоны измерений расхода и диапазон температуры окружающей среды приведены в паспорте на регистратор.

Погрешность регистратора при преобразовании сигнала от первичного преобразователя в значение температуры перегретого пара или воды проводится по формулам:

а) при использовании входа для термопреобразователей сопротивления

$$\delta t = \frac{t_{MAX} - t_{MIN}}{t} \cdot \sqrt{\gamma t_{TC}^2 + \left(\gamma t_{TCT} \cdot \Delta T_{MAX}\right)^2} ;$$

б) при использовании токового входа

$$\delta t = \frac{1}{t} \cdot \frac{t_{MAX} - t_{MIN}}{I_{MAX} - I_{MIN}} \cdot \sqrt{\gamma I^2 + \left(\gamma I_T \cdot \Delta T_{MAX}\right)^2} ;$$

в) при использовании протокола HART

$$\delta t = 0 ,$$

где

t_{MAX} - верхний предел диапазона измерений температуры, °С;

t_{MIN} - нижний предел диапазона измерений температуры, °С;

γt_{TC} - пределы основной приведенной погрешности регистратора при преобразовании сигналов от термопреобразователей сопротивления в цифровое значение температуры, %;

γt_{TCT} - пределы дополнительной от влияния температуры окружающей среды приведенной погрешности регистратора при преобразовании сигналов от термопреобразователей сопротивления в цифровое значение температуры, %/°С;

ΔT_{MAX} - максимальное отклонение температуры окружающей среды от 20 °С, °С;

γI - пределы основной приведенной погрешности регистратора при преобразовании сигналов токовых сигналов в цифровое значение температуры, %;

γI_T - пределы дополнительной от влияния температуры окружающей среды приведенной погрешности регистратора при преобразовании токовых сигналов в цифровое значение температуры, %/°С;

I_{MAX} - значение токового выходного сигнала, соответствующее верхнему пределу диапазона измерений температуры t_{MAX}, мА;

I_{MIN} - значение токового выходного сигнала, соответствующее нижнему пределу диапазона измерений температуры t_{MIN}, мА;

Диапазоны измерений температуры и диапазон температуры окружающей среды приведены в паспорте на регистратор.

Погрешность регистратора при преобразовании сигнала от первичного преобразователя в значение давления перегретого пара проводится по формулам:

а) при использовании токового входа (абсолютное давление)

$$\delta P = \frac{1}{P} \cdot \frac{P_{MAX} - P_{MIN}}{I_{MAX} - I_{MIN}} \cdot \sqrt{\gamma I^2 + \left(\gamma I_T \cdot \Delta T_{MAX}\right)^2} ;$$

б) при использовании токового входа (избыточное давление)

$$\delta P = \frac{\sqrt{(P_И \cdot \delta P_И)^2 + (P_Б \cdot \delta P_Б)^2}}{P_И + P_Б},$$

где

$$\delta P_И = \frac{1}{P_И} \cdot \frac{P_{ИMAX} - P_{ИMIN}}{I_{MAX} - I_{MIN}} \cdot \sqrt{\gamma I^2 + (\gamma I_T \cdot \Delta T_{MAX})^2},$$

$$\delta P_Б = \frac{1}{P_Б} \cdot \frac{P_{БMAX} - P_{БMIN}}{I_{MAX} - I_{MIN}} \cdot \sqrt{\gamma I^2 + (\gamma I_T \cdot \Delta T_{MAX})^2};$$

б) при использовании протокола HART

$$\delta P = 0,$$

где

P_{MAX} - верхний предел диапазона измерений абсолютного давления пара;

P_{MIN} - нижний предел диапазона измерений абсолютного давления пара;

$P_{ИMAX}$ - верхний предел диапазона измерений избыточного давления пара;

$P_{ИMIN}$ - нижний предел диапазона измерений избыточного давления пара;

$P_{БMAX}$ - верхний предел диапазона измерений барометрического давления пара;

$P_{БMIN}$ - нижний предел диапазона измерений барометрического давления пара;

γI - пределы основной приведенной погрешности регистратора при преобразовании сигналов токовых сигналов в цифровое значение давления, %;

γI_T - пределы дополнительной от влияния температуры окружающей среды приведенной погрешности регистратора при преобразовании токовых сигналов в цифровое значение давления, %/°С;

I_{MAX} - значение токового выходного сигнала, соответствующее верхнему пределу диапазона измерений давления t_{MAX}, мА;

I_{MIN} - значение токового выходного сигнала, соответствующее нижнему пределу диапазона измерений давления t_{MIN}, мА;

ΔT_{MAX} - максимальное отклонение температуры окружающей среды от 20 °С, °С;

Диапазоны измерений давления и диапазон температуры окружающей среды приведены в паспорте на регистратор.

Примечание – Если барометрическое давление не измеряется, а вводится в регистратор, как условно-постоянный параметр, то при оценке погрешности измерений тепловой энергии пара значение погрешности определения барометрического давления принимают равным нулю.

Относительные коэффициенты чувствительности плотности пара к изменению температуры $\vartheta_{\rho T1}$, плотности пара к изменению абсолютного давления пара $\vartheta_{\rho P1}$, энтальпии пара к изменению температуры ϑ_{hT1}, энтальпии пара к изменению абсолютного давления пара ϑ_{hP1} энтальпии холодной воды к изменению температуры ϑ_{hTx} рассчитывают по приложению А.

Примечание – Если температура холодной воды не измеряется, а вводится в регистратор, как условно-постоянный параметр, то оценку погрешности проводят без учета погрешности определения температуры холодной воды, о чем делают запись в паспорте регистратора.

Результаты считают положительными, если рассчитанная погрешность не более значения, указанного в паспорте.

7.4 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

Номер версии программного обеспечения (ПО) регистратора отображается на его дисплее при включении (рисунок 1).

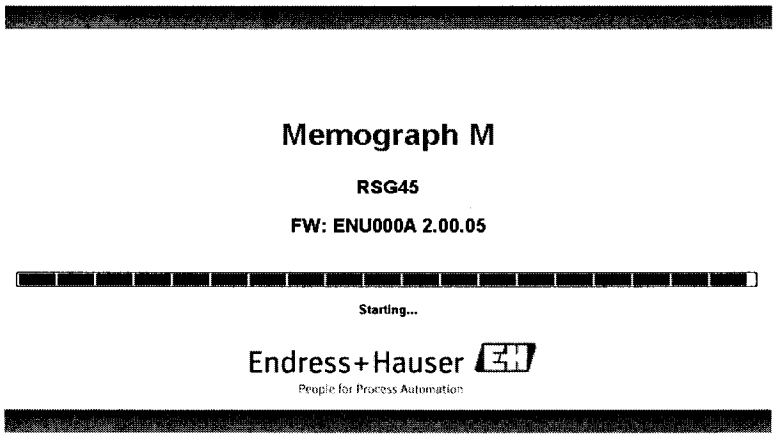


Рисунок 1 - Отображение номера версии ПО при его включении

Также номер версии ПО регистратора выводится на экран путем следующих команд в меню прибора: Диагностика → Сведения о приборе → Версия ПО (рисунок 2)

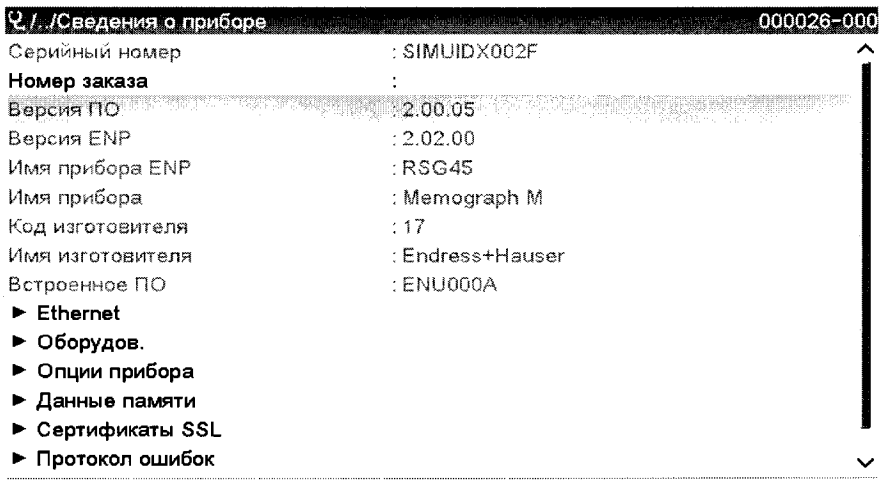


Рисунок 2 - Отображение номера версии ПО в меню прибора

Идентификационные номера Firmware (метрологически значимой части ПО) отображаются как неактивные, не подлежащие изменению.

Результаты проверки идентификационных данных программного обеспечения считают положительными, если они соответствуют описанию типа.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки вносят в протокол произвольной формы.

8.2 При положительных результатах первичной поверки знак поверки наносится в раздел паспорта "Сведения о первичной поверке" в соответствии с требованиями, изложенными в Приказе Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815. (далее — Порядок).

8.3 При положительных результатах периодической поверки в соответствии с требованиями, изложенными в Порядке, наносят знак поверки в раздел паспорта "Заметки по эксплуатации и хранению" или выдают свидетельство о поверке.

8.4 При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности по форме Приложения 2 к Порядку. Прибор к эксплуатации не допускается.

Разработана:

Начальник отдела 201 ФГУП «ВНИИМС» И.М. Каширкина

Зам. начальника отдела 201 ФГУП «ВНИИМС» Ю.А. Шатохина

Начальник сектора отдела 208 ФГУП «ВНИИМС» А.А. Дудыкин

Приложение А. Определение относительных коэффициентов чувствительности плотности и энтальпии измеряемой среды к изменению температуры/ абсолютного давления

А.1. Определение относительного коэффициента чувствительности плотности измеряемой среды к изменению температуры измеряемой среды.

Относительный коэффициент чувствительности плотности измеряемой среды к изменению температуры измеряемой среды рассчитывают по формуле

$$\vartheta_{\rho T} = \frac{\Delta\rho}{\Delta t} \cdot \frac{t}{\rho}, \qquad (A.1)$$

где

$\Delta\rho$ - изменение плотности измеряемой среды при изменении температуры измеряемой среды в трубопроводе на величину Δt;

t - температура измеряемой среды в трубопроводе, °С;

ρ - плотность измеряемой среды в трубопроводе, кг/м^3.

А.2. Определение относительного коэффициента чувствительности плотности измеряемой среды к изменению абсолютного давления.

Относительный коэффициент чувствительности плотности измеряемой среды к изменению абсолютного давления измеряемой среды рассчитывают по формуле

$$\vartheta_{\rho P} = \frac{\Delta\rho}{\Delta P} \cdot \frac{P}{\rho}, \qquad (A.2)$$

где

$\Delta\rho$ - изменение плотности измеряемой среды при изменении абсолютного давления измеряемой среды в трубопроводе на величину ΔP_1;

P - абсолютное давление измеряемой среды в трубопроводе, МПа;

ρ - плотность измеряемой среды в трубопроводе, кг/м^3.

А.3. Определение относительного коэффициента чувствительности энтальпии измеряемой среды к изменению температуры измеряемой среды.

Относительный коэффициент чувствительности энтальпии измеряемой среды к изменению температуры измеряемой среды рассчитывают по формуле

$$\vartheta_{hT} = \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot \frac{t}{h}, \qquad (A.3)$$

где

Δh – изменение энтальпии измеряемой среды при изменении температуры измеряемой среды в трубопроводе на величину Δt;

t - температура измеряемой среды в трубопроводе, °С;

h - энтальпия измеряемой среды в трубопроводе.

А.4. Определение относительного коэффициента чувствительности энтальпии измеряемой среды к изменению абсолютного давления измеряемой среды.

Относительный коэффициент чувствительности энтальпии измеряемой среды к изменению абсолютного давления измеряемой среды рассчитывают по формуле

$$\vartheta_{hP} = \frac{\Delta h}{\Delta P} \cdot \frac{P}{h}, \qquad \text{(А.4)}$$

где

Δh - изменение энтальпии измеряемой среды при изменении абсолютного давления измеряемой среды в трубопроводе на величину ΔР;

P - абсолютное давление измеряемой среды в трубопроводе, МПа;

h - энтальпия измеряемой среды в трубопроводе.