ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.758— 2011

Государственная система обеспечения единства измерений

ГИГРОМЕТРЫ КУЛОНОМЕТРИЧЕСКИЕ

Общие технические условия

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»), Восточно-Сибирский филиал

2 ВНЕСЕН Управлением метрологии Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 1089-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Март 2019 г.

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© Стандартинформ, оформление, 2014, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и обозначения 2
4 Общие положения 3
5 Основные параметры 4
6 Технические требования 5
7 Требования безопасности 8
8 Комплектность 8
9 Правила приемки 8
10 Методы испытаний 9
11 Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение 13
12 Гарантии изготовителя 13
Библиография 14

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ГИГРОМЕТРЫ КУЛОНОМЕТРИЧЕСКИЕ

Общие технические условия

Atate system for ensuring the uniformity of measurements. Coulometric hygrometers. General specifications

Дата введения — 2013—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на кулонометрические гигрометры и измерительные преобразователи (далее — гигрометры), предназначенные для косвенного измерения объемной доли влаги путем извлечения ее из дозируемого потока анализируемого газа и последующего измерения тока электролиза этой влаги в чувствительном элементе.

Стандарт распространяется на гигрометры Государственной системы промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП) по ГОСТ Р 52931.

На гигрометры специального назначения настоящий стандарт распространяется в части требований к метрологическим и динамическим характеристикам.

Стандарт не распространяется на гигрометры, предназначенные для измерений объемной доли влаги в агрессивных газах.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.601 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

ГОСТ 8.417 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин

ГОСТ 12.2.007.0 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 26.011 Средства измерений и автоматизации. Сигналы тока и напряжения электрические непрерывные входные и выходные

ГОСТ 26.014 Средства измерения и автоматизации. Сигналы электрические кодированные входные и выходные

ГОСТ 14192 Маркировка грузов

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 21130 Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры

ГОСТ 25165 Соединения приборов и устройств ГСП с внешними пневматическими линиями. Типы, основные параметры и размеры. Технические требования

ГОСТ Р 51320 Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи индустриальные. Методы испытаний технических средств — источников индустриальных радиопомех

ГОСТ Р 52931 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия

Издание официальное

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и обозначения

3.1 В настоящем стандарте применены термины согласно рекомендациям [1], [2], а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **номинальное входное давление:** Давление анализируемого газа на входе гигрометра, при котором проводят его настройку.

3.1.2 **испытательное давление:** Давление в газовой системе гигрометра, при котором проводят проверку его герметичности.

3.1.3 **номинальный расход газа:** Расход анализируемого газа через чувствительный элемент, учитываемый в номинальной статической характеристике преобразования гигрометра.

3.1.4 **агрессивный газ:** Газ или газовая смесь с объемной долей более 0,2 % одного или нескольких следующих компонентов состава — хлора, фтора, хлористого водорода, сернистого водорода, оксидов серы, оксидов азота, паров брома и йода — или с массовой концентрацией более 5 мг/м^3 конденсата серной, соляной или азотной кислоты.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

$\delta_{о.д}$ — предел допускаемого значения основной приведенной (к наибольшему значению диапазона измерений) погрешности гигрометра, %;

$\delta_{о}$ — основная приведенная погрешность гигрометра, %;

$\delta_{Iд}$ — предел допускаемого значения приведенной погрешности преобразования тока чувствительного элемента в выходной сигнал гигрометра, %;

δ_{I} — приведенная погрешность преобразования тока чувствительного элемента в выходной сигнал гигрометра, %;

$\delta_{Qд}$ — предел допускаемого значения приведенной погрешности, обусловленной отклонением расхода газа через чувствительный элемент от номинального, %;

δ_{Q} — приведенная погрешность, обусловленная отклонением расхода газа через чувствительный элемент от номинального, %;

$\delta_{ф.д}$ — предел допускаемого значения приведенной погрешности, обусловленной фоновым выходным сигналом гигрометра, %;

$\delta_{ф}$ — приведенная погрешность, обусловленная фоновым выходным сигналом гигрометра, %;

$\delta_{н.д}$ — предел допускаемого значения приведенной погрешности, обусловленной неполным извлечением влаги в чувствительном элементе, %;

$\delta_{н}$ — приведенная погрешность, обусловленная неполным извлечением влаги в чувствительном элементе, %;

$\delta I(\xi)$ — наибольшие допускаемые изменения основной приведенной погрешности, вызванные изменениями внешних влияющих величин, %;

B — влажность, соответствующая току чувствительного элемента по номинальной статической характеристике преобразования, млн$^{-1}$;

I — ток чувствительного элемента, мкА;

$Q_{н}$ — номинальный расход газа через чувствительный элемент, см^3/мин;

A — количество электричества, мкКл;

$t_{ц}$ — время цикла, с;

T — температура окружающей среды, °С;

$p_а$ — атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.);

$B_ф$ — фоновый выходной сигнал гигрометра, млн$^{-1}$;

$П_п$ — наибольшее значение диапазона измерений, млн$^{-1}$;

$t_и$ — время измерения, с;

$p_н$ — номинальное входное давление анализируемого газа, МПа (кгс/см^2);

Q — расход газа через чувствительный элемент при условиях измерения (T, $p_а$), см^3/мин;

$Q_н^{пр}$ — номинальный расход газа через чувствительный элемент, приведенный к условиям измерения, см^3/мин;

$B_д$ — действительная влажность газа, млн$^{-1}$;

Q' — расход газа через чувствительный элемент, приведенный к условиям T = 20 °С и $p_а$ = 101,3 кПа (760 мм рт. ст.);

$p_о$ — нормальное атмосферное давление, 101,3 кПа (760 мм рт. ст.);

d — коэффициент, учитывающий увеличение расхода газа за счет продуктов разложения воды;

$B_г$ — выходной сигнал гигрометра в режиме измерения, млн$^{-1}$;

$U_п$ — наибольшее значение диапазона измерений самопишущего потенциометра, мВ;

S — площадь, ограниченная кривой сигнала, см^2;

R — сопротивление, с которого снимается сигнал на потенциометр, Ом;

l — ширина диаграмм самопишущего потенциометра, см;

v — скорость диаграммы, см/с;

$B_к$ — выходной сигнал гигрометра в режиме контроля полноты извлечения влаги, млн$^{-1}$;

α — коэффициент, зависящий от диаметра капилляра в чувствительном элементе, качества заполнения его поверхности сорбентом, коэффициента диффузии, связанного с родом газа, и от расхода газа.

β — коэффициент, учитывающий нормируемую полноту извлечения, номинальный расход газа через чувствительный элемент и длину контрольной части чувствительного элемента;

c — коэффициент, численно равный доле длины контрольной части чувствительного элемента от общей его длины;

$p_г$ — давление анализируемого газа, МПа (кг/см^2);

$\Delta B = B_г - B_д$, млн$^{-1}$;

$к$ — коэффициент, обусловленный выбором единиц измерений.

3.3 Некоторые физические постоянные

Элементарный электрический заряд $e = 1{,}602176487 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Число Авогадро $N_A = 6{,}02214179 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$.

4 Общие положения

4.1 Гигрометры должны обеспечивать информационную связь с другими изделиями.

4.2 В зависимости от формы выработки измерительной информации гигрометры могут быть:

- аналоговыми;
- цифровыми.

4.3 В зависимости от формы представления измерительной информации гигрометры могут быть:

- показывающими;
- регистрирующими.

4.4 По режиму работы гигрометры могут быть:

- непрерывно действующими;
- циклическими.

4.5 По эксплуатационной законченности гигрометры следует изготавливать как изделия третьего порядка по ГОСТ Р 52931 (см. 3.1).

4.6 В зависимости от способа установки в условиях эксплуатации гигрометры следует изготавливать:

- стационарными (щитовыми и лабораторными);
- переносными.

4.7 В зависимости от воздействия окружающей среды и по устойчивости к механическим воздействиям гигрометры следует изготавливать в исполнениях по ГОСТ Р 52931 (см. 5.2; 5.5).

4.8 Устанавливают следующие классы точности гигрометров: 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0.

Многодиапазонным гигрометрам может быть присвоено два и более класса точности.

5 Основные параметры

5.1 Измеряемую величину выражают в единицах объемной доли влаги, указанных в таблице 1.

Допускается в качестве дополнительных единиц для выражения измеряемой величины использовать единицы величин по ГОСТ 8.417.

Таблица 1

Наименование единицы	Обозначение единицы	
	русское	международное
Процент	%	%
Промилле	‰	‰
Миллионная доля	млн$^{-1}$	ppm

5.2 Метрологические характеристики гигрометров

5.2.1 В технических условиях на гигрометры конкретного типа должны быть нормированы следующие метрологические характеристики:

- диапазон (диапазоны) измерений или пределы измерений;
- пределы допускаемой основной погрешности;
- составляющие основной погрешности:

1) пределы допускаемой погрешности преобразования тока чувствительного элемента в выходной сигнал гигрометра;

2) пределы допускаемой погрешности, обусловленной отклонением значения расхода газа через чувствительный элемент от номинального значения;

3) предел допускаемой погрешности, обусловленной фоновым выходным сигналом гигрометра;

4) предел допускаемой погрешности, обусловленной неполным извлечением влаги из чувствительного элемента;

- наибольшие допускаемые изменения погрешности, вызванные изменениями внешних влияющих величин;
- число разрядов, минимальная цена единицы наименьшего разряда цифрового гигрометра;
- параметры выходных сигналов, предназначенных для информационной связи с другими изделиями.

5.2.2 Пределы допускаемых значений составляющих основной приведенной погрешности $\delta_{о.д}$ должны быть нормированы при условии выполнения неравенства

$$|\delta_{о.\,д}| \geq |\delta_{Iд}| + |\delta_{ф.\,д} + \delta_{н.\,д}| + |\delta_{Qд}|. \quad (1)$$

Примечание — Суммирование $\delta_{н.\,д}$ и $\delta_{ф.\,д}$ проводят алгебраически, т. е. с учетом знаков (эти систематические погрешности всегда влияют на основную приведенную погрешность $\delta_{о.\,д}$ в противоположных направлениях).

5.2.3 Номинальную статическую характеристику преобразования первичного измерительного преобразователя B определяют по формулам:

- для непрерывно действующего гигрометра

$$B = 7{,}48\frac{I}{Q_н}, \quad (2)$$

где 7,48 — коэффициент, обусловленный выбором единиц измерения, (млн$^{-1}$ см^3)/(мкА мин);

- для циклического гигрометра

$$B = 7{,}48\frac{I}{Q_н t_ц}, \quad (3)$$

5.2.4 Если наибольшие изменения погрешности, вызванные изменениями внешних влияющих величин в пределах рабочих условий применения гигрометров, не превышают 20 % основной погрешности, то вместо пределов допускаемой основной погрешности должны быть нормированы пределы допускаемой погрешности для рабочих условий применения гигрометров, при этом характеристику Δ/ξ не нормируют.

5.2.5 Наибольшие значения диапазонов измерений гигрометров выбирают из ряда $1 \cdot 10^n$; $2 \cdot 10^n$; $5 \cdot 10^n$ млн$^{-1}$, где n = минус 1; 0; 1; 2; 3; 4; 5.

5.2.6 Выходные сигналы гигрометров, предназначенные для информационной связи с другими изделиями, должны быть представленными:

- электрическими непрерывными сигналами тока и (или) напряжения по ГОСТ 26.011;
- электрическими кодированными сигналами по ГОСТ 26.014.

Конкретные значения параметров выходных сигналов устанавливают в технических условиях на гигрометры конкретных типов.

5.3 Состав анализируемого газа устанавливают в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

5.4 Расход анализируемого газа через гигрометр должен быть не более 6000 см^3/мин (10^{-4} м^3/с).

5.5 Номинальный расход анализируемого газа через чувствительный элемент устанавливают в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

Номинальный расход газа указывают для следующих условий:

- температуры окружающей среды 20 °С;
- атмосферного давления 101,3 кПа (760 мм рт. ст.).

5.6 Входное избыточное давление анализируемого газа выбирают из диапазона от минус 0,005 МПа (минус 0,05 кгс/см^2) до 40 МПа (400 кгс/см^2).

5.7 Нормальные условия применения гигрометров:

- температура окружающей среды (20 ± 2) °С — для гигрометров классов точности 0,5; 1,0; 1,5 и (20 ± 5) °С — для гигрометров классов точности 2,5; 4,0; 6,0; 10,0;
- относительная влажность окружающей среды — не более 80 %;
- атмосферное давление — от 94,5 до 104,6 кПа (от 710 до 785 мм рт. ст.);
- отклонение значения напряжения питания от номинального значения — не более ± 10 %; максимальный коэффициент высших гармоник — 5 %;
- отклонение значения входного давления анализируемого газа от номинального значения — не более ± 6 %;
- состав и параметры анализируемого газа — в соответствии с 5.3.

5.8 Рабочие условия применения гигрометров

5.8.1 Температура, относительная влажность окружающей среды и атмосферное давление в зависимости от группы исполнения и категории размещения — по ГОСТ Р 52931.

5.8.2 Электрическое питание гигрометров — по ГОСТ Р 52931.

5.8.3 Параметры воздействующих факторов для гигрометров, защищенных от соответствующих внешних воздействий, должны быть установлены в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

5.9 Поверку гигрометров при выпуске из производства и в эксплуатации осуществляют комплектным методом по рекомендации [3].

Определение составляющих погрешности должно быть выполнено: изготовителем при выпуске из производства перед первичной поверкой и потребителем — при эксплуатации во время обязательных регламентных работ и перед периодической поверкой.

6 Технические требования

6.1 Гигрометры должны быть изготовлены в соответствии с требованиями настоящего стандарта по рабочим чертежам и техническим условиям на гигрометры конкретного типа, утвержденным в установленном порядке.

6.2 Основная погрешность гигрометра в зависимости от класса точности должна быть не более установленных пределов, указанных в таблице 2.

Таблица 2

Класс точности гигрометра	$\delta_{о.д}$	$\delta l(T)$	$\delta l(p_a)$	$\delta l(p_г)$
0,5	±0,5	±0,5	±0,25	±0,25
1,0	±1,0	±1,0	±0,50	±0,60
1,5	±1,5	±1,2	±0,50	±0,60
2,5	±2,5	±2,0	±0,75	±1,00
4,0	±4,0	±2,0	±0,75	±1,00
6,0	±6,0	±3,0	±1,20	±1,50
10,0	±10,0	±5,0	±2,0	±2,50

6.3 Погрешность преобразования тока чувствительного элемента в выходной сигнал гигрометра и погрешность гигрометра, обусловленная отклонением расхода газа через чувствительный элемент от номинального должны быть не более пределов допускаемых значений, указанных в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

6.4 Погрешность гигрометра, обусловленная фоновым сигналом, должна быть не более установленных пределов, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Диапазон измерений, млн$^{-1}$	Предел допускаемой погрешности $\delta_{ф.д}$, доли $\delta_{о.д}$
От 20,00 до 500000,0	0,20
От 2,00 до 20,0	0,50
От 0,20 до 2,0	0,50
От 0,02 до 0,2	0,75

6.5 Полнота извлечения влаги из анализируемого газа в режиме измерения должна быть не менее, а погрешность гигрометра, обусловленная неполным извлечением влаги, не более значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Класс точности гигрометра	Полнота извлечения влаги в режиме измерения, %	Предел допускаемой погрешности, $\delta_{н.д}$, %
0,5; 1,0	99,75	0,25
1,5; 2,5	99,25	0,75
4,0; 6,0; 10,0	98,00	2,00

6.6 Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванные изменениями в пределах рабочих условий:

- температуры окружающей среды на 10 °С [$\delta/(T)$];
- атмосферного давления на 33 гПа (25 мм рт. ст.) [$\delta/(p_a)$];
- давления анализируемого газа от номинального входного давления на 30 % [$\delta/(p_г)$] должны быть не более указанных в таблице 2.

6.7 Время непрерывной работы гигрометра, в течение которого изменение основной погрешности не превышает $0{,}5\delta_{о.д}$ (стабильность гигрометра), должно быть указано в технических условиях на гигрометры конкретного типа и выбрано из ряда: 30; 60; 120 сут.

6.8 Требования к динамическим характеристикам

6.8.1 Динамические характеристики гигрометров должны быть нормированы для нормальных условий, указанных в 5.7.

6.8.2 Время начала реагирования, время реакции (установление показаний) должны быть не более указанных в таблице 5.

Таблица 5

Диапазон измерений, млн$^{-1}$	Динамические характеристики, мин	
	Время начала реагирования	Время реакции
От $5 \cdot 10^5$ до $5 \cdot 10^3$	0,2	15,0
От $5 \cdot 10^3$ до 20,0	0,5	15,0
От 20,0 до 2,0	1,0	30,0
От 2,0 до 0,2	3,0	90,0

6.9 Электрическая прочность изоляции и электрическое сопротивление изоляции цепей гигрометра должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52931.

6.10 Спад давления в замкнутой газовой системе гигрометра (далее — газовая система), находящейся под испытательным давлением, указанным в таблице 6, в течение 15 мин должен быть не более 2 кПа (0,02 кгс/см^2).

Таблица 6

Номинальное входное давление	Испытательное давление
От 0,005 МПа (0,05 кгс/см^2) разрежения до 0,2 МПа (2 кгс/см^2) избыточного давления	1,5 $p_н$, но не менее 0,1 МПа (1 кгс/см^2)
Свыше 0,2 МПа (2 кгс/см^2) до 40 МПа (400 кгс/см^2) избыточного давления	0,3 МПа (3 кгс/см^2)

6.11 Требования к конструкции

6.11.1 Гигрометры после замены сменных деталей, узлов и блоков и проведения обслуживания, регламентированного эксплуатационной документацией (юстировка, проверка герметичности и т. п.), должны соответствовать требованиям технических условий.

6.11.2 Виды конструктивных элементов гигрометров, предназначенных для присоединения к ним внешних электрических и пневматических линий, и их присоединительные размеры должны быть выбраны по ГОСТ 25165.

Присоединительные размеры конструктивных элементов гигрометров, предназначенные для присоединения к ним внешних пневматических линий, могут отличаться от указанных в ГОСТ 25165.

6.11.3 Гигрометры с наибольшим значением диапазона измерений менее или равным $2 \cdot 10^4$ млн$^{-1}$ должны включать в себя системы защиты от перегрузок или сигнализацию о перегрузке по влажности анализируемого газа.

6.11.4 Гигрометры должны включать в себя систему контроля полноты извлечения влаги из анализируемого газа.

Система должна быть построена таким образом, чтобы в режиме измерений в выходной сигнал гигрометра преобразовывался суммарный ток рабочей и контрольной частей чувствительного элемента, в режиме контроля — ток контрольной части чувствительного элемента.

6.11.5 В технических условиях на гигрометры конкретного типа должны быть указаны общая длина чувствительного элемента и длина его контрольной части.

6.11.6 Конструкция гигрометров должна обеспечивать подключение внешнего микроамперметра и имитатора чувствительного элемента без разборки гигрометра.

6.12 Уровень радиопомех, создаваемых гигрометрами, не должен превышать норм, предусмотренных общесоюзными нормами допускаемых индустриальных радиопомех [4].

6.13 Требования по устойчивости к внешним воздействиям

6.13.1 Характеристики гигрометров должны быть неизменными при воздействии на гигрометры индустриальных радиопомех, не превышающих норм, предусмотренных в общесоюзных нормах допускаемых индустриальных радиопомех [4].

6.13.2 Требования к гигрометрам по устойчивости к механическим воздействиям — по ГОСТ Р 52931.

6.13.3 Требования к гигрометрам виброустойчивого исполнения — по ГОСТ Р 52931.

6.13.4 Требования к пылезащищенным гигрометрам — по ГОСТ Р 52931.

6.13.5 Требования к водозащищенным гигрометрам — по ГОСТ Р 52931.

6.13.6 Требования к гигрометрам, защищенным от агрессивной среды и к взрывобезопасным гигрометрам должны быть установлены в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

6.13.7 Требования к гигрометрам в упаковке для транспортирования — по ГОСТ Р 52931.

6.14 Требования к надежности

6.14.1 Для гигрометров устанавливают следующие показатели надежности:

- среднюю наработку на отказ;
- полный средний срок службы;
- среднее время восстановления работоспособного состояния.

6.14.2 Нормы показателей надежности и условия, для которых их нормируют, устанавливают в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

6.14.3 В качестве параметра, по которому определяют отказ гигрометров, используют выход значений основной погрешности за пределы допускаемых значений.

6.14.4 Средняя наработка на отказ гигрометров должна быть не менее 18000 ч.

6.14.5 Установленная безотказная наработка гигрометров должна быть не менее 1800 ч.

6.14.6 Значения полного среднего срока службы выбирают из ряда: 8, 10, 12 лет.

6.14.7 Значения среднего времени восстановления работоспособного состояния выбирают из ряда: 0,5; 1; 2; 4; 8; 16; 32 ч.

7 Требования безопасности

7.1 Гигрометры не должны быть источниками вредных выделений.

7.2 Требования электробезопасности и конструкции гигрометров — по ГОСТ 12.2.007.0.

7.3 Требования к заземлению — по ГОСТ 21130.

8 Комплектность

Комплектность гигрометров устанавливают в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

В комплект включают эксплуатационную документацию по ГОСТ 2.601.

Эксплуатационная документация должна содержать:

- порядок выполнения регламентных работ по определению составляющих погрешности гигрометра;
- таблицу перевода объемной доли влаги в массовую концентрацию и точку росы/инея в диапазоне измерений гигрометра для давления 101,3 кПа;
- сведения о времени наработки гигрометров, подвергнутых контрольным испытаниям на надежность.

9 Правила приемки

9.1 Гигрометры подвергают приемо-сдаточным испытаниям и испытаниям на надежность.

9.2 Порядок проведения испытаний в целях утверждения типа — по правилам [5].

9.3 При приемо-сдаточных испытаниях гигрометры подвергают проверке на соответствие требованиям пунктов:

- 6.1—6.6 [в части определения $\delta I(p_г)$];
- 6.9 (в части проверки электрического сопротивления изоляции);
- 6.10 (в части проверки газовой системы гигрометра);
- 10.1 (в части условий внешней среды).

Объем испытаний устанавливают в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

Фоновый выходной сигнал и приведенную погрешность, обусловленную фоновым выходным сигналом гигрометра $\delta_ф$, допускается не вычислять и $\delta_ф$ не учитывать при определении основной приве-

денной погрешности гигрометра $\delta_о$ в тех случаях, когда значения $\delta_ф$, полученные во время предыдущих испытаний, не превышают $0{,}1\delta_{о.д}$.

Перед приемо-сдаточными испытаниями должна быть проведена технологическая наработка гигрометров продолжительностью не менее 24 ч при условиях, которые устанавливают в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

9.4 Испытания гигрометров проводят на соответствие всем требованиям настоящего стандарта, кроме 6.14, не менее чем на трех гигрометрах.

При получении неудовлетворительных результатов испытаний хотя бы по одному из требований настоящего стандарта проводят повторные испытания удвоенного числа гигрометров.

Результаты повторных испытаний считают окончательными.

9.5 Испытания на надежность

9.5.1 Гигрометры должны быть подвергнуты контрольным испытаниям на надежность при выпуске установочной серии, а также при серийном или массовом производстве один раз в три года в тех случаях, когда объем годового выпуска превышает 150 шт.

9.6 Порядок испытания гигрометров на взрывобезопасность — по [6].

10 Методы испытаний

10.1 Определение метрологических характеристик гигрометра проводят при нормальных условиях применения (5.7), при этом изменения влажности окружающей среды и атмосферного давления должны быть не более ±5 % и ±660 Па (±5 мм рт. ст.).

10.2 Соответствие комплектности гигрометров разделу 8 проверяют визуально.

10.3 Определение основной погрешности

10.3.1 Основную погрешность гигрометра (6.2) определяют по формуле

$$\delta_о = \delta_I + \delta_Q + \delta_ф + \delta_н. \qquad (4)$$

Приведенные погрешности δ_I, δ_Q, $\delta_ф$, $\delta_н$ суммируют алгебраически, т. е. с учетом знака.

10.3.2 Для определения погрешности δ_I (6.3) непрерывно действующего гигрометра в разрыв цепи чувствительного элемента (гнездо «Поверка») включают микроамперметр с погрешностью не более 0,3 $\delta_{Iд}$.

Вместо чувствительного элемента к электрической схеме подключают его имитатор — магазин сопротивлений. Регулируя сопротивление магазина, устанавливают требуемый выходной сигнал $B_г$ гигрометра, отсчитывают показания микроамперметра и определяют соответствующую этому току влажность B по номинальной статической характеристике преобразования по формуле (2).

Приведенную погрешность δ_I в процентах определяют по формуле

$$\delta_I = \frac{B_г - B}{П_п} 100, \qquad (5)$$

где $П_п$ — верхний предел диапазона измерений гигрометра.

Погрешность δ_I однодиапазонных гигрометров определяют в пяти равномерно расположенных отметках шкалы, многодиапазонных — в трех равномерно расположенных отметках шкалы каждого диапазона измерений, цифровых — при значениях влажности, соответствующих каждой четверти диапазонов измерений.

Для определения погрешности δ_I циклический гигрометр включают в работу, в разрыв цепи чувствительного элемента (гнездо «Поверка») включают магазин сопротивления класса 0,1, сопротивление которого подбирают таким, чтобы падение напряжения на нем при заданной влажности не превышало 10 мВ. Падение напряжения на магазине сопротивления измеряют автоматическим потенциометром класса 0,25 с диапазоном измерений 0—10 мВ (время прохождения указателем всей шкалы — не более 1 с).

На вход первичного измерительного преобразователя подают анализируемый газ с влажностью, соответствующей проверяемому диапазону измерений.

После установления постоянного выходного сигнала гигрометра проводят его отсчет. Одновременно записывается кривая сигнала на потенциометре за один цикл работы.

Измеряют площадь, ограниченную кривой сигнала, и определяют количество электричества A, прошедшего через чувствительный элемент, по формуле

$$A = \frac{U_{\text{п}} S}{R / v} 10^3, \tag{6}$$

где 10^3 — коэффициент, обусловленный выбором единиц физических величин, $\frac{\text{мкКл} \cdot \text{Ом}}{\text{с} \cdot \text{мВ}}$.

Определяют соответствующую измеренному количеству электричества влажность по номинальной статической характеристике преобразования по формуле (3) и δ_I — по формуле (5).

10.3.3 Для определения погрешности δ_Q (6.3) гигрометр включают в работу на анализируемом газе с влажностью, соответствующей любому диапазону измерений. К штуцеру выхода потока газа, пропускаемого через чувствительный элемент, подключают измеритель расхода газа с диапазоном измерений 10—100 см^3/мин и основной погрешностью не более 0,3 $\delta_{\text{о. д}}$. Проводят измерения:

- расхода газа (среднее значение результатов не менее пяти измерений);
- температуры окружающей среды термометром с диапазоном измерений от 0 °С до 50 °С и ценой деления 0,1 °С;
- атмосферного давления барометром-анероидом с диапазоном измерений 80—106 кПа (600—790 мм рт. ст.) и погрешностью не более ±0,1 кПа (±0,8 мм рт. ст.).

Номинальный расход газа приводят к условиям измерения по формуле

$$Q_{\text{н}}^{\text{пр}} = Q_{\text{н}} \frac{p_0 (T + 273{,}16)}{p_a (293{,}16)}. \tag{7}$$

Погрешность δ_Q, %, гигрометра определяют по формуле

$$\delta_Q = \frac{Q - Q_{\text{н}}^{\text{пр}}}{Q_{\text{н}}^{\text{пр}}} 100. \tag{8}$$

Примечание — При измерении расхода газа гигрометров, работающих на анализируемом газе с влажностью более 2000 млн$^{-1}$, должна быть введена поправка на увеличение расхода за счет продуктов разложения воды. Поправку вводят умножением значения измеренного расхода газа на коэффициент d, где

$$d = (1 - 5)10^{-7} \text{ В}. \tag{9}$$

10.3.4 Для определения фонового выходного сигнала (6.4) гигрометр включают в работу. На вход первичного измерительного преобразователя подают газ с влажностью не более 0,02 млн$^{-1}$ (газ после осушителя — сосуда, заполненного сухой пятиокисью фосфора) и после продувки в течение 5—100 ч (в зависимости от нормируемого значения фонового выходного сигнала) отсчитывают выходной сигнал гигрометра.

10.3.5 Для проверки полноты извлечения влаги (6.5) гигрометр включают в работу на анализируемом газе с влажностью не менее 100 млн$^{-1}$.

После установления постоянного выходного сигнала гигрометра проводят его отсчет в режимах измерения и контроля.

Гигрометр соответствует требованиям 6.5, если значение выходного сигнала в режиме «Контроль полноты извлечения влаги» удовлетворяет неравенству

$$B_{\text{к}} \le \beta B_{\text{г}} + c B_{\text{ф}}. \tag{10}$$

Значения коэффициента β должны быть приведены в технических условиях и эксплуатационной документации на гигрометры конкретного типа.

Относительную погрешность $\delta_{\text{н}}$ в процентах для экспоненциального закона распределения рассчитывают по формуле

$$\delta_{\text{н}} = -\frac{B_{\text{к}}}{B_{\text{г}}} e^{-\alpha I}, \tag{11}$$

где α — коэффициент, зависящий от диаметра капилляра в чувствительном элементе, качества заполнения его поверхности сорбентом, коэффициента диффузии, связанного с родом газа, и от расхода газа.

Методика расчета погрешности $\delta_н$ для других законов распределения тока по длине — в соответствии с техническими условиями на гигрометры конкретного типа.

10.4 Для определения изменения погрешности гигрометра, вызванного изменением температуры окружающей среды (6.6), гигрометр без самопишущего прибора помещают в климатическую камеру с диапазоном изменения температуры, перекрывающим рабочий диапазон температуры испытуемого гигрометра, и включают в работу.

Колебания температуры в климатической камере должны быть не более ±2 °С.

Проводят отсчет неизменного выходного сигнала гигрометра при условиях (5.5).

Температуру в климатической камере поочередно повышают и понижают до предельных для гигрометра рабочих значений температуры (5.8) со скоростью не более 10 °С/ч, выдерживают гигрометр при каждом из задаваемых значений температуры до установления неизменного выходного сигнала, но не менее 3 ч, и проводят его отсчет.

Рассчитывают изменения выходного сигнала гигрометра, приходящиеся на 10 °С изменения температуры, и выражают их в процентах или в долях $\delta_{о.\,д}$.

Определение изменения погрешности гигрометра, вызванного изменением температуры, проводят при значениях объемной доли влаги, указанных в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

10.5 Для определения изменения погрешности гигрометра, вызванного изменением атмосферного давления (6.6), первичный измерительный преобразователь гигрометра помещают в барокамеру и включают в работу гигрометр на любом из диапазонов измерений.

После установления неизменного выходного сигнала гигрометра при нормальных условиях (5.7) давление в барокамере поочередно понижают и повышают до предельных рабочих значений, атмосферного давления (5.8), выдерживают гигрометр при каждом из задаваемых значений давления до установления неизменного выходного сигнала, но не менее 15 мин, и отсчитывают неизменный выходной сигнал при нормальном и предельных значениях давления.

Рассчитывают изменение выходного сигнала гигрометра, приходящееся на 33 гПа (25 мм рт. ст.) изменения давления, и выражают его в процентах или долях $\delta_{о.\,д}$.

10.6 Определение изменения погрешности гигрометра, вызванного изменением давления анализируемого газа (6.6), проводят одновременно с определением погрешности δ_Q (10.3.3).

После измерения расхода газа при номинальном входном давлении последовательно повышают и понижают давление анализируемого газа на 30 %.

Измеряют расход через 5 мин после каждого изменения давления.

Изменение погрешности гигрометра, вызванное изменением давления анализируемого газа, определяют как отношение разности расходов газа при повышенном (пониженном) и номинальном давлениях к расходу газа при номинальном давлении и выражают в процентах или долях $\delta_{о.\,д}$.

Если номинальное входное давление анализируемого газа не нормируют, то определение $\delta I(p_т)$ проводят по методике, изложенной в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

10.7 Проверка стабильности

Для проверки стабильности (6.7) гигрометр включают в работу.

К штуцеру выхода потока газа, пропускаемого через чувствительный элемент, подключают измеритель расхода газа с диапазоном измерений 10—100 см^3/мин, в разрыв цепи чувствительного элемента (гнездо «Поверка») включают микроамперметр. Основная погрешность измерителя расхода газа не должна быть более $0{,}3\delta_{Qд}$, а микроамперметра — $0{,}3\delta_{Iд}$.

На вход первичного измерительного преобразователя подают анализируемый газ с влажностью, соответствующей второй трети диапазона измерений, проводят регистрацию выходного сигнала гигрометра в течение 15 сут.

Не менее трех раз ежесуточно определяют средние значения разности выходного сигнала гигрометра и действительной влажности газа ΔB из n измерений ($n \geq 5$ для гигрометров классов точности 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 и $n \geq 3$ — для гигрометров классов точности 4,0; 6,0 и 10,0).

Действительную влажность $B_д$ непрерывно действующего гигрометра определяют по формуле

$$B_д = \frac{kI(T + 273{,}16)}{Q_{p_a}}, \qquad (12)$$

где k = 2,58 (при выражении атмосферного давления, кПа),

k = 19,39 (при выражении атмосферного давления, мм рт. ст.).

Действительную влажность газа циклического гигрометра определяют по методике, изложенной в 10.3.2. При расчете действительной влажности в формулу (3) вместо $Q_н$ подставляют значение измеренного расхода газа, приведенного к указанным в 5.7 условиям, по формуле

$$Q' = Q\frac{p_a(293{,}16)}{p_0(T + 273{,}16)}. \quad (13)$$

Определяют наибольшее изменение ΔB в процентах за время проверки стабильности и выражают его в долях $\delta_{о.д}$ по формуле

$$\Delta B = \frac{\Delta B_{max} - \Delta B_{min}}{B_д \delta_{о.д}} 100. \quad (14)$$

Гигрометр соответствует требованию 6.7 по стабильности, если полученное значение изменения ΔB не превышает указанного в таблице 7.

Таблица 7

Стабильность гигрометра, сут	Предел допускаемого значения, доли
30; 60; 120	0,2
15	0,3

10.8 Проверка системы защиты гигрометра от перегрузок по влажности

10.8.1 Проверка системы защиты гигрометра от перегрузок по влажности (6.11.3) включает в себя:

- определение влажности анализируемого газа, при которой срабатывает система защиты от перегрузки (прекращается поступление анализируемого газа в чувствительный элемент);
- проверку герметичности запирающего устройства, предохраняющего чувствительный элемент от поступления в него анализируемого газа.

10.8.2 Определение влажности анализируемого газа, при которой срабатывает система защиты от перегрузки, проводят по методике, указанной в 10.3.2.

Регулируя сопротивление, плавно увеличивают ток до момента срабатывания системы защиты и определяют соответствующую этому току влажность по номинальной статической характеристике преобразования по формуле (2).

Способ индикации срабатывания системы защиты — по техническим условиям на гигрометры конкретного типа.

10.8.3 Герметичность запирающего устройства проверяют одновременно с определением приведенной погрешности (10.3.3). Тумблер «Сеть» переводят в положение «Откл.» и в течение 1 мин измеряют расход газа через чувствительный элемент. Расход газа должен быть не более 0,2 $см^3$/мин.

10.9 Определение динамических характеристик гигрометра

Для определения динамических характеристик гигрометра (6.8) к входному штуцеру первичного измерительного преобразователя подсоединяют трехходовой кран-переключатель (длина соединительной трубки от крана до первичного преобразователя должна быть не более 100 мм).

На вход первичного измерительного преобразователя подают газ с влажностью, соответствующей первой четверти диапазона измерений, после установления неизменного выходного сигнала с помощью трехходового крана немедленно переключают первичный преобразователь на газ с влажностью, соответствующей последней четверти диапазона измерений, и отмечают время переключения.

По записи изменения выходного сигнала гигрометра на диаграмме самопишущего прибора определяют:

- время начала реагирования — время от момента изменения влажности газа (с момента переключения) до момента начала изменения выходного сигнала гигрометра;
- время реакции — время от момента изменения влажности газа до момента, когда значение входного сигнала гигрометра будет отличаться не более чем на $\pm\delta_{о.д}$ от значения нового установившегося выходного сигнала.

Аналогичное определение динамических характеристик проводят при обратном переключении первичного измерительного преобразователя с большей влажности газа на меньшую.

10.10 Проверку электрической прочности изоляции и электрического сопротивления изоляции гигрометра (6.9) проводят в соответствии с ГОСТ Р 52931 для цепей, указанных в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

10.11 Проверку герметичности газовой системы гигрометра (6.10) проводят в соответствии с методикой, установленной в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

10.12 Проверку соответствия гигрометра требованиям настоящего стандарта после замены сменных деталей, узлов и блоков (6.11.2) проводят путем определения основной погрешности в последовательности:

- в гигрометре, прошедшем испытания по 10.3, заменяют детали, узлы или блоки;
- определяют основную погрешность по 10.3.

Гигрометр считают выдержавшим испытания, если значение его основной погрешности не превышает нормированного значения.

10.13 Проверка уровня радиопомех, создаваемых гигрометром (6.12) — по ГОСТ Р 51320.

10.14 Испытания гигрометров на работоспособность и проверку соответствия их метрологических характеристик, нормируемых при воздействии на гигрометры индустриальных радиопомех (6.13.1), устанавливают в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

10.15 Испытания гигрометров на устойчивость к механическим воздействиям (6.13.2) — по ГОСТ Р 52931.

10.16 Испытания гигрометров виброустойчивого исполнения (6.13.3) — по ГОСТ Р 52931.

10.17 Испытания гигрометров на воздействие пыли (6.13.4) — по ГОСТ Р 52931.

10.18 Испытания гигрометров на воздействие воды (6.13.5) — по ГОСТ Р 52931.

10.19 Испытания гигрометров, защищенных от агрессивной среды и взрывобезопасных (6.13.6), — по техническим условиям на гигрометры конкретного типа.

10.20 Испытания гигрометров в упаковке для транспортирования (6.13.7) — по ГОСТ Р 52931.

10.21 Испытания гигрометров на надежность (6.14) проводят по методике, изложенной в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

11 Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

11.1 Маркировка гигрометров — по ГОСТ Р 52931.

11.2 На циферблате или передней панели гигрометра должны быть нанесены обозначения единицы измеряемой величины и химический символ воды.

11.3 Упаковку гигрометров проводят в соответствии с требованиями технических условий на гигрометры конкретного типа.

11.4 Маркировка транспортной тары гигрометров — по ГОСТ 14192.

11.5 Транспортирование гигрометров проводят в крытых транспортных средствах любого вида при условиях в части воздействия климатических факторов в соответствии с группой условий хранения Ж2 ГОСТ 15150.

11.6 Гигрометры хранят в условиях (в части воздействия климатических факторов) в соответствии с группой Л по ГОСТ 15150.

12 Гарантии изготовителя

12.1 Изготовитель должен гарантировать соответствие гигрометров требованиям настоящего стандарта при соблюдении условий эксплуатации, транспортирования и хранения.

12.2 Гарантийный срок эксплуатации гигрометров со дня ввода в эксплуатацию — не менее 12 мес — должен быть установлен в технических условиях на гигрометры конкретного типа.

Библиография

[1] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 29—99[1)] — Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения

[2] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 75—2004[2)] — Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения влажности веществ. Термины и определения

[3] Рекомендация МИ 2947—2005 — Государственная система обеспечения единства измерений. Гигрометры кулонометрические. Методика поверки

[4] Нормы 8—95 — Радиопомехи индустриальные. Электроустройства, эксплуатируемые вне жилых домов. Предприятия на выделенных территориях или в отдельных зданиях. Допустимые значения. Методы испытаний

[5] Правила по метрологии ПР 50.2.104—2009 — Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа

[6] Правила сертификации электрооборудования для взрывоопасных сред. Утверждены постановлением Госстандарта России и Гостехнадзора России от 19.03.2003 г. № 28/10

[1)] Действуют РМГ 29—2013.

[2)] Действуют РМГ 75—2014.

УДК 533.275.08:543.275.1.08:006.354

ОКС 17.020
17.040.30

Ключевые слова: влажность, гигрометр, измерение, кулонометрия

Редактор *Е.И. Мосур*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 05.03.2019. Подписано в печать 02.04.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,75.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

ВВК 710-2011