

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА
ИЗМЕРЕНИЙ

ГИГРОМЕТРЫ КУЛОНОМЕТРИЧЕСКИЕ БАЙКАЛ-1М, БАЙКАЛ-2М,
БАЙКАЛ-3М

Методика поверки

МИ 1099-86

Настоящая методика поверки распространяется на кулонометрические гигрометры Байкал-1М, Байкал-2М ДДП.550.057 ТУ и Байкал-3М ДДП.550.069 ТУ, выпускаемые в соответствии с ГОСТ 17142-78 и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки. Трудоемкость поверки гигрометров не более 16 ч.ч.

Методикой предусмотрен поэлементный метод поверки.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в табл.1.

Таблица 1

Наименование операции	Пункт раздела проведения поверки	Обязательность проведения операции	
		первичная поверка	периодическая поверка
Внешний осмотр	5.1	нет	да
Опробование	5.2		
Проверка электрического сопротивления изоляции	5.2.1	нет	да
Проверка герметичности газовой системы	5.2.2.	нет	да
Проверка регулятора расхода	5.3.3.	нет	да
Проверка исправности	5.2.4	нет	да
Проверка системы защиты от перегрузок по влажности	5.2.5.	нет	да
Определение метрологических характеристик	5.3		

Продолжение табл. I

Наименование операции	Пункт раздела проведения поверки	Обязательность проведения операции	
		первичная поверка	периодическая поверка
Определение приведенной погрешности преобразования тока чувствительного элемента в выходной сигнал гигрометра	5.3.1	да	да
Определение приведенной погрешности, обусловленной неполным извлечением влаги в чувствительном элементе	5.3.2	да	да
Определение приведенной погрешности, обусловленной фоновым выходным сигналом гигрометра	5.3.3.	нет	да
Определение основной приведенной погрешности гигрометра	5.3.4	да	да
Определение изменения приведенной погрешности гигрометра, вызванного изменением давления анализируемого газа	5.3.5	да	да

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства измерений и вспомогательное оборудование, указанное в табл.2.

Таблица 2

Средства поверки		Нормативно-технические характеристики
Наименование	Рекомендуемый тип	
Барометр-анероид М-67	ТУ25.04-1797-75	от 800 до 1066 гПа; ц.д. 133,3 Па
Гигрометр кулонометрический	Байкал-3М ДМИ.550.069 ТУ	от 0,2 до 1000 мм ⁻¹ ± 6%, ± 4%
Манометр образцовый	МО-160-1х04 ГОСТ 6521-72	от 0 до 0,1 МПа; кл.0,4
Манометр образцовый	МО-160-4х04 ГОСТ 6521-72	от 0 до 0,4 МПа; кл.0,4
Мегеоомметр	М4101/3	от 0-100 кОм до 0-1000 МОм класс 1,0
Микроамперметр	М2005	от 0-10 до 0-1000 мкА класс 0,2
Миллиамперметр	М2007	от 0-0,75 мА до 0,30 А класс точности 0,2
Секундомер	СОПпр-2а-3	0-30 с; 0,1 с
Редуктор	ГОСТ 15022-73 ДКП 1-65 ТУ 26-05-463-76	
Термометр	4-Б № 2 ГОСТ 215-73Е	цена деления 0,1°C
Баллон со сжатым газом	азот или воздух Нормаль-ОН.27-60 ГОСТ 9293-74; ГОСТ 92-1577-78	давление от 5 до 15 МПа
Специальные средства поверки:		
Запорный вентиль	Рекомендуемые конструкции приведены в технических описаниях ДМИ.550.057 ТО, ДМИ.550.069 ТО	
Колонка осушительная		
Имитатор		
Кабели междоочного монтажа		

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия применения гигрометров по ГОСТ 17142-78.

3.2. Поверка гигрометров должна производиться на воздухе или азоте.

3.3. Давление газа на входе гигрометра должно устанавливаться равным номинальному, указанному в паспорте, при всех операциях, кроме определения измерения приведенной погрешности от давления анализируемого газа.

3.4. Перед опробованием гигрометр должен быть выдержан в нормальных условиях не менее 12 часов, а затем подключен к электрической и газовой сети в соответствии с техническим описанием.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. Перед включением гигрометра в электрическую сеть необходимо надежно заземлить его.

4.2. Перед заменой предохранителей необходимо отключить гигрометр от сети.

4.3. Не разрешается разбирать гигрометр или элементы газовой системы.

4.4. Поверитель должен изучить инструкцию по эксплуатации гигрометра и соблюдать все требования технической безопасности при работе с газом и газовыми установками.

ИРП должен быть исправным, его бортка должна иметь хорошо различимую, четкую шкалу и заводскую маркировку по ГОСТ 20292-74Е для бортки исполнения 3, 2-го класса точности, вместимостью 100 мл.

Груша и шланг должны быть герметично соединены с борткой.
KIROVEZ.NM.RU

5.2. Опробование

5.2.1. Для проверки электрического сопротивления изоляции соедините перемычкой штырьки вилки СЕТЬ гигрометра, включите выключатель СЕТЬ и измерьте сопротивление между перемычкой и клеммой ЗЕМЛЯ мегаомметром постоянного тока с рабочим напряжением до 500 В.

Сопротивление должно быть не менее 40 МОм.

5.2.2. Для проверки герметичности газовой системы гигрометров Байкал-1М, Байкал-2М включите гигрометр в сеть, подключите к штуцерам ВЫХОД ГАЗА и БАЙПАС через тройник манометр с диапазоном измерений до 0,4 МПа (4 кгс/см²) и классом точности 0,4.

Для проверки герметичности газовой системы гигрометра Байкал-3М включите гигрометр в сеть, подключите к штуцерам ВЫХОД ГАЗА и БАЙПАС через тройник манометр с диапазоном измерений до 0,4 МПа (4 кгс/см²) и классом точности 0,4; штуцеры ВХОД ГАЗА ДАВЛЕНИЕ 0,02 + 0,2 МПа и ВЫХОД РЕДУКТОРА соединить перемычкой.

Подайте на штуцер ВХОД ГАЗА ДАВЛЕНИЕ 0,2 - 40 МПа через осушительную колонку и запорный вентиль газ под давлением 0,3 МПа (3 кгс/см²). Закройте вентиль и спустя 5 и 20 мин произведите отчет показаний манометра.

Спад давления за 15 мин между двумя отчетами не должен быть более 2 кПа (0,02 кгс/см²).

Примечания:

1. Температура окружающего воздуха во время проверки герметичности не должна изменяться более, чем на 0,5 °С.

2. Общий внутренний объем коммуникаций между запорным вентилем и входным штуцером гигрометра и между выходным штуцером и манометром не должен быть более 20 см³.

5.2.3. Для проверки регулятора расхода газа подключите ИРП и штуцеру гигрометра ВЫХОД. Подайте на вход гигрометра через осушительную колонку и запорный вентиль газ под давлением, равным номинальному, указанному в паспорте на гигрометр.

Переоткрывая регулятор расхода, определите при помощи ИРП минимальное и максимальное возможные значения расхода газа. Минимальное значение расхода газа должно быть не более $20 \text{ см}^3/\text{мин}$, а максимальное - не менее $70 \text{ см}^3/\text{мин}$. При увеличении следите, чтобы расход газа не превысил $100 \text{ см}^3/\text{мин}$.

После окончания поверки настройте регулятор расхода газа таким образом, чтобы расход газа не отличался от номинального, приведенного к условиям измерения, более чем на $\pm 0,5 \text{ см}^3/\text{мин}$.

Для этого рассчитайте номинальный расход газа, приведенный к условиям измерения по формуле:

$$Q_{\text{н}}^{\text{пр}} = 50 \frac{(T+273,15) \cdot P_{\text{н}}}{293,15 \cdot P_{\text{а}}} \quad (1)$$

где: $Q_{\text{н}}^{\text{пр}}$ - номинальный расход газа, приведенный к условиям измерения, $\text{см}^3/\text{мин}$.

50 - номинальный расход газа в нормальных условиях измерения, $\text{см}^3/\text{мин}$.

T - температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$P_{\text{а}}$ - атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.).

$P_{\text{н}}$ - 101,3 кПа (760 мм рт.ст.) - нормальное атмосферное давление.

293,15 - нормальная температура окружающего воздуха, К.

5.2.4. Для проверки исправности гигрометра включите в работу проверяемый и контрольный гигрометры, как указано в технических описаниях на гигрометры. Подайте на вход гигрометров газ с объемной долей влаги в диапазоне от 100 до 500 млн^{-1} . Определите разность установившихся показаний гигрометров. Она не долж-

на быть более 2-х допускаемых пределов основной приведенной погрешности.

5.2.5. Для проверки системы защиты от перегрузок по влажности включите гигрометр в работу, подключите к гнездам ПОВЕРКА миллиамперметр с диапазоном измерений 0 - 10 мА, к гнездам ИМИТАТОР - имитатор чувствительного элемента (набор переменных резисторов), а к штыцеру ВЫХОД - ИРП.

Подайте на вход гигрометра через запорный вентиль и осушительную колонку газ и, регулируя сопротивление имитатора, увеличивайте ток чувствительного элемента. По миллиамперметру регистрируйте ток в момент срабатывания системы защиты (на лицевой панели загорается сигнальная лампочка КЛАПАН). Ток в момент срабатывания системы защиты должен быть от 6,7 до 8,4 мА.

После срабатывания системы защиты определите при помощи ИРП расход газа через чувствительный элемент. Расход газа не должен быть более 0,2 см³/мин. Уменьшите ток до 6 мА и нажмите кнопку КЛАПАН, расход газа должен восстановиться. Выключите тумблер СЕТЬ. Расход газа не должен быть более 0,2 см³/мин.

5.2.6. Гигрометры, не выдержавшие опробование, бракуются и к дальнейшей поверке не допускаются.

5.3. О п р о б о в а н и е м е т р о л о г и ч е с к и х х а р а к т е р и с т и к

5.3.1. Для определения приведенной погрешности преобразования тока чувствительного элемента в выходной сигнал δ_u подключите к гнездам гигрометра ПОВЕРКА многопредельный микроамперметр с диапазоном измерений 0-10; 0-100; 0-1000 и 0-10000 мкА и классом точности 0,2; а к гнездам ИМИТАТОР - имитатор чувствительного элемента.

Регулируя сопротивление имитатора, установите показания гигрометра V_g , указанные в табл.3 для гигрометров Байкал-1М,

Байкал-2М и табл.4 для гигрометра Байкал-3М.
KIROVEZ.NM.RU

Таблица 3

Диапазон измерен., млн ⁻¹	0-2	0-5	0-10	0-20	0-50	0-100	0-200	0-500	0-10000
Показание	0,2	0,5	1,0	2	5	10	20	50	100
гигрометра	1,0	2,0	5,0						
Вг, млн ⁻¹	1,8	4,5	9,0	18	45	90	180	450	900
Предел до- пускаемой приведенной погрешности, $\delta_{\text{доп}}$, %	$\pm 2,5$	$\pm 2,5$	$\pm 2,5$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$

Таблица 4

Диапазон измерен., млн ⁻¹	0-2	0-10	0-100	0-1000
Показание	0,2	1,0	10	100
гигрометра	1,0	5,0		
Вг, млн ⁻¹	1,8	9,0	90	900
Предел до- пускаемой приведенной погрешности, $\delta_{\text{доп}}$, %	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$

Произведите отсчет установившихся показаний микроамперметра и определите соответствующую току объемную долю влаги B в млн⁻¹ по формуле:

$$B = 0,1496 \cdot I \quad (2)$$

где 0,1496 – коэффициент, обусловленный выбором единиц измерений, $\frac{\text{млн}^{-1}}{\text{мкА}}$;

I – ток чувствительного элемента, мкА.

Определите для каждой точки приведенную погрешность δy в % по формуле:

$$\delta y = \frac{B_{\Gamma} - B}{P_{\Pi}} \cdot 100 \quad (3)$$

Если приведенная погрешность δy хотя бы в одной точке превышает установленную в табл.3 норму, гигрометр бракуется.

5.3.2. Для определения приведенной погрешности, обусловленной неполным извлечением влаги в чувствительном элементе δy , включите гигрометр в работу на газе с объемной долей влаги не менее 100 млн⁻¹ (баллон сжатого газа под давлением 5 – 15 МПа при температуре окружающего воздуха 20 ± 5 °C).

После установления постоянных показаний гигрометра произведите отсчеты в режимах ИЗМЕРЕНИЕ и КОНТРОЛЬ.

Показание гигрометра в режиме КОНТРОЛЬ должно удовлетворять неравенству

$$B_{\text{к}} \leq 0,19 B_{\Gamma} + 0,033 B_{\text{ф}} \quad (4)$$

где $B_{\text{к}}$ и B_{Γ} – показания гигрометра в режимах КОНТРОЛЬ и ИЗМЕРЕНИЕ, млн⁻¹;

0,033 Вф – допустимый фоновый выходной сигнал гигрометра, обусловленный фоновым током контрольной части чувствительного элемента, млн⁻¹.

Определите приведенную погрешность δx в % по формуле:

$$\delta x = -10 \frac{B_{\text{к}}}{B_{\Gamma}}$$

Если показание гигрометра в режиме КОНТРОЛЬ не удовлетворяет неравенству 4, гигрометр бракуется.

5.3.3. Для определения приведенной погрешности, обусловленной фоновым выходным сигналом гигрометра $\delta_{\text{ф}}$, включите гигрометр в работу, подайте на вход гигрометра через осушительную колонку газ и после установления показаний $B_{\text{г}} \leq 0,1 \text{ млн}^{-1}$ подключите к гнездам ПОВЕРКА микроамперметр с диапазоном измерений 0 - 10 мкА и классом точности 0,2. Время установления показаний не менее 5 ч, но не более 100 ч. Допускается подогрев входных трактов гигрометра до температуры $t \leq 85^\circ\text{C}$.

Произведите отсчет установившихся показаний микроамперметра и по формуле 2 определите соответствующий току фоновый выходной сигнал $B_{\text{ф}}$. Рассчитайте приведенную погрешность $\delta_{\text{ф}}$ в % для каждого диапазона измерений по формуле:

$$\delta_{\text{ф}} = \frac{B_{\text{ф}}}{I_{\text{н}}} \cdot 100 \quad (6)$$

При первичной поверке гигрометров $B_{\text{ф}}$ не определяется. Расчет $\delta_{\text{ф}}$ производится по значениям $B_{\text{ф}}$, полученного при приемо-сдаточных испытаниях. Если $B_{\text{ф}} \geq 0,1 \text{ млн}^{-1}$, гигрометр бракуется.

5.3.4. Для определения основной приведенной погрешности гигрометра произведите алгебраическое (т.е. с учетом знаков) суммирование погрешностей, определенных по пунктам 5.3.1 - 5.3.3 по формуле:

$$\delta_0 = \delta_{\text{у}} + \delta_{\text{н}} + \delta_{\text{ф}} + \delta_{\text{а}}$$

$\delta_{\text{а}}$ - принимайте равной допустимому пределу $\pm 2,0 \%$.

Определение δ_0 произведите для всех точек, в которых определялось $\delta_{\text{у}}$. Основная приведенная погрешность гигрометров Байкал-Э¹, Байкал-2М не должна быть более пределов, указанных в табл.5, для гигрометра Байкал-3М табл.6.

Таблица 5

Диапазон измерений, млн^{-1}	0-2	0-5	0-10	0-20	0-50	0-100	0-200	0-500	0-10000
Предел допустимого δ_0 , %	$\pm 10,0$	$\pm 10,0$	$\pm 6,0$	$\pm 6,0$	$\pm 4,0$	$\pm 4,0$	$\pm 4,0$	$\pm 4,0$	$\pm 4,0$

Таблица 6

Диапазон измерений, млн ⁻¹	0-2	0-10	0-100	0-1000
Предел допустимого σ_0 , %	±6,0	±4,0	±4,0	±4,0

Если основная приведенная погрешность гигрометра хотя бы в одной поверяемой точке превышает установленную норму, гигрометр бракуется.

5.3.5. Для определения измерения приведенной погрешности гигрометра, вызванного изменением давления анализируемого газа, включите гигрометр в работу на газе с объемной долей влаги от 100 до 800 млн⁻¹.

К штуцеру ВЫХОД подключите ИРПН.

Произведите измерение расхода газа Q_H при номинальном давлении газа, а затем повышайте (понижайте) давление газа на 30%. Произведите измерение расхода газа Q_H при предельных значениях давления газа.

Рассчитайте изменение приведенной погрешности $\Delta \ell (Pr)$ в %, приходящиеся на 30% изменения давления анализируемого газа по формуле:

$$\Delta \ell (Pr) = \frac{Q_H - Q_H}{Q_H} \cdot 100 \quad (8)$$

Приведенная погрешность $\Delta \ell (Pr)$ не должна быть более $\pm 1,0\%$.

6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1. Все результаты первичной поверки при выпуске гигрометров из производства заносятся в протокол, форма которого приведена в паспорте на гигрометр. Протокол заверяется подписью представителя метрологической службы предприятия-изготовителя с нанесением оттиска поверительного клейма.

6.2. Все результаты периодической поверки гигрометров заносятся в протокол, рекомендуемая форма которого приведена в приложении I.

Данные о прохождении гигрометром периодической поверки заносятся в паспорт гигрометра и заверяются подписью поверителя с нанесением оттиска поверительного клейма.

6.3. При положительных результатах поверки на все блоки гигрометра, кроме самопишущего потенциометра, рядом с фирменной планкой изготовителя наносится оттиск клейма поверителя.

6.4. Гигрометры, не прошедшие поверку, к дальнейшей эксплуатации не допускаются, поверительные клейма на них гасятся и выдается справка о непригодности гигрометров с указанием причин забракования.

Приложение I.

Наименование

поверочного органа

_____ 19__ г.

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ №
кулонометрического гигрометра

заводской номер

изготовленного _____ в _____ 19__ г.

принадлежащего _____

Рабочий газ _____

Поверочный газ _____

Метод поверки - по _____

При поверке применялись средства измерений:

Секундомер _____ № _____

Термометр _____ № _____

Барометр aneroid _____ № _____

Микроамперметр _____ № _____

Миллиамперметр _____ № _____

Манометр _____ № _____

Гигрометр _____ № _____

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

1. Внешний осмотр

Вывод: _____

2. Опробование

2.1. Проверка сопротивления изоляции

 $R_{\text{изол}} = \text{_____} \text{ МОм}$

Вывод: _____

2.2. Проверка герметичности

Испытательное давление, кПа			Спад давления, кПа	
Начальное	Отсчет P_5	Отсчет P_{20}	Действит. $P_5 - P_{20}$	Допускаемый ΔP_H

Вывод: _____

2.3. Проверка регулятора расхода

Атмосферное давление _____ кПа (_____) мм рт.ст.

Температура _____ °C.

Определяемая величина	Максимальный	Минимальный	Установлен $Q_H^{\text{пр}}$
Расход газа, $\text{см}^3/\text{мин}$			

Вывод: _____

2.4. Проверка исправности

Объемная доля влаги газа, млн ⁻¹		Разность показаний, млн ⁻¹	
по контрольному гигрометру	поверяемого гигрометра	фактическая	допустимая

Вывод: _____

2.5. Проверка системы защиты от перегрузок по влажности

Ток срабатывания системы защиты, мА	Расход газа, см ³ /мин.	
	при перегрузке	при выключении гигрометра

Вывод: _____

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

3.1. Определение приведенной погрешности преобразования тока чувствительного элемента в выходной сигнал для гигрометров

Байкал-1М, Байкал-2М

Диапазон измерен. млн ⁻¹	Показание гигрометра Вг, млн ⁻¹	Ток чувствительного элемента, мкА	Расчетная объемная доля влаги В ₁ , млн ⁻¹	Приведен. погрешность гигрометра $\delta_y, \%$	Предел допустимого значения, $\delta_{yg}, \%$
0 - 2	0,2 1,0 1,8				$\pm 2,5$
0 - 5	0,5 2,0 4,5				$\pm 2,5$
0 - 10	1,0 5 9				$\pm 2,5$
0 - 20	2,0 18,0				$\pm 1,2$
0 - 50	5,0 45,0				$\pm 1,2$
0 - 100	10,0 90,0				$\pm 1,2$
0 - 200	20,0 180,0				$\pm 1,2$
0 - 500	50,0 450,0				$\pm 1,2$
0 - 1000	100,0 900,0				$\pm 1,2$

Вывод:

3.1.1. Определение приведенной погрешности преобразования тока чувствительного элемента в выходной сигнал гигрометра Байкал-ЗМ.

Диапазон измерен., млн ⁻¹	Показание гигрометра Бг, млн ⁻¹	Ток чувствительного элемента, мкА	Расчетная объемная доля влаги, млн ⁻¹	Приведен. погрешн. гигрометра $\delta_y, \%$	Предел допустимого значения, $\delta_{yg}, \%$
0 - 2	0,2 1,0 1,8				± 1
0 - 10	1,0 5 9				± 1
0 - 100	10,0 90,0				± 1
0 - 1000	100,0 900,0				± 1

Вывод: _____

3.2. Определение приведенной погрешности, обусловленной неполным извлечением влаги в чувствительном элементе:

Бг, млн ⁻¹	Вк, млн ⁻¹	$\delta_n, \%$

Вывод: _____

3.3. Определение приведенной погрешности, обусловленной фоновым выходным сигналом гигрометра.

Диапазон измерения, млн ⁻¹	$I_{\phi}, \text{мкА}$	$B_{\phi}, \text{млн}^{-1}$	$\delta_{\phi}, \%$

Вывод: _____

3.4. Определение основной приведенной погрешности гигрометров Байкал-1М, Байкал-2М.

Диапазон измерений, ммН^{-1}	Поверяемая точка диапазона измерения, ммН^{-1}	Составляющие основной приведенной погрешности			$\delta_0, \%$
		δ_{γ}	δ_{ϕ}	$\delta_{\text{н}}$	
0 - 2	0,2				
	1,0				
	1,8				
0 - 5	0,5				
	2,0				
	4,5				
0 - 10	1,0				
	9,0				
0 - 20	2,0				
	18,0				
0 - 50	5,0				
	45,0				
0 - 100	10,0				
	90				
0 - 200	20				
	180				
0 - 500	50				
	450				
0 - 1000	100				
	900				

Вывод:

3.4.1. Определение основной приведенной погрешности гигрометра Байкал-ЗМ

Диапазон измерений, млн ⁻¹	Поверяемая точка диапазона измерения, млн ⁻¹	Составляющие основной приведенной погрешности, %			δ_0 , %
		δ_y	δ_ϕ	δ_H	
0 - 2	0,2				
	1,0				
	1,8				
0 - 10	1,6				
	9,0				
0 - 100	10				
	90				
0 - 1000	100				
	900				

Выводы: _____

3.5. Определение изменения приведенной погрешности, вызванного изменением давления анализируемого газа.

Q , см ³ /мин	Q_{II} max, см ³ /мин	Q_{II} max, см ³ /мин	$\Delta\ell(P_f)$, %

Вывод: _____