ООО НПК МИКРОФОР

46434-11

ТЕРМОГИГРОМЕТР РЕГИСТРИРУЮЩИЙ

ИВА-6АР

С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ВЛАЖНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ

ДВ2ТСМ-5Т-1П-Б

ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ЦАРЯ.2772.004-01 РЭ

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Настоящее руководство по эксплуатации, объединенное с техническим описанием и паспортом, является документом, удостоверяющим гарантированные предприятием-изготовителем основные параметры и технические характеристики регистрирующего термогигрометра ИВА-6АР (в дальнейшем - термогигрометра) с измерительным преобразователем влажности и температуры ДВ2ТСМ-5Т-1П-Б (в дальнейшем – преобразователем).

1.2. Документ позволяет ознакомиться с устройством и принципом работы термогигрометра и устанавливает правила эксплуатации, соблюдение которых обеспечивает его поддержание в постоянной готовности к действию.

1.3. Термогигрометр является средством измерений с межповерочным интервалом 1 год. Номер в ФИФОЕИ 46434-11.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Термогигрометр представляет собой автоматический, цифровой, одноканальный, многофункциональный прибор непрерывного действия и предназначен для измерения и регистрации относительной влажности и температуры отходящих газов или свободной атмосферы, а также расчета массы водяных паров, отнесенной к кубометру сухого отходящего газа при нормальных условиях (см. п.0).

Пары воды, содержащиеся в выбросе, не являются загрязняющим веществом, но при этом могут составлять значительную часть массы газовоздушной смеси, поступающей в атмосферу. Это приводит к тому, что для горячих источников загрязнения, интенсивность выброса загрязняющего вещества может значительно завышаться. Поскольку величина приземной концентрации загрязняющего вещества, создаваемая его выбросом после рассеивания вещества в атмосфере, прямо пропорциональна мощности выброса из источника, такое завышение оценки мощности ведет к соответствующему завышению значений приземных концентраций (Методическое пособие по аналитическому контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферу – Санкт-Петербург, НИИ Атмосфера, 2012 г.).

ГОСТ 17.2.4.08-90 «Охрана природы. Атмосфера. Методы определения влажности газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения» содержит два способа измерений влажности промышленных выбросов – психрометрическим и конденсационным методами. Предлагаемые этим ГОСТ установки не являются средствами измерений влажности газов утвержденного типа, измерения не прослеживаются к Государственному первичному эталону для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов ГЭТ 151-20, а значит результаты таких измерений, согласно ФЗ-102 «Об обеспечении единства измерений», не могут использоваться в сфере государственного регулирования.

2.2. По устойчивости к механическим воздействиям и по защищенности от воздействия окружающей среды термогигрометр выполнен в обыкновенном исполнении по ГОСТ 52931. Степень защиты от проникновения воды, пыли и посторонних твердых частиц по ГОСТ 14254:

- для блока индикации термогигрометра……..…..IP50
- для преобразователя ……..……..…..IP40

2.3. Рабочие условия применения блока индикации термогигрометра:

-температура, °С ..... 0...50

- относительная влажность, % ..... до 95 при температуре до 35°С (до 80 при температуре от 35 до 50°С)

- атмосферное давление, кПа ..... 86…106

Рабочие условия применения преобразователя:

- температура, °С ..... от -50 до +180*
- относительная влажность, % ..... от 0 до 98**
- атмосферное давление, кПа ..... от 84 до 106,7

* - рабочая температура ручки преобразователя не более 90 °С;

** - метрологические характеристики при относительной влажности выше 90% или при температуре более +100°С обеспечиваются только при кратковременном (не более 2 часов) пребывании преобразователя при этих условиях.

2.4. Анализируемые газы не должны содержать коррозионно-активных примесей.

3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. Термогигрометр изготовлен в соответствии ТУ4311-011-77511225-2010.

3.2. Внешний вид измерительного преобразователя влажности и температуры ДВ2ТСМ-5Т-1П-Б показан на рис.1.

3.3. Габаритные размеры:

блока индикации термогигрометра, мм ..... не более 26×60×155

измерительного преобразователя влажности и температуры ДВ2ТСМ-5Т-1П-Б, мм, не более:

без ручки ..……..…… ∅12×540

с ручкой (без учета кабеля) ……..…… ∅30×580

упаковки, мм ..... не более 55×130×690



Рис.1. Преобразователь влажности и температуры ДВ2ТСМ-5Т-1П-Б с ручкой.

3.4. Длина соединительного кабеля, м ..... не менее 0,8

3.5. Масса термогигрометра, кг ..... не более 1,0

3.6. Диапазон измерений относительной влажности, % ..... 0...98*

*- метрологические характеристики при относительной влажности выше 90% или при температуре более +100°С обеспечиваются только при кратковременном (не более 2 часов) пребывании преобразователя при этих условиях.

Примечание. Термогигрометр при отрицательных температурах измеряет относительную влажность воздуха по воде (по умолчанию) или по льду. Процедура установки измеряемого параметра описана в разделе 7.

3.7. Диапазон измерений температуры, °С ..... от -50 до +180

3.8. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности при температуре 23°С, %:

в диапазоне от 0 до 98% (включительно) ..... ± 2

в диапазоне от 98 до 100% (не включительно) ..... ± 3

Примечание 1. метрологические характеристики при относительной влажности выше 90% обеспечиваются только при кратковременном (не более 2 часов) пребывании преобразователя при этих условиях.

Примечание 2. Величина погрешности измерений влажности зависит от условий эксплуатации термогигрометра.

При эксплуатации преобразователя в условиях сильной загрязненности погрешность термогигрометра может увеличиваться. Это происходит вследствие двух факторов:

- наличие загрязнений на поверхности сенсора искажает влажность в прилегающей области;

- проводящие загрязнители (например, соли, которые при высокой влажности поглощают воду, образуя пленку электролита) приводят к «закорачиванию» емкостного сенсора влажности.

В случае загрязнения сенсора необходима его отмывка с последующей юстировкой на предприятии- изготовителе.

Из-за сложных условий эксплуатации преобразователя при измерениях влажности промышленных выбросов, рекомендуется его периодическая чистка и юстировка на предприятии-изготовителе не реже 1 раза в год.

3.9. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры, °С:

в диапазоне от -50 до 0°С (не включительно) ..... ±(0,2+0,01|T*|)

в диапазоне от 0 до 60°С (включительно) ..... ±0,2

в диапазоне от 60 до 180°С ..... ±(0,3+0,005(T*-60))

* Т – измеренное значение температуры.

3.10. Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерения относительной влажности при изменении температуры на 1°С, % ..... ±0,1

3.11. Постоянная времени, мин

по относительной влажности ..... не более 2

по температуре ..... не более 5

3.12. Напряжение питания, В ..... 2 - 3 (2 элемента типа АА)

3.13. Период обновления показаний - 1 минута. При нажатии на любую кнопку термогигрометр переходит в «быстрый» режим измерений и период обновления показаний индикатора уменьшается до 2 с.

3.14. Для регистрации данных в термогигрометрах используются карты памяти типа microSD (объемом до 2 Гб) с файловой системой FAT или FAT32. Не допускается использование карт microSDHC, microSDXC и microSDUC.

Количество записей измеренных значений влажности и температуры на 1 МБ карты памяти 100 000

3.15. Межповерочный интервал, мес. 12

4. СОСТАВ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

4.1. Внешний вид термогигрометра приведен на рис.2. В состав термогигрометра входят блок индикации и измерительный преобразователь, соединяемые между собой гибким витым кабелем.

4.2. На корпусе блока индикации термогигрометра расположен слот для установки карты памяти, закрытый силиконовой заглушкой, и разъем типа mini USB для подключения к персональному компьютеру.

4.3. Подключение к персональному компьютеру осуществляется с помощью стандартного кабеля типа mini USB-A.

4.5. Комплект поставки термогигрометра приведен в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование изделия или документа	Обозначение	Приме чание
Блок индикации ИВА-6АР	ЦАРЯ.2772.004-01	
Измерительный преобразователь влажности и температуры ДВ2ТСМ-5Т-1П-Б	ЦАРЯ.2553.004-02	
Руководство по эксплуатации	ЦАРЯ.2772.004-01 РЭ	
Карта памяти microSD с ПО DataLogger, ПО Calc5T и Руководством по эксплуатации		
Кронштейн для настенной установки		(1)
Кард-ридер		(1)
Кабель mini USB-A для конфигурирования блока индикации через USB-порт		(1)
Упаковка	ЦАРЯ.4170.007 СБ	

Примечания:

(1) – поставляется по требованию Потребителя.

4.6. Обозначение термогигрометра влажности и температуры при заказе:

ИВА-6АР с ДВ2ТСМ-5Т-П-Б/500

4.7. Программа DataLogger обеспечивает считывание информации из карт памяти, формирует архив данных для каждого термогигрометра, создает текстовый и графический отчеты.



Рис.2. Внешний вид термогигрометра ИВА-6АР с измерительным преобразователем влажности и температуры ДВ2ТСМ-5Т-1П-Б/500.

4.8. Также совместно с термогигрометром могут поставляться следующие аксессуары:

1. **Кронштейн** для настенной установки термогигрометра (рис.3).



Рис.3. Кронштейн для настенной установки термогигрометра ИВА-6

2. **Кард-ридер**. Предназначен для считывания накопленных данных из карты памяти. Подключается к USB-порту персонального компьютера.

3. **Кабель mini USB–A** для считывания накопленных на карте памяти данных через USB-порт и конфигурирования термогигрометра.

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ТЕРМОГИГРОМЕТРА

5.1. Устройство термогигрометра

В измерительном преобразователе влажности и температуры ДВ2ТСМ-5Т-1П-Б, используемом в термогигрометре, измерение относительной влажности осуществляется сорбционно-емкостным чувствительным элементом, температуры – полупроводниковым термистором.

Принцип действия сорбционно-емкостного элемента основан на зависимости диэлектрической проницаемости полимерного влагочувствительного слоя, размещенного между двумя электродами, один из которых влагопроницаем, от влажности окружающей среды.

Чувствительные элементы относительной влажности и температуры установлены в цилиндрический корпус измерительного преобразователя и закрыты колпачком, обеспечивающим их защиту от загрязнения и механических повреждений и свободный доступ анализируемой среды.

В корпусе преобразователя располагается также схема обработки и выдачи сигналов, выполненная на основе микроконтроллера и осуществляющая следующие функции:

- измерение емкости чувствительного элемента влажности;
- измерение сопротивления термистора;
- вычисление значения температуры;
- вычисление значения относительной влажности по воде и льду;
- температурная коррекция значения относительной влажности.

Подключение преобразователя к блоку индикации осуществляется витым двухпроводным кабелем с ручкой.

Блок индикации термогигрометра выполнен на основе микроконтроллера и осуществляет следующие функции:

- опрос измерительного преобразователя влажности и температуры;
- вычисление температуры точки росы/инея и массы водяных паров, отнесенной к кубометру сухого отходящего газа при нормальных условиях (см. п.0);
- индикация величины относительной влажности, точки росы и температуры на жидкокристаллическом дисплее;
- часы и календарь;
- запись измеренных значений влажности и температуры с заданным интервалом между измерениями в карту памяти;
- фиксация экстремальных значений температуры и относительной влажности, времени и даты этих событий;
- взаимодействие с персональным компьютером.



ВНИМАНИЕ! *Запрещается подключение к блоку индикации ИВА-6АР зондов термогигрометров ИВА-6А и ИВА-6Н, так как это приведет к выходу зонда из строя!*

5.2. Расчет массы паров воды, отнесенной к кубометру сухого газа при нормальных условиях

Параметр $\rho_в$ (концентрация паров воды в отходящем газе на выходе из ИЗАВ: масса водяных паров, отнесенная к кубометру сухого отходящего газа при нормальных условиях, г/$м_{сн}^3$), рассчитываемый прибором, можно использовать в формуле 1 п. 41 Порядка проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, корректировки ее данных, документирования и хранения данных, полученных в результате проведения таких инвентаризации и корректировки, утвержденного приказом Минприроды России от 19.11.2021 № 871, для расчета разового значения мощности выброса загрязняющего вещества, (г/с) для организованных ИЗАВ, температура отходящего газа из которого ≥ 30 °С.

Рекомендации РМГ 75-2014 «Измерения влажности веществ. Термины и определения» определяют следующие величины влажности:

> 3.2.3 **массовая концентрация влаги** (не рекомендуемое ... абсолютная влажность): отношение массы влаги, содержащейся в веществе, к объему этого влажного вещества, кг/$м^3$.
> 3.2.10 **парциальное давление водяного пара**: давление, которое имел бы водяной пар, находящийся во влажном газе, если бы он один занимал объем, равный объему этого влажного газа, при той же температуре, Па.
> 3.1.12 **насыщенный водяной пар над водой (льдом)**; насыщенный пар: водяной пар, находящийся в термодинамическом равновесии с плоской поверхностью жидкой воды или льда в чистом виде или в составе влажного газа.
> 3.2.13 **температура точки росы (инея) по воде**; точка росы (инея): температура, при которой водяной пар, содержащийся в газе, охлаждаемом изобарически, становится насыщенным над водой (льдом), °С, К.
> 3.2.15 **относительная влажность газа над водой (льдом)**; относительная влажность: отношение молярной доли влаги в газе к молярной доле насыщенного водяного пара в этом газе над водой (льдом) при данных значениях давления и температуры, %.

Следует отметить, что $\rho_в$ в общем случае не соответствует массовой концентрации влаги (см. определение выше), приведенной к нормальным условиям, поскольку массовая концентрация влаги рассчитывается по отношению к объему влажного газа, а не сухого.

Дополнительно приведем определение, которое далее нам потребуется для расчетов:

> **парциальный объем**: объём, занимаемый компонентом газовой смеси, при условии удаления других компонентов из занимаемого объёма, сохраняя первоначальное давление и температуру, $м^3$.

Легко показать, что определение относительной влажности газа выше эквивалентно следующему:

относительная влажность (*RH*) газа над водой (льдом) – отношение парциального давления водяного пара $P_в$ к давлению насыщенного пара $P_{вн}(t)$ (для воды) или $P_{вні}(t)$ (для льда) при данных значениях давления и температуры газа *t*, %.

$$RH = 100\frac{P_в}{P_{вн}(t)}$$

$$RH_i = 100\frac{P_в}{P_{вні}(t)}$$

Отсюда парциальное давление водяного пара $P_в$ (для воды):

$$P_в = P_{вн}\frac{RH}{100} \quad (1)$$

Пусть анализируемый газ находится при температуре *T*, занимает объем *V* и находится при абсолютном давлении *P* (это давление равно сумме атмосферного давления $P_{атм}$ и избыточного давления отходящих газов $P_{изб}$). Требуется рассчитать влагосодержание газа при нормальных условиях – температуре t_0 = 0 °С, T_0 = 273,16 К, объеме V_0 и давлении P_0 = 101,3 кПа.

Вычисляемый параметр – масса водяных паров, отнесенная к кубометру сухого отходящего газа при нормальных условиях:

$$\rho_в = \frac{m_в}{V_{c0}}, \quad (2)$$

где:

$m_в$ – масса водяного пара, которая содержится в 1 м^3 влажного газа;

V_{c0} – парциальный объем, который сухой газ нанимает при нормальных условиях.

Согласно закону Дальтона, общее давление газовой смеси равно сумме парциальных давлений её компонентов (здесь и далее индекс «в» – водяной пар, индекс «с» - сухой газ):

$$P = P_в + P_c$$

отсюда:

$$P_c = P - P_в \quad (3)$$

Запишем уравнение состояния сухого газа при температуре *T*:

$P_cV = \nu_cRT$ - для парциального давления (сухой газ занимает весь объем),

$PV_c = \nu_cRT$ - для парциального объема (сухой газ находится при полном давлении).

Из равенства правых частей этих уравнений получаем парциальный объем сухого газа V_c при температуре T (с учетом (3)):

$$V_c = \frac{P_c}{P}V = \frac{P-P_в}{P}V \qquad (4)$$

Запишем уравнение состояния для сухого газа при температурах T и T_0:

$$\nu_c R = \frac{PV_c}{T} = \frac{P_0 V_{c0}}{T_0}$$

Отсюда с учетом (4) получаем объем, который занимает сухой газ при нормальных условиях:

$$V_{c0} = \frac{T_0}{T}\frac{P}{P_0}V_c = \frac{P-P_в}{P_0}\frac{T_0}{T}V \qquad (5)$$

Найдем массу воды $m_в$ в объеме газа V при температуре T из уравнения состояния для водяного пара:

$$P_в V = \frac{m_в}{M}RT,$$

где M = 18,015 г/моль – молекулярная масса воды.

Отсюда:

$$m_в = \frac{P_в VM}{RT} \quad (6)$$

Вставляем в формулу (2) формулы (5) и (6):

$$\rho_в = \frac{m_в}{V_{c0}} = \frac{P_в VM}{RT}\frac{P_0}{(P-P_в)}\frac{T}{T_0 V} = \frac{P_0}{(P-P_в)}\frac{P_в M}{RT_0}$$

С учетом (1) получаем:

$$\rho_в = \frac{P_0}{(P_{атм} + P_{изб} - P_{вн}(T)\frac{RH}{100})}\frac{P_{вн}(T)\frac{RH}{100}M}{RT_0}$$

где:

$\rho_в$, г/м$_{сн}^3$ – концентрация паров воды в отходящем газе на выходе из ИЗАВ: масса водяных паров, отнесенная к кубометру сухого отходящего газа при нормальных условиях;

P_0 = 101 300 Па – атмосферное давление при нормальных условиях;

$P_{атм}$, Па – фактическое измеренное атмосферное давление;

$P_{изб}$, Па – избыточное (статическое) давление отходящего газа;

$P_{вн}(T)$, Па – давление насыщенного водяного пара при температуре T, которую показывает термогигрометр (см. приложение 1);

RH, % – относительная влажность отходящих газов по показаниям термогигрометра;

T_0 = 273,16 К – температура при нормальных условиях;

R = 8314,46262 м^2 г с$^{-2}$ К$^{-1}$ моль$^{-1}$ – универсальная газовая постоянная;

M = 18,015 г/моль – молекулярная масса воды.

Поскольку термогигрометр не измеряет атмосферное и избыточное давление, эта формула реализована в нем с учетом допущения, что абсолютное давление в месте измерения влажности равно атмосферному давлению при нормальных условиях ($P_{атм} = P_0 = 101{,}3$ кПа, $P_{изб} = 0$), что может приводить к дополнительной погрешности при большой концентрации водяного пара. Для повышения точности измерений нужно пересчитать показания термогигрометра с учетом значений атмосферного и избыточного давлений по формуле выше, либо используя служебную программу «Калькулятор влажности ООО НПК «МИКРОФОР» Calc5T», поставляемую на SD-карте с термогигрометром и доступную для скачивания на сайте microfor.ru (см. п.7).

5.3. Особенность измерений относительной влажности при высокой температуре

Измерения относительной влажности газов при температуре выше 100°С и атмосферном давлении имеют ключевую особенность – при таких температурах газ уже не может достигнуть состояния насыщения, а значит относительная влажность уже не может достигнуть 100% (см. рис.4).

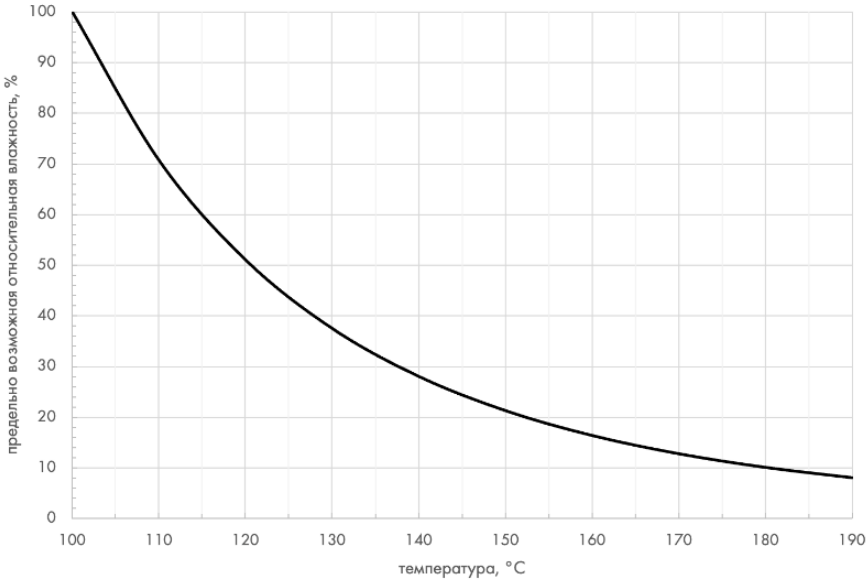


Рис.4. Предельно возможная относительная влажность
при температуре выше 100 °С и атмосферном давлении 101,3 кПа.

6. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И РАБОТА

На лицевой панели термогигрометра расположены индикатор и три кнопки: «▷», «▽» и «☼».

На индикаторе термогигрометра постоянно высвечиваются текущие значения относительной влажности (верхняя строка) и температуры (нижняя строка). Период обновления показаний - 1 минута. При нажатии на любую кнопку термогигрометр переходит в «быстрый» режим измерений и период обновления показаний индикатора уменьшается до 2 с. Через 30 с после последнего нажатия кнопок период обновления показаний индикатора вновь становится равным 1 минуте.

При необходимости поддерживать термогигрометр в «быстром» режиме измерений длительное время рекомендуется периодически кратковременно нажимать на кнопку «▽» (после нажатия кнопки начинается новый отсчет времени «быстрого» режима измерений).

Переключение режимов работы термогигрометра осуществляется последовательным нажатием кнопки «▷». При этом на дисплее высвечиваются символы, характеризующие текущий режим работы.

На рис.5 показаны все символы, отображаемые на дисплее и их описание.

Последовательность переключения режимов следующая:

1. Индикация текущих значений влажности и температуры.
2. Режим измерений с усреднением (см. п.6.1).
3. Индикация минимального значения относительной влажности и соответствующего ему значения температуры. Надпись «RHmin».
4. Индикация максимального значения относительной влажности и соответствующего ему значения температуры. Надпись «RH^{max}».
5. Индикация минимального значения температуры и соответствующего ему значения относительной влажности. Надпись «minT».
6. Индикация максимального значения температуры и соответствующего ему значения относительной влажности. Надпись «^{max}T».
7. Индикация интервала записи в память. Символ «τ». Если карта памяти не установлена, режим пропускается.
8. Индикация текущего времени и, при нажатии кнопки «▽», - даты.
9. Индикация времени и даты начала периода фиксации экстремальных значений температуры и относительной влажности. Режим сброса экстремальных значений температуры и относительной влажности и начала нового периода фиксации этих значений. Символ «СБР».

Если термогигрометр не находится в «быстром» режиме измерений, первое нажатие кнопки «▷» игнорируется (при этом начинается «быстрый» режим).

Перед началом работы с термогигрометром проверьте правильность установки текущего времени и календаря. При необходимости установите часы и календарь термогигрометра на местное время.

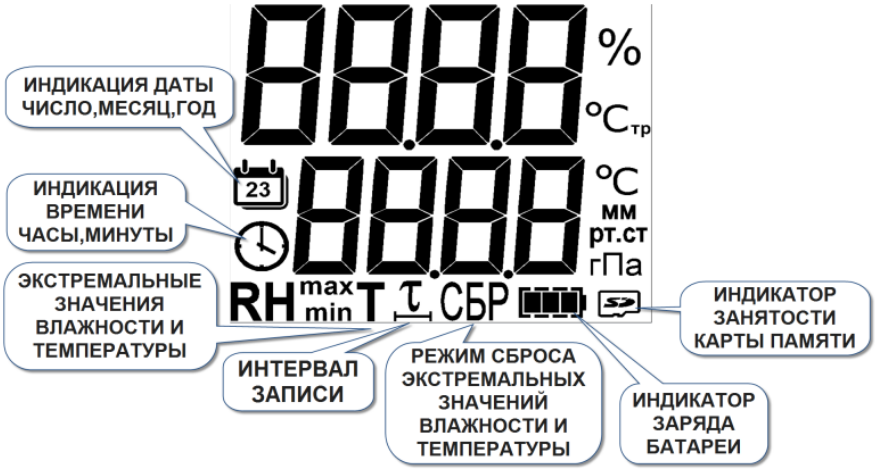


Рис.5. Назначение отображаемых символов.

Для просмотра **заводского номера** и версии программы термогигрометра в режиме индикации текущих значений влажности и температуры удерживайте нажатой 3 секунды кнопку «▽».

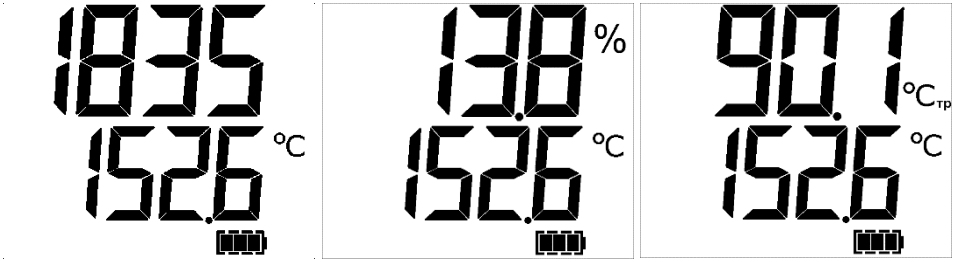
После этого на индикатор в течение 3 с выводится номер прибора и номер версии программного обеспечения, затем в течение 3 с в нижней строке тип параметра относительной влажности – «**boda**» или «**led**» над водой и льдом, соответственно.

6.1. Методика выполнения измерений

ВНИМАНИЕ! *Показания влажности и температуры корректны только когда температура сенсоров равна температуре анализируемой среды. Поэтому считывание значений влажности и температуры можно производить только при установившихся показаниях температуры.*

1. Подключите разъем соединительного кабеля к блоку индикации, измерительный преобразователь должен быть вставлен и вкручен в ручку.
2. Убедитесь, что индикатор заряда батареи на дисплее термогигрометра не пуст. В противном случае замените элементы питания термогигрометра (см. далее).
3. Разместите измерительный преобразователь непосредственно в месте измерения влажности и температуры газового потока на максимальную глубину. Чтобы избежать ожога, преобразователь следует держать за ручку (см. рис.1).
4. Периодически включая режим «быстрых» измерений кратковременным нажатием кнопки «▽», дождитесь стабилизации показаний температуры.
5. Считайте и зафиксируйте измеренные значения относительной влажности и температуры с дисплея. Нажатием кнопки «▽» можно переключать единицы индикации влажности:

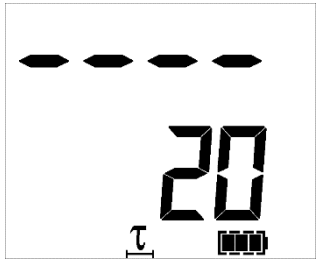
- массу водяных паров, отнесенную к кубометру сухого отходящего газа при нормальных условиях (см. п.0) (г/м^3, без индикации единицы измерений на индикаторе, см. рис.6а) – справочная величина (см. ниже);
- относительную влажность (%, см. рис. 6б);
- температуру точки росы/инея (°С, см. рис. 6в).



а б в

Рис.6. Индикация температуры (нижнее значение) и влажности (верхнее значение): а – массы водяных паров, отнесенной к кубометру сухого газа при нормальных условиях ($\rho_в$, г/м^3), б – относительной влажности (%), в – температуры точки росы/инея (°С).

В термогигрометре предусмотрена возможность измерения массы паров воды, отнесенной к кубометру сухого газа при нормальных условиях ($\rho_в$, г/м$_{сн}^3$), усредненной в заданном временном интервале. Для входа в режим нажмите кнопку «▷» находясь в основном режиме. На экране отобразится:

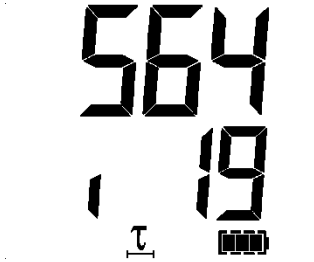


Прочерки в верхней строке означают, что измерения с усреднением еще не проводились (в противном случае в этой строке отобразится последний результат измерений с усреднением). Число в нижней строке – интервал времени усреднения в минутах.

Для изменения интервала усреднения нажмите и удерживайте кнопку «▽». Цифра, значение которой может увеличиваться на единицу при нажатии на кнопку «▽», начинает мигать. Переход к следующей цифре осуществляется при нажатии на кнопку «▷». После ввода требуемого значения интервала усреднения и нажатии на кнопку «▷», на индикаторе высвечивается надпись «**ЗАП.0**». При последующих нажатиях кнопки «▷» на индикаторе высвечивается надпись «**ЗАП.1**», затем вновь мигает первая цифра и т.д. При нажатии на кнопку «▽» в режиме «**ЗАП.0**» интервал

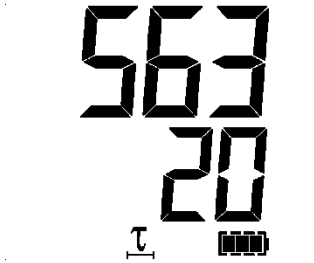
усреднения сохранен **не будет**. При нажатии на кнопку «▽» в режиме «**ЗАП.1**» введенное значение интервала усреднения сохраняется.

Для запуска усредненных измерений, после выполнение действий 1-5 выше нажмите и удерживайте кнопку «▷». После этого термогигрометр начнет раз в минуту измерять массу водяных паров, отнесенную к кубометру сухого отходящего газа при нормальных условиях (см. п.0), и показывать в верхней строке ее усредненное значение. При этом в нижней строке справа будет идти обратный отсчет минут до окончания интервала измерений, а слева раз в секунду будут чередоваться сегменты индикатора, показывая, что идут измерения:



Для прерывания режима усредненных измерений нажмите и удерживайте кнопку «▷». В этом случае произойдет отмена усредненных измерений.

После завершения заданного периода на экран в верхней строке будет выведен результат измерений с усреднением, блок индикации издаст звуковой сигнал, сообщающий о завершении измерения, а в нижней строке снова отобразится интервал времени усреднения:

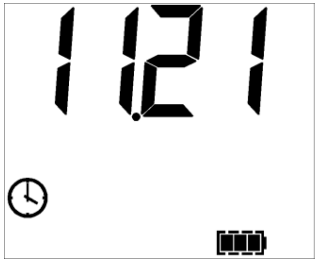


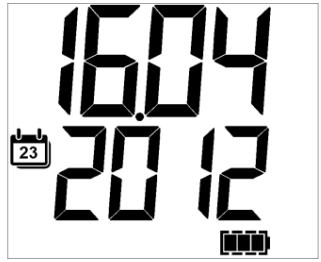
ВНИМАНИЕ! *Отображаемая на экране термогигрометра масса паров воды, отнесенная к кубометру сухого газа при нормальных условиях, ($\rho_в$, г/м$_{сн}^3$) является справочной, так как принимает атмосферное давление равным 101,3 кПа и не учитывает и избыточное давление в точке измерений. Для получения корректного результата измерений этого параметра необходимо воспользоваться программой Calc5T (см. п.7, поставляется на SD-карте с термогигрометром).*

6.2. Просмотр и установка текущего времени и даты

При выборе режима индикации текущего времени и даты после нажатия кнопки «▷» на индикаторе высвечивается текущее время. При нажатии кнопки «▽» на индикатор выводится текущая дата – в верхней строке число и месяц, в нижней – год.

При последующих нажатиях кнопки «▽» на индикаторе чередуются время и дата. При длительном (более 3 с) нажатии кнопки «▽» термогигрометр переходит в режим установки текущих значений времени и даты. Параметр (часы, минуты, число, месяц или год), значение которого может увеличиваться на единицу при нажатии на кнопку «▽», начинает мигать. Переход к следующему параметру осуществляется при нажатии на кнопку «▷». После ввода всех параметров на индикаторе высвечивается надпись «**ЗАП.**». При нажатии кнопки «▽» в этом состоянии происходит запись введенных значений текущего времени и даты.



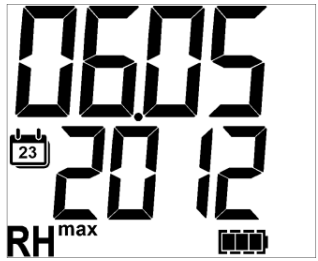


6.3. Просмотр экстремальных значений влажности и температуры

Термогигрометр после очередного замера влажности и температуры, совершаемого 1 раз в минуту, сравнивает полученные значения с хранящимися в памяти минимальными и максимальными значениями относительной влажности и температуры. Если текущее значение влажности или температуры ниже или выше соответствующих минимальных или максимальных значений, эти значения замещаются текущими и запоминаются время и дата этого события.

Время достижения экстремального значения относительной влажности или температуры выводится на индикатор в режиме индикации соответствующего экстремального значения после нажатия на кнопку «▽». После второго нажатия на эту кнопку на индикатор выводится дата этого события.





Для устранения возмущений температурно-влажностного режима,

вызываемых присутствием человека вблизи прибора, значения влажности и температуры в течение двух минут после нажатия любой кнопки управления игнорируются при фиксации экстремальных значений.

При входе в режим индикации времени и даты начала периода фиксации экстремальных значений на индикаторе высвечивается значение времени последнего сброса, т.е. времени начала отчетного периода. При нажатии кнопки «▽» на индикатор выводится дата последнего сброса - в верхней строке число и месяц, в нижней - год. При последующих нажатиях кнопки «▽» на индикаторе чередуются время и дата сброса. При длительном (более 3 с) нажатии кнопки «▽» показания на индикаторе кратковременно гаснут, надпись «**СБР**» в это время мигает, после чего термогигрометр переходит в режим индикации текущего значения относительной влажности и температуры. При этом происходит очистка экстремальных значений и запись текущего времени и даты в качестве времени и даты начала отчетного периода.

6.4. Работа с картой памяти

Для работы с картой памяти достаточно вставить ее в соответствующий слот, расположенный на верхней торцевой стороне термогигрометра под силиконовой заглушкой (см. рис.7).



Рис.7. Термогигрометр с устанавливаемой картой памяти.

Термогигрометр автоматически определяет факт установки в него карты памяти, создает на карте файл с именем **«номер прибора».iva** (например, **7005.iva**), если файл с таким именем отсутствует на карте, и осуществляет запись в карту памяти текущих значений влажности и температуры с заданным интервалом. Интервал записи может быть изменен в любое время.

Для установки интервала записи необходимо в **режиме индикации интервала записи** (горит символ **τ**) нажать и в течение 3 с удерживать кнопку «▽». Параметр (часы или минуты), значение которого может увеличиваться на единицу

при нажатии на кнопку «▽», начинает мигать.

Переход к следующему параметру (минуты) осуществляется при нажатии на кнопку «▷». После ввода требуемого значения интервала записи и нажатии на кнопку «▷» на индикаторе высвечивается надпись «**ЗАП.0**». При последующих нажатиях кнопки «▷» на индикаторе высвечивается надпись «**ЗАП.1**», затем вновь мигает значение часов и т.д.

При нажатии на кнопку «▽» в режиме «**ЗАП.0**» термогигрометр переходит в **режим индикации текущего значения относительной влажности и температуры** без сохранения введенного значения интервала записи.

При нажатии на кнопку «▽» в режиме «**ЗАП.1**» введенное значение интервала записи сохраняется.

Считывание накопленных данных может осуществляться двумя способами:

- с карты памяти через кард-ридер;
- через USB-порт термогигрометра.

6.5. Считывание данных с помощью кард-ридера



ВНИМАНИЕ! *Перед извлечением карты памяти* ***ОБЯЗАТЕЛЬНО*** *нажмите на кнопку «▽» и дождитесь погасания индикатора занятости карты памяти в правом нижнем углу индикатора. Невыполнение данного предписания может привести к полной потере данных и выходу карты памяти из строя.*

Для считывания накопленных данных извлеките карту памяти из термогигрометра, для чего нажмите на кнопку «▽» для блокирования записи на 30 с, нажмите на карту, слегка утопив ее в корпус прибора и отпустите.

Установите карту в кард-ридер, подключенный к персональному компьютеру, и запустите программу **DataLogger**.

Программа **DataLogger** обеспечивает считывание информации из карт памяти, формирует архив данных для каждого термогигрометра, создает текстовый и графический отчеты.

При необходимости проведения непрерывной записи информации можно использовать резервную карту памяти. Карту памяти можно устанавливать в любой термогигрометр, так как в момент установки на ней создается файл, содержащий информацию о номере прибора.

Записываемые на карту данные шифруются с целью предотвращения возможности фальсификации накопленных данных.

Работа с программой описана в документе «Программное обеспечение **Data Logger**», поставляемом на SD-карте с термогигрометром.

6.6. Считывание данных через USB-порт

Для считывания накопленных на карте памяти данных необходимо подключить термогигрометр с помощью кабеля mini USB-A к USB-порту персонального компьютера и запустить программу **DataLogger**. Разъем mini USB расположен на правой торцевой части блока индикации.

Работа с программой описана в документе «Программное обеспечение **Data Logger**», поставляемом на SD-карте с термогигрометром.

6.7. Выбор типа измеряемого параметра относительной влажности при отрицательной температуре

Термогигрометр при отрицательной температуре может выводить значение относительной влажности над водой или над льдом. Для просмотра типа выводимого параметра необходимо нажать и удерживать не менее 3 с кнопку «▽». После этого на индикатор в течение 3 с выводятся номера прибора и версии программного обеспечения и, затем в течение 3 с в нижней строке тип параметра относительной влажности – «**boda**» или «**led**» над водой и над льдом, соответственно:





Для переключения параметра необходимо ввести пароль «**52**».

Ввод пароля осуществляется следующим образом:

а) нажмите и удерживайте кнопку «▽» до появления на индикаторе номера прибора (около 3 с);

б) при появлении на индикаторе номера прибора нажмите на кнопку «▷» и удерживайте ее несколько секунд до установки режима ввода пароля и появления на индикаторе надписи «**П 00**»;

в) введите пароль «**52**», для чего последовательным нажатием кнопки «▽» установите цифру **5** в старшем разряде, затем нажмите кнопку «▷» и последовательным нажатием кнопки «▽» установите цифру **2** в младшем разряде, далее нажмите кнопку «▷» и затем кнопку «▽». После этого термогигрометр вернется в рабочий режим.

После переключения типа выводимого параметра убедитесь в том, что он выбран правильно, нажав и удерживая не менее 3 с кнопку «▽».

6.8. Включение подсветки индикатора

В условиях низкой освещенности Пользователь может включить подсветку индикатора, нажав кнопку «☼». Отключение подсветки осуществляется при повторном нажатии кнопки «☼» или автоматически через 20 с. Яркость подсветки регулируется при конфигурировании термогигрометра через USB-порт.

6.9. Сигнализация выхода значений измеренных параметров за установленные пределы

В термогигрометре имеется функция сигнализации выхода значений измеренных параметров за установленные пределы. Срабатывание сигнализации происходит, когда измеренное значение параметра (относительной влажности или температуры) становится выше верхнего или ниже нижнего порогов. При наступлении этого события раз в минуту включается короткий звуковой сигнал и на индикаторе кратковременно высвечивается обозначение порога, по которому произошло срабатывание сигнализации («RHmin», «RH^{max}», «minT», «maxT»). При работе термогигрометра в «быстром» режиме соответствующие символы на индикаторе мигают. Звуковая сигнализация может быть отключена при конфигурировании через USB-порт. Величины порогов также устанавливаются при конфигурировании через USB-порт.

6.10. Конфигурирование термогигрометра через USB-порт

Термогигрометр может конфигурироваться через USB-порт персонального компьютера с помощью программы **Data Logger**, вид окна которой показан на рис.8. Программа Data Logger и руководство по эксплуатации на нее записаны на SD-карту, входящую в комплект поставки, или доступны в разделе «*Поддержка – Загрузка*» на сайте microfor.ru.

С помощью этой программы могут устанавливаться

- текущие дата и время;
- интервал записи данных;
- дата поверки;
- яркость подсветки индикатора;
- представление относительной влажности при отрицательных температурах (над водой или льдом);
- включение/отключение звуковой сигнализации выхода измеряемых параметров за установленные пределы;
- значения верхних и нижних порогов включения сигнализации по относительной влажности и температуре.

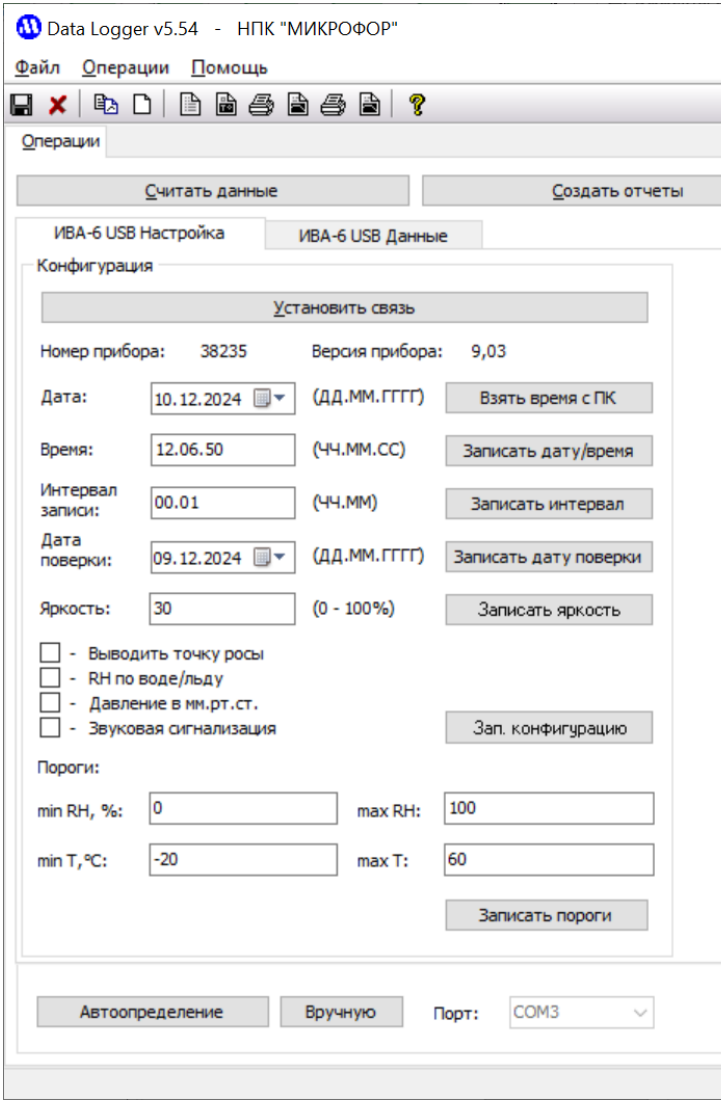


Рис.8. Окно программы Data Logger для конфигурирования термогигрометра.

6.11. Замена элементов питания

На дисплее термогигрометра постоянно высвечивается уровень заряда батареи питания в виде символа батарейки с тремя черными прямоугольниками внутри. При уменьшении напряжения питания прямоугольники поочередно гаснут.

При снижении уровня заряда батареи ниже допустимого (все прямоугольники погашены) необходимо заменить источник питания – два элемента типа АА. Для этого необходимо выполнить следующие операции:

1) извлеките из термогигрометра карту памяти (если она имеется), предварительно нажав на любую кнопку;

2) снимите крышку отсека питания на задней стороне блока индикации, сдвинув ее вниз;

3) извлеките старые элементы питания;

4) установите новые элементы в положениях, указанных на дне батарейного отсека;

5) закройте заднюю крышку;

6) установите текущие значения времени, даты, начала отчетного периода;

7) установите в термогигрометр карту памяти (если имеется).

К использованию допускаются только щелочные элементы типоразмера АА (LR6 1.5V).

ВНИМАНИЕ! *Запрещается использование с блоком индикации ИВА-6АР перезаряжаемых аккумуляторов!*

7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАЛЬКУЛЯТОРА ВЛАЖНОСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РАССЧЕТОВ

Служебная программа «Калькулятор влажности ООО НПК «МИКРОФОР» Calc5T» (Calc5T.exe), поставляемая на SD-карте с термогигрометром, предназначена для повышения точности расчетов параметра $\rho_в$ (концентрация паров воды в отходящем газе на выходе из ИЗАВ: масса водяных паров, отнесенная к кубометру сухого отходящего газа при нормальных условиях, г/$м_{сн}^3$) благодаря учету влияния на него атмосферного и избыточного давлений.

Для работы программы Calc5T требуется персональный компьютер под управлением операционной системы Windows 7 и выше, соответствующий системным требованиям для установленной операционной системы.

Программа распространяется по лицензионному соглашению, опубликованному в разделе «Поддержка – Загрузка» на сайте microfor.ru. Программа предназначена только для работы с результатами измерений термогигрометра ИВА-6АР с измерительным преобразователем влажности и температуры ДВ2ТСМ-5Т-1П-Б.

Запустите программу Calc5T.exe, при этом открывается окно, показанное на рис.9.

Для вычисления уточненного значения массы водяных паров, отнесенной к кубометру сухого отходящего газа при нормальных условиях:

1) введите относительную влажность и соответствующие ей температуру по показанию термогигрометра в соответствующие окна «Показания термогигрометра»;
2) введите атмосферное давление в гПа (1 гПа = 10 Па = 0,1кПа = 0,75 мм рт.ст) по показаниям средства измерений абсолютного давления в окно «атмосферное давление»;
3) введите статическое давление в месте отбора пробы в гПа по показаниям

соответствующего средства измерений в окно «избыточное давление» (при разрежении вводится отрицательное значение);

4) результат уточненного расчета массы водяных паров, отнесенной к кубометру сухого отходящего газа при нормальных условиях в г/м$_{сн}^3$ будет отображен в соответствующем окне.

При вводе некорректных значений, в окне с результатом будут показаны прочерки.

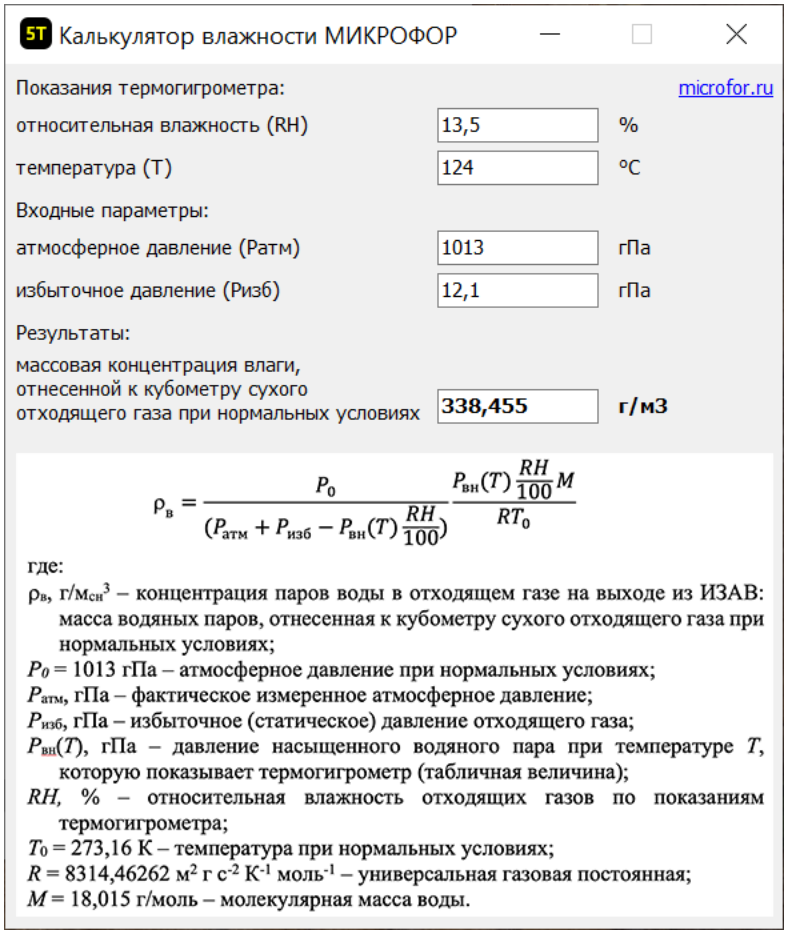


Рис.9. Окно программы Calc5T.

8. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

8.1. Термогигрометр в процессе работы производит самодиагностику и при обнаружении неисправностей выводит на дисплей код ошибки. Значения этих кодов и методы устранения неисправностей приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Код ошибки	Наименование неисправности	Метод устранения
Индикатор не «светится» или высвечивается только символ батарейки	Разрядился источник питания	Заменить элементы питания
На индикаторе в режиме отображения текущих значений влажности и температуры высвечиваются символы «--.-» или одновременно "E.°C" и "E.H"	Отсутствие связи с измерительным преобразователем	Проверить: 1) целостность провода между блоком индикации и преобразователем, 2) что в преобразователь введен сетевой номер 1 (см. РЭ на преобразователь)
На индикаторе высвечивается "E.°C"	Неисправность канала температуры	Требуется ремонт преобразователя на предприятии-изготовителе
На индикаторе высвечивается "E.H"	Неисправность канала влажности	

9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Самый уязвимый элемент в любом гигрометре – сенсор влажности, поверхность которого со временем может загрязниться и погрешность измерения влажности превысит допустимые пределы. К такому же результату может приводить наличие в воздухе некоторых агрессивных по отношению к влагочувствительному материалу сенсора веществ (например, паров растворителей).

Аккредитованные на проведение поверки организации обычно не имеют квалификации и технической возможности осуществлять техническое обслуживание термогигрометров, в которое входит очистка сенсора влажности и, при необходимости, юстировка. Они лишь констатируют факт, укладывается ли погрешность измерений в допустимые пределы или нет. А ведь часто причиной оформления извещения о непригодности прибора к применению является слегка загрязненная поверхность сенсора, очистка которой занимает не более минуты.

Мировая практика предполагает два способа решения этих проблем – либо Потребитель осуществляет техническое обслуживание самостоятельно, приобретая дополнительное оборудование и осваивая соответствующие методики (вряд ли это целесообразно при наличии на предприятии всего нескольких приборов), либо техническое обслуживание осуществляется на предприятии-изготовителе.

В связи с вышесказанным настоятельно рекомендуется проводить ежегодное техническое обслуживание термогигрометра, включающее тестирование,

юстировку (при необходимости), а также последующую поверку на предприятии-изготовителе.

Перечень работ для различных видов технического обслуживания термогигрометра приведен в таблице 3.

В связи со сложными условиями эксплуатации термогигрометра при измерениях влажности дымовых газов, настоятельно рекомендуется направлять его не реже 1 раза в год для технического обслуживания и поверки на предприятие-изготовитель.

Таблица 3.

Периодичность обслуживания	Содержание работ и метод их проведения	Технические требования	Приборы, инструменты, материалы
Не реже 1 раза в год и перед сдачей в поверку	Осмотр защитного колпачка, поверхности сенсора влажности и места установки сенсоров	На указанных поверхностях не должно содержаться механических частиц и загрязнений	
При наличии загрязнений на поверхности колпачка, сенсора влажности и места установки сенсоров	Отмывка поверхности сенсора влажности от загрязнений: - отмывка кисточкой в моющем растворе; -промывка в дистиллированной воде; - сушка сжатым воздухом; - промывка спиртом; - сушка сжатым воздухом		Кисть беличья №3, вода дистиллированная, раствор моющий нейтральный, спирт изопропиловый ОСЧ
При выходе абсолютной погрешности измерений за пределы, указанные в пп. 3.9, 3.10	Юстировка на предприятии-изготовителе	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения отн. влажности - п.3.9, температуры - п.3.10	См. методику поверки и раздел 4

10. ПОВЕРКА

Поверка осуществляется по документу ЦАРЯ.2772.001-01 «ГСИ. Термогигрометры ИВА-6. Методика поверки», утвержденному Восточно-Сибирским филиалом ФГУП «ВНИИФТРИ» 22 апреля 2025 г.

Подробная информация по отправке термогигрометров в поверку на предприятие-изготовитель содержится на сайте microfor.ru в разделе «*Услуги – Как сдать приборы в поверку*».

11. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА)

11.1. Предприятие-изготовитель (поставщик) гарантирует соответствие качества термогигрометра ИВА-6АР требованиям технических условий ТУ4311-011-77511225-2010 при соблюдении условий и правил эксплуатации, установленных настоящим руководством по эксплуатации.

11.2. Гарантийный срок эксплуатации 12 месяцев. Срок гарантии отсчитывается от даты отгрузки прибора производителем.

11.3. Гарантия не распространяется на приборы

- имеющие механические повреждения вследствие ненадлежащей эксплуатации или транспортировки
- эксплуатируемые вне условий применения.

11.4. Гарантийные обязательства не распространяются на услуги по периодической поверке. Стоимость первичной поверки прибора включена в стоимость прибора.

11.5. Предприятие-изготовитель обязуется в течение гарантийного срока безвозмездно устранять выявленные дефекты или заменять вышедшие из строя части или весь термогигрометр, если он не может быть исправлен на предприятии-изготовителе.

11.6. По всем вопросам гарантийного или послегарантийного обслуживания обращайтесь к Вашему поставщику или на предприятие-изготовитель.

11.7. Согласно Закону РФ «О защите прав потребителей» (ст. 5), срок годности устанавливается на продукты питания, медикаменты, косметику, бытовую химию и расходные материалы, для измерительных приборов (средств измерений) понятие «срок годности» не применяется. Поэтому при наличии в договоре поставки термогигрометра гарантийных обязательств, связанных со «сроком годности» термогигрометра, считать сроком годности гарантийный срок эксплуатации.

12. ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

12.1. Термогигрометры, упакованные в соответствии с техническими условиями ТУ4311-011-77511225-2010, могут транспортироваться на любое расстояние всеми видами транспорта: водным, воздушным (в отапливаемых герметизированных отсеках), железнодорожным, в сочетании их между собой и автомобильным транспортом, с общим числом перегрузок не более четырех, в крытых транспортных средствах, в том числе, в универсальных контейнерах при температуре окружающей среды от минус 50 до 50°С.

12.2. Термогигрометры должны храниться в сухом помещении при температуре окружающего воздуха от 10 до 35°С, влажности до 80 %. Наличие в воздухе паров кислот, щелочей и прочих примесей не допускается.

13. СРОК СЛУЖБЫ

Срок службы термогигрометра составляет не менее 5 лет.

Срок службы может быть продлен по решению владельца при условии исправности термогигрометра, отсутствии видимых повреждений и успешного прохождения поверки.

14. УТИЛИЗАЦИЯ

По истечении срока службы термогигрометры должны подвергаться утилизации в соответствии с нормами, правилами и способами, действующими в месте утилизации.

Запрещается выбрасывать термогигрометры вместе с бытовыми отходами.

15. СВЕДЕНИЯ О ДРАГОЦЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ

Термогигрометры содержат незначительное количество драгметаллов, утилизация которых не представляется экономически целесообразной. В связи с этим сведения о содержании драгметаллов в термогигрометрах не приводятся, и обязательные мероприятия по подготовке к утилизации не проводятся.

16. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Термогигрометр ИВА-6АР в составе:

блок индикации зав. № _____ ,

измерительный преобразователь влажности и температуры

ДВ2ТСМ-5Т-1П-Б/500 зав. № _____

соответствует техническим условиям ТУ4311-011-77511225-2010 и признан годным к эксплуатации.

Дата выпуска "_____"_____" 202__ г.

_____

Штамп ОТК: подпись ответственного лица

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Давление насыщенного пара воды от 0 °С до 180 °С

t, °С	$P_{вн}$, Па	t, °С	$P_{вн}$, Па	t, °С	$P_{вн}$, Па	t, °С	$P_{вн}$, Па
0	611,29	46	10094	92	75614	138	341220
1	657,16	47	10620	93	78494	139	351090
2	706,05	48	11171	94	81465	140	361190
3	758,13	49	11745	95	84529	141	371530
4	813,59	50	12344	96	87688	142	382110
5	872,6	51	12970	97	90945	143	392920
6	935,37	52	13623	98	94301	144	403980
7	1202,1	53	14303	99	97759	145	415290
8	1073	54	15012	100	101320	146	426850
9	1148,2	55	15752	101	104990	147	438670
10	1228,1	56	16522	102	108770	148	450750
11	1312,9	57	17324	103	112660	149	463100
12	1402,7	58	18159	104	116670	150	475720
13	1497,9	59	19028	105	120790	151	488610
14	1598,8	60	19932	106	125030	152	501780
15	1705,6	61	20873	107	129390	153	515230
16	1818,5	62	21851	108	133880	154	528960
17	1938	63	22868	109	138500	155	542990
18	2064,4	64	23925	110	143240	156	557320
19	2197,8	65	25022	111	148120	157	571940
20	2338,8	66	26163	112	153130	158	586870
21	2487,7	67	27347	113	158290	159	602110
22	2644,7	68	28576	114	163580	160	617660
23	2810,4	69	29852	115	169020	161	633530
24	2985	70	31176	116	174610	162	649730
25	3169	71	32549	117	180340	163	666250
26	3362,9	72	33972	118	186230	164	683100
27	3567	73	35448	119	192280	165	700290
28	3781,8	74	36978	120	198480	166	717830
29	4197,8	75	38563	121	204850	167	735700
30	4245,5	76	40205	122	211380	168	753940
31	4495,3	77	41905	123	218090	169	772520
32	4757,8	78	43665	124	224960	170	791470
33	5033,5	79	45487	125	232010	171	810780
34	5322,9	80	47373	126	239240	172	830470
35	5626,7	81	49324	127	246660	173	850530
36	5945,3	82	51342	128	254250	174	870980
37	6279,5	83	53428	129	262040	175	891800
38	6629,8	84	55585	130	270020	176	913030
39	6996,9	85	57815	131	278200	177	934640
40	7381,4	86	60119	132	286570	178	956660
41	7784	87	62499	133	295150	179	979090
42	8205,4	88	64958	134	303930	180	1001900
43	8646,3	89	67496	135	312930		
44	9107,5	90	70117	136	322140		
45	9589,8	91	72823	137	331570		

Источник: Волков А.И., Жарский И.М. Большой химический справочник — Мн.: Современная школа, 2005. — 608 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ....1
2. НАЗНАЧЕНИЕ....1
3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ....2
4. СОСТАВ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ....4
5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ТЕРМОГИГРОМЕТРА....6
5.1. Устройство термогигрометра....6
5.2. Расчет массы паров воды, отнесенной к кубометру сухого газа при нормальных условиях....7
5.3. Особенность измерений относительной влажности при высокой температуре....10
6. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И РАБОТА....11
6.1. Методика выполнения измерений....12
6.2. Просмотр и установка текущего времени и даты....15
6.3. Просмотр экстремальных значений влажности и температуры....15
6.4. Работа с картой памяти....16
6.5. Считывание данных с помощью кард-ридера....17
6.6. Считывание данных через USB-порт....17
6.7. Выбор типа измеряемого параметра относительной влажности при отрицательной температуре....18
6.8. Включение подсветки индикатора....18
6.9. Сигнализация выхода значений измеренных параметров за установленные пределы....19
6.10. Конфигурирование термогигрометра через USB-порт....19
6.11. Замена элементов питания....20
7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАЛЬКУЛЯТОРА ВЛАЖНОСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РАССЧЕТОВ....21
8. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ....23
9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ....23
10. ПОВЕРКА....25
11. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА)....25
12. ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ....25
13. СРОК СЛУЖБЫ....26
14. УТИЛИЗАЦИЯ....26
15. СВЕДЕНИЯ О ДРАГОЦЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ....26
16. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ....26
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Давление насыщенного пара воды от 0 °С до 180 °С....27