

ООО НПК "МИКРОФОР"



83117-21



83205-21



СДЕЛАНО
В РОССИИ

ГИГРОМЕТР ИВА-16

для контроля влажности газов при высоком давлении



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ЦАРЯ.2772.016 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 гигрометра ИВА-16 (в дальнейшем – гигрометра).

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

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Гигрометр ИВА-16 представляет собой стационарный (может эксплуатироваться как автономный, переносной) цифровой прибор и предназначен для измерения температуры точки росы/иней сжатого воздуха, азота, инертных и других неагрессивных газов, применяемых в различных технологических процессах промышленности и энергетики. Гигрометры, которые не оснащены пневмосопротивлением на входе (см. п.7.4) также предназначены для измерений избыточного давления в линии с газом, к которой они подключены.

2.2. По устойчивости к механическим воздействиям и по защищенности от воздействия окружающей среды гигрометр выполнен в обыкновенном исполнении по ГОСТ Р 52931-2008. Степень защиты от проникновения воды, пыли и посторонних твердых частиц по ГОСТ 14254-.....IP50

2.3. Рабочие условия применения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон температур окружающей среды и анализируемого газа, °С	от 0 до плюс 50
Относительная влажность окружающей среды, %	до 95 при температуре до 35°С и более низких температурах без конденсации влаги
Атмосферное давление окружающей среды, кПа	от 84 до 106
Максимальное избыточное давление анализируемого газа на входе в гигрометр, МПа	до 40 (значение указано на наклейке на корпусе гигрометра (Рис. 7) и в разделе 16 настоящего РЭ)
Избыточное давление в рабочей камере гигрометра, МПа	не более 30 или не более максимального избыточного давления на входе в гигрометр (см. модификацию датчика давления на наклейке на корпусе гигрометра (Рис. 7) и в разделе 16 настоящего РЭ)

3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. Метрологические характеристики гигрометров в зависимости от применяемых в его составе преобразователей точки росы/инея и избыточного давления приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры точки росы (инея) ⁽¹⁾ при рабочем давлении анализируемого газа, °C ДТР-1-СМ-М: - при температуре анализируемого газа (T_r) 20 °C и ниже - температуре анализируемого газа выше 20 °C ДТР-3-СМ-М: - при температуре анализируемого газа (T_r) 4 °C и ниже - при температуре анализируемого газа выше 4 °C	от -60 до T_r от -60 до +20 от -80 до ($T_r - 4$) от -80 до 0
Диапазон индикации температуры точки росы (инея) ⁽¹⁾ при рабочем давлении анализируемого газа, °C ДТР-1-СМ-М: ДТР-3-СМ-М:	от -80 до +20 от -100 до 0
Диапазон измерений избыточного давления ⁽²⁾ , МПа	⁽³⁾
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры точки росы/инея, °C	±2
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений избыточного давления, % от диапазона измерений, не более	±0,5
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений избыточного давления, вызванной отклонением температуры окружающей среды от нормальных условий (от +21 до +25 °C), %/10°C от диапазона измерений, не более	±0,3

⁽¹⁾ – в диапазоне измерений температуры точки росы/инея до 0°C гигрометр измеряет температуру точки инея, в диапазоне измерений выше 0°C – температуру точки росы.

⁽²⁾ – если гигрометр имеет на входе пневмосопротивление (см. п.5.1.11), то он измеряет избыточное давление в собственной рабочей камере, которое не соответствует входному давлению (см. п.7.4);

⁽³⁾ – в соответствии с диапазоном применяемого датчика давления.

3.2. Гигрометр рассчитывает молярную долю влаги (ppm), объемную долю водяного пара (%) и массовую концентрацию влаги (г/м³), приведенную к стандартным условиям, в контролируемом газе.

3.4. В гигрометре предусмотрена возможность расчетного приведения показаний точки росы/инея к давлению, отличному от подаваемого на гигрометр.

3.5. Расчеты осуществляются в соответствии с ГОСТ 8.811-2012 «Таблицы психрометрические. Построение, содержание, расчетные соотношения» для сухого воздуха и в соответствии с актуальными данными ГСССД (Государственная служба стандартных справочных данных) для остальных газов. Ввод типа газа необходим для корректных измерений. Подробнее это описано в п.5.2.

3.6. Гигрометр содержит часы и внутреннюю память, в которую протоколируются результаты измерений. Интервал записи задается пользователем в диапазоне от 1 минуты до 99 часов (см. пп.6.2.5 и 6.9). Гигрометр сохраняет результаты более 10000 измерений.

3.7. Гигрометр снабжен цифровым выходом для связи с персональным компьютером по интерфейсу USB. Программное обеспечение, поставляемое с гигрометром, позволяет считывать накопленные результаты измерений на ПК (см. п.6.9).

3.8. Гигрометр снабжен цифровым выходом по интерфейсу RS-485 и протоколу Modbus (см. п.6.5).

3.9. Основные технические характеристики гигрометров приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение
Время выхода показаний на уровень 0,9 от установившегося значения при изменении влажности газа от сухого к влажному, мин, не более	5
Габаритные размеры, мм, не более	230×160×70
Масса, кг, не более	2
Питание: - автономный режим (от встроенного аккумулятора) - стационарный режим (от сети переменного тока) - по линии цифрового выхода (от линии постоянного тока)	напряжение 3,7 В напряжение 220В ± 15%, частота 50 ± 5 Гц напряжение 7...27В
Потребляемая мощность, Вт, не более	5
Время непрерывной работы от полностью заряженного аккумулятора, ч, не менее	4
Средняя наработка на отказ T_0 в нормальных условиях, ч, не менее	10 000
Средний срок службы T_c , лет, не менее	5
Интервал между поверками, лет: - для преобразователя точки росы/иней ДТР - для датчика давления PIEZUS	1 3

3.10. Внешний вид гигрометра показан на Рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид гигрометра ИВА-16 спереди (слева) и сзади (справа).

4. ОБОЗНАЧЕНИЕ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

4.1. Обозначение гигрометров при заказе:

1	2	3	4
ИВА-16	-X	-X	-X _м

- 1 – Название гигрометра.
- 2 – Исполнение преобразователя точки росы/иней ДТР:
 - 1 – ДТР-1-СМ-М;
 - 3 – ДТР-3-СМ-М.
- 3 – Максимальное избыточное давление на входе гигрометра, МПа из ряда: 3, 10, 30, 40.
- 4 – При указании этой опции гигрометр будет дополнительно оснащен переходником (при необходимости), трубкой из нержавеющей стали 3×0.5mm длиной X метров и штуцером для подключения гигрометра к линии с газом (пп. 10, 11 и 12 таблицы 4).

4.2. Комплект поставки гигрометра приведен в таблице 4.

Таблица 4

№ п/п	Наименование изделия или документа	Обозначение	Кол-во	Примечание
1	Гигрометр ИВА-16	ЦАРЯ.2772.016	1 шт.	(1)
2	Гигрометр ИВА-16. Руководство по эксплуатации	ЦАРЯ.2772.016 РЭ	1 экз.	
3	Преобразователь точки росы/иней ДТР-1-СМ-М. Руководство по эксплуатации	ЦАРЯ.413614.001-014 РЭ	1 экз.	(2)
4	Преобразователь точки росы/иней ДТР-3-СМ-М. Руководство по эксплуатации	ЦАРЯ.413614.001-03 РЭ	1 экз.	(3)
5	Датчики давления APZ. Руководство по эксплуатации		1 экз.	(4)
6	Датчики давления APZ/ALZ/AMZ/ASZ. Паспорт		1 экз.	
7	Кабель miniUSB		1 шт.	
8	Адаптер питания 5V DC, 1A		1 шт.	
10	Переходник на трубку из нержавеющей стали 3×0.5mm		1 шт.	Рис. 6б, (4), (5)
11	Трубка из нержавеющей стали 3×0.5mm		1 м	(4)
12	Штуцер	Hy-Lok CMC-3M-2R	1 шт.	(4)
13	Фильтр тип А с трубками из нержавеющей стали 3×0.5mm	Hy-Lok FI1-H-3M-7	1 шт.	Рис. 6в, (6)
14	Разъем для подключения по цифровому выходу	GX12-4	1 шт.	см. п.6.5
15	Преобразователь интерфейса ПИ-1С (RS-485/USB)	ЦАРЯ.468152.001	1 шт.	(4)
16	Компакт-диск с программным обеспечением «ИВА-12-14-16»		1 шт.	(4)
17	Упаковка	ЦАРЯ.4170.006 СБ	1 шт.	

Примечания:

- (1) – исполнение гигрометра указывается при заказе;
- (2) – поставляется с гигрометрами ИВА-16-1 по запросу Заказчика;
- (3) – поставляется с гигрометрами ИВА-16-3 по запросу Заказчика;
- (4) – поставляется по запросу Заказчика;
- (5) – поставляется с гигрометрами ИВА-16 с максимальным входным избыточным давлением более 20 МПа;
- (6) – поставляется с гигрометрами ИВА-16 с максимальным входным избыточным давлением до 20 МПа.

Пример обозначения гигрометра при заказе:

ИВА-16-1-40-1 м

- гигрометр ИВА-16 с преобразователем точки росы/иней ДТР-1-СМ-М (диапазон измерений точки росы/иней от -60 до +20°C) с максимальным избыточным давлением на входе гигрометра не более 40 МПа, с переходником, трубкой из нержавеющей стали 3×0.5mm длиной 1 м и штуцером для подключения гигрометра к линии с газом.

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ГИГРОМЕТРА

5.1. Конструкция гигрометра

5.1.1. Гигрометр ИВА-16 состоит из шасси с отверстиями для крепления на стене (1), на котором размещены (см. Рис. 2-4):

- проточная рабочая камера (5) с установленными преобразователем точки росы/иней ДТР (7) и датчиком избыточного давления PIEZUS APZ 2422n (8) со съемной крышкой (6);

- трубка с пневмосопротивлением (9);

- поплавковый ротаметр (11), защищенный предохранительной вставкой (10), выход газа обозначен (12);

- блок индикации ДТР-БИ (13) (далее – блок индикации).

5.1.2. В гигрометрах с максимальным входным избыточным давлением более 20 МПа на шасси дополнительно установлен входной фильтр. При давлении входного газа менее 20 МПа используется внешний фильтр (Рис. 6в, поз.13 в таблице 4), устанавливать который рекомендуется как можно ближе к точке отбора газа. Подключение гигрометра к линии с газом осуществляется к штуцеру (2), который при поставке закрыт заглушкой.

5.1.3. В гигрометрах с максимальным входным избыточным давлением 40 МПа между входом в рабочую камеру и выходом входного фильтра устанавливается пневмосопротивление (см. Рис. 6а – выглядит как трубка Ø3 мм с надетой термоусадкой) для ограничения давления в рабочей камере.

5.1.4. В гигрометрах с максимальным входным избыточным давлением более 20 МПа подключение анализируемого газа осуществляется стальной трубкой диаметром 6 мм или 3 мм (с использованием переходника).

5.1.5. На блоке индикации ДТР-БИ (13) (Рис. 2, Рис. 4) расположены OLED-дисплей, 3 кнопки управления («вверх», «вправо» и «вниз»), miniUSB разъем (14) для подключения к персональному компьютеру. Блок индикации содержит аккумулятор для автономного питания гигрометра. Описание работы с блоком индикации приведено в разделе 0.

5.1.6. На задней крышке (6) сбоку расположен разъем для подключения адаптера питания (15) и разъем для подключения интерфейса RS-485 (17) (Рис. 3 справа).



Рис. 2. Гигрометр ИВА-16 (вид спереди) с входным давлением до 20 МПа (слева) и более 20 МПа (справа).

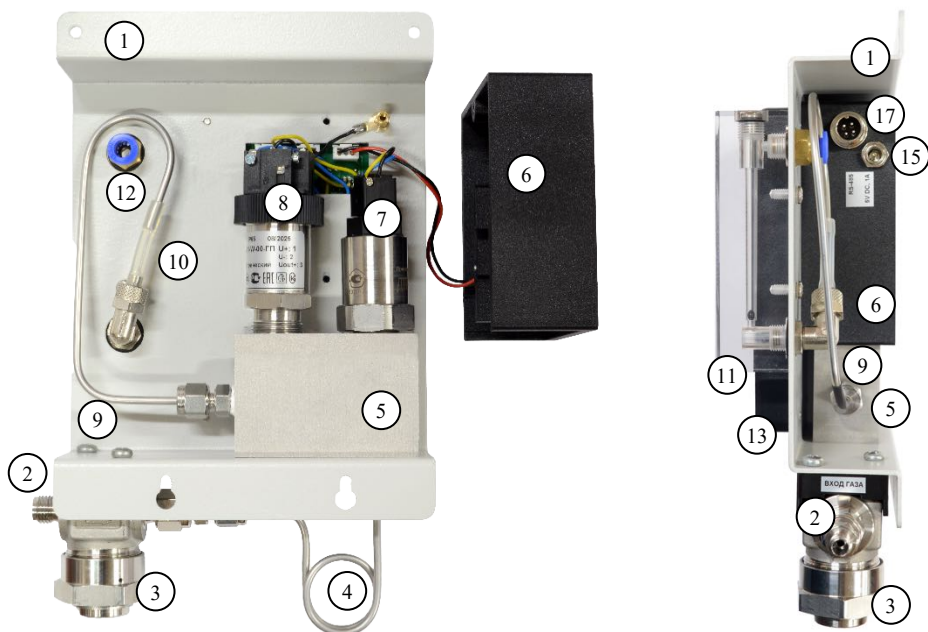


Рис. 3. Гигрометр ИВА-16 (слева – вид сзади со снятой крышкой (6), справа показан вид справа).

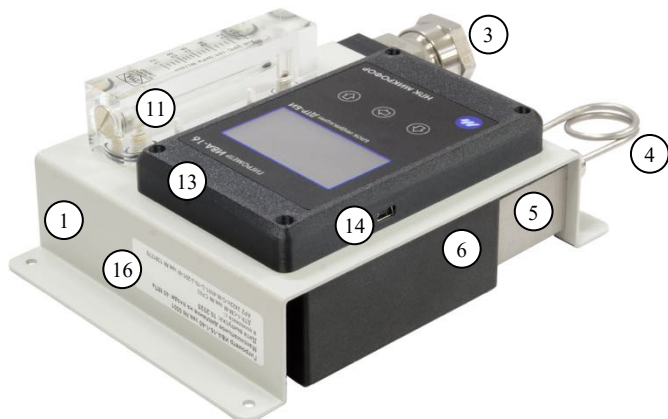


Рис. 4. Гигрометр ИВА-16 (изометрический вид).

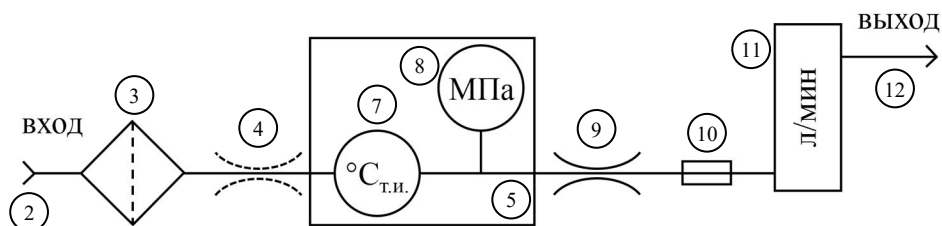


Рис. 5. Пневматическая схема гигрометра ИВА-16.



а – входное пневмосопротивление (4)



б – переходник на трубку $\varnothing 3$ мм
(п.10 таблицы 4)



в – фильтр частиц
Hy-Lok FI1-H-3M-7 для входного давления
до 20 МПа (п.13 таблицы 4)



г – фильтр частиц (3)
Hy-Lok FT-H-6M-1
для входного давления до 40 МПа

Рис. 6. Элементы пневматической схемы гигрометра ИВА-16.

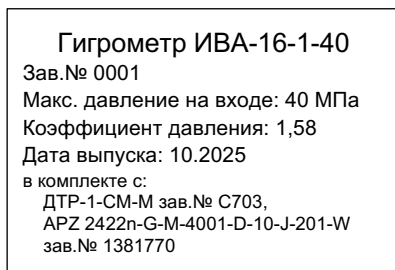


Рис. 7. Пример маркировки гигрометра ИВА-16.

5.1.7. С верхней стороны основания (1) имеется наклейка (16) (Рис. 4, Рис. 7) с указанием исполнения гигрометра, его заводского номера, максимального давления на входе, коэффициента давления (см. пп.5.1.11, 7.4), даты производства, исполнений и заводских номеров входящих в состав гигрометра преобразователя точки росы/инея ДТР и датчика давления PIEZUS.

5.1.8. Гигрометры с входным давлением до 20 МПа (Рис. 2 слева) подключаются к линии с газом трубкой из нержавеющей стали диаметром 3 мм через входной фильтр частиц Ну-Lok FI1-H-3M-7 (Рис. 6в), устанавливать который рекомендуется как можно ближе к точке отбора газа.

5.1.9. Гигрометры с входным давлением более 20 МПа (Рис. 2 справа) имеют встроенный фильтр частиц ((3) на Рис. 2-4, Рис. 6г), подключаются к линии с газом трубкой из нержавеющей стали диаметром 6 мм, либо 3 мм с использованием переходника (Рис. 6б, поз.10 в таблице 4).

5.1.10. Гигрометры оснащены пневмосопротивлением (9) на выходе рабочей камеры. Пневмосопротивление представляет собой трубку из нержавеющей стали Ø3 мм, в которую впаяна тонкая трубка («капилляр»), диаметр которой подобран таким образом, чтобы при максимальном рабочем давлении на входе расход через нее был в пределах от 0,7 до 1 л/мин (от 1 до 2,5 л/мин если в гигрометре применен ротаметр с верхним пределом 2,5 л/мин). Давление на выходе пневмосопротивления (9) – атмосферное. Пневмосопротивление (9) позволяет проводить безопасный отбор пробы газа из линии, не используя сложные и дорогостоящие редукторы и вентили тонкой регулировки.

5.1.11. Гигрометры могут оснащаться дополнительным пневмосопротивлением (устанавливается вместо трубки (4)) (Рис. 6а) на входе рабочей камеры. Оно позволяет уменьшить давление в рабочей камере до оптимального с точки зрения выполнения измерений. В этом случае для оценки входного давления необходимо воспользоваться формулой, приведенной в п.7.4.

5.1.12. Фильтр частиц (3) необходим, чтобы избежать загрязнений сенсора влажности и засорения пневмосопротивлений.

5.1.13. Выход пневмосопротивления (9) соединен с поплавковым ротаметром (11) через предохранительную вставку (10) из силиконовой трубки. Поплавковый ротаметр (11) предназначен для контроля расхода анализируемого газа через гигрометр. Выход газа происходит при атмосферном давлении через штуцер (12). Следует отметить, что измерение влажности на выходе гигрометра (12) другим гигрометром не имеет смысла, поскольку материалы защитной вставки (10) и

ротаметра (11) обладают значительным влагопоглощением и никогда не могут быть достаточно просушены. Это не является проблемой для самого гигрометра, поскольку они установлены после преобразователя точки росы/иней ДТР и поэтому не влияют на его показания.

5.2. Измерения влажности газов при сверхвысоком давлении

Задача измерений влажности при «сверхвысоком» давлении (по зарубежной классификации - выше 20 бар) актуальна для различных отраслей промышленности. В авиа и космической промышленности, на подводном флоте используется газ при высоком давлении. Неправильные измерения точки иней для этих задач может привести к обмерзанию и перекрытию подводящих газовых коммуникаций, и, соответственно, выходу из строя этих систем.

При измерениях влажности сжатого газа используют один из двух подходов – либо измеряют непосредственно при рабочем давлении, либо снижают перед гигрометром давление до атмосферного, и затем пересчитывают точку росы/иней к рабочему давлению.

Оба подхода имеют свои преимущества (+) и недостатки (–):

Измерение влажности газа при рабочем давлении:

- (+) измеряемые значения точки иней значительно выше – соответственно ниже требования диапазону измерений гигрометра, быстрее достигается равновесие между газом и средой, меньше времени требует просушка коммуникаций;
- (–) в лучшем случае оценка дополнительной погрешности гигрометра от избыточного давления проводилась при утверждении типа, поверка всегда проводится при давлении, близком к атмосферному, поэтому достоверность показаний любого гигрометра при большом избыточном давлении под вопросом;
- (–) обычно для таких измерений требуется приведение показаний точки росы/иней к другому давлению, либо вычисление молярной доли влаги или объемной доли водяного пара – большинство гигрометров используют для этого формулы для идеального газа, что при высоком давлении приводит к большой дополнительной погрешности.

Измерения влажности при давлении, сниженном до атмосферного:

- (+) любой гигрометр проходит поверку при давлении, близком к атмосферному, поэтому подход более обоснован с метрологической точки зрения;
- (–) измерение влажности газа даже в обычных газовых баллонах под давлением 15 МПа после снижения давления до атмосферного требует длительной продувки коммуникаций и сенсора влажности, гигрометр работает на нижнем крае своего диапазона, где у него самое плохое быстродействие;
- (–) обычно для таких измерений требуется приведение показаний точки росы/иней к другому давлению – большинство гигрометров используют для этого формулы для идеального газа, что при высоком давлении приводит к большой дополнительной погрешности – пересчитанные значения не будут

соответствовать реальной температуре, при которой будет происходить конденсация в линии под давлением.

Гигрометры ИВА-11, ИВА-12, ИВА-14 и ИВА-16 реализуют подход измерения влажности газа при рабочем, либо при промежуточном давлении, но благодаря реализации в них:

- 1) компенсации влияния давления на измеряемую температуру точки росы/иней;
- 2) учета повышающих коэффициентов при вычислении молярной доли влаги и приведении показаний к другому давлению для конкретного типа измеряемого газа по стандартным справочным данным;

они лишены описанных выше недостатков этого метода.

При разработке и производстве гигрометров ИВА-11, ИВА-12, ИВА-14 и ИВА-16 ООО НПК «МИКРОФОР» был разработан и используется эталонный генератор влажного газа высокого давления Суховой-5, работа которого основана на фундаментальных физических принципах – методе фазового равновесия. Подробнее работа генератора описана в докладе «О практических особенностях измерений влажности газов при высоком давлении», который был представлен на круглом столе по гигрометрии на выставке-форуме «Метрология без границ-2025» в Москве 20.05.2025. Доклад доступен по ссылке – microfor.ru/support/articles/Ultra-high-pressure-humidity-measurement.

Повышающий коэффициент характеризует отклонение свойств газа от идеального при различных давлениях и температурах. Он должен учитываться при пересчете точки росы/иней к другому давлению, расчете молярной доли влаги и других величин влажности, когда измерения проводятся при избыточном давлении. Вычисление повышающего коэффициента в гигрометре реализовано на основе данных, приведенных в таблице 5. В промежуточных значениях применяется интерполяция, при выходе за диапазон стандартных справочных данных применяются экспериментальные данные, полученные ООО НПК «МИКРОФОР» и экстраполяция. Источник данных ГСССД – федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/10).

Таблица 5.

Газ	Документ
воздух	<u>ГОСТ 8.811-2012 «Таблицы психрометрические. Построение, содержание, расчетные соотношения»</u>
азот	ГСССД 168-94 «Влажный азот. Термодинамические свойства в диапазоне температур 200...400 К, давлений 0,1...10 МПа и относительной влажности 0,2...1,0»
водород	ГСССД 169-94 «Влажный водород. Термодинамические свойства в диапазоне температур 200...400 К, давлений 0,1...10 МПа и относительной влажности 0,2...1,0»
гелий	ГСССД 170-94 «Влажный гелий. Термодинамические свойства в диапазоне температур 200...400 К, давлений 0,1...10 МПа и относительной влажности 0,2...1,0»
аргон	ГСССД 171-94 «Влажный аргон. Термодинамические свойства в диапазоне температур 200...400 К, давлений 0,1...10 МПа и относительной влажности 0,2...1,0»
углекислый газ	ГСССД 173-94 «Углерод диоксида влажный. Термодинамические свойства в диапазоне температур 260...400 К, давлений 0,1...10 МПа и относительной влажности 0,2...1,0»

6. РАБОТА С ГИГРОМЕТРОМ

6.1. Включение гигрометра

Для включения гигрометра необходимо нажать на любую кнопку на панели блока индикации. При этом гигрометр перейдет в режим тестирования и на индикаторе высветится следующая надпись:

```
ИВА-16 Подготовка --#  
сжатый воздух  
  
- - - - °Стр  
-Ррав  
  
- - - - Ризв  
МПа
```

Через несколько секунд при успешном выполнении процедуры тестирования гигрометр перейдет в режим измерений:

```
ИВА-16 Измерение 99#  
сжатый воздух  
  
- 60.4 °Ств  
-Ррав  
  
000 Ризв  
МПа
```

Рис. 8. Основной экран отображения результатов измерений.

В этом режиме на дисплей выводится в самой верхней строке слева направо – обозначение гигрометра («ИВА-16»), режим работы («Измерение»), заряд встроенного аккумулятора в процентах и режим питания («вилка» - от сети, «батарейка» - от встроенного аккумулятора). время и уровень (состояние) заряда аккумулятора. Ниже выводится выбранный тип газа и измеренные значения влажности и избыточного давления в выбранных единицах.

Нажатие на кнопку «вверх» или «вниз» отобразит экран расширенной индикации:

```
ИВА-16 Измерение 99#  
25.11.2025 17:16  
сжатый воздух  
-60.70 °Ств -Р00.0  
-60.39 °Ств -Ррав  
9.72 ppm  
0.0007 г/м³с.у.  
0.00 МПа
```

Рис. 9. Экран расширенной индикации.

В этом режиме на дисплей выводятся текущие дата и время, точка росы/инейя отображается как при рабочем давлении («-Рраб» – фактическое измеренное ДТР значение точки росы/инейя), так и приведенное к выбранному давлению в МПа (на рисунке выше «-P0.00» означает приведение к атмосферному давлению). Кроме того, на этом экране отображаются вычисленные молярная доля влаги (в ppm) и массовая концентрация влаги, приведенная к стандартным условиям (с.у. – температура 20°C, абсолютное давление 101,325 кПа) в г/м³с.у., или объемная доля водяного пара (далее – ОДВП, в %) (если она выбрана как единица измерений – см. п. 6.2.1).

6.2. Основное меню

Нажатие кнопки «вправо» на любом из приведенных выше экранов выводит основное меню:

```
ИВА-16 Настройки 99#
ИЗМЕРЕНИЯ
АВТОКОРРЕКЦИЯ
ВЫКЛЮЧИТЬ
ВЫБОР ЕДИНИЦ ИЗМЕР.
ВЫБОР ГАЗА
УСТАНОВКА НУЛЯ ДД
Пороги
Память
Дата и время
Звук
0 ГИГРОМЕТРЕ
```

Пункт меню устанавливается кнопками «вверх» и «вниз» (выбранный пункт отображается инвертированным), вход в подменю осуществляется кнопкой «вправо».

Для возврата в режим измерений следует выбрать пункт **«Измерения»**.

Пункт **«Автокоррекция»** имеется только у гигрометров ИВА-16, оснащенных преобразователем точки росы/инейя ДТР-1. Работа с автокоррекцией описана в п.6.3.

Ввод пункта **«Выключить»** выключает гигрометр. В выключенном состоянии питание преобразователей прекращается, контроль порогов и запись измеренных значений в память не осуществляется. Если питание к гигрометру не подключено, то он будет выключаться автоматически через 5 минут после последнего нажатия любой кнопки. При подключенном внешнем питании гигрометр будет постоянно включен, пока не будет введен пункт меню **«Выключить»**.

6.2.1. Выбор единиц измерений

Вход в меню «**Выбор единиц измер.**» выведет на экран подменю:

```
ИВА-16 Настройки 99#  
ВЫБОР ЕДИНИЦ ИЗМЕР.  
Влаж. °СТИ -P00.0 МПа  
      > °СТИ -Pрав  
      PPM  
      %ОДВП г/м³с.у.  
Ризв >МПа  
      кгс/см² <<
```

Для выхода в основное меню выберите пункт «<<» (выбран по умолчанию) и нажмите кнопку «вправо».

Кнопками «вверх» и «вниз» выберите требуемую для отображения на основном экране единицу измерений влажности и избыточного давления (выбранные единицы выделены знаками «>») и нажмите кнопку «вправо» для выбора. Также в этом подменю задается избыточное давление в МПа, к которому будут приводиться показания точки росы/иней. На экране ниже показано, что выбрано приведение к давлению 0,0 МПа (т.е. приведение к атмосферному давлению):

```
ИВА-16 Настройки 99#  
ВЫБОР ЕДИНИЦ ИЗМЕР.  
Влаж. > °СТИ -P00.0 МПа  
      °СТИ -Pрав  
      PPM  
      %ОДВП г/м³с.у.  
Ризв >МПа  
      кгс/см² <<
```

Приведенная точка иней отображается на экранах «Измерение»:

```
ИВА-16 Измерение 99#  
сжатый воздух  
-52.8 °СТИ  
-P00  
10.90 Ризв  
МПа
```

Для ввода давления приведения кнопками «вверх» и «вниз» выберите требуемый разряд (цифру) давления, нажмите кнопку «вправо», затем кнопками «вверх» и «вниз» установите требуемое значение, затем нажмите кнопку «вправо».

Следует отметить, что:

- выбор единицы отображения избыточного давления «кгс/см²» не меняет единицу давления, к которому осуществляется приведение – она всегда останется «МПа»;
- 1 МПа = 9,86923 атмосфер, 1 МПа = 10 бар, 1 МПа = 10,1972 кгс/см²;
- молярная доля влаги (ppm) и ОДВП (%) не зависят от давления, поэтому в приведении не нуждаются (1 ppm = 0,0001 % ОДВП);
- массовая концентрация влаги (г/м³) приведена к стандартным условиям (с.у. – температура 20°C, абсолютное давление 101,325 кПа);
- показания при рабочем давлении «Рраб» – это показания самого преобразователя ДТР без приведения – именно это значение должно быть в пределах диапазона измерений преобразователя, чтобы результаты измерения были метрологически корректными.

6.2.2. Выбор газа

Вход в меню «Выбор газа» выведет на экран подменю:

```
ИВА-16 Настройки 994
      ВЫБОР ГАЗА
Возврат <<
идеальный газ
>сжатый воздух
азот
аргон
водород
гелий
углекислый газ
```

Для выхода в основное меню выберите пункт «Возврат <<» (выбран по умолчанию) и нажмите кнопку «вправо». Выбранный газ отмечен знаком «>» слева.

Кнопками «вверх» и «вниз» выберите газ, влажность которого требуется измерить. Неверный выбор газа приведет к значительной дополнительной погрешности измерений. Выбранный газ определяет таблицу повышающих коэффициентов, которая будет использована при расчете молярной доли влаги, ОДВП и приведенной точки росы/иней.

Если требуется измерение влажности газа, которого нет в списке (т.е. для него нет стандартных справочных и экспериментальных данных), выбирайте наиболее близкий по молекулярной массе и физико-химическим свойствам газ. Чем меньше рабочее давление газа, тем меньше будет ошибка пересчета показаний

точки росы/иней к другому давлению, расчета молярной доли влаги и абсолютной влажности, связанная с неправильным выбором газа.

6.2.3. Установка нуля датчика давления

Если отображаемое не подключенным к магистрали гигрометром избыточное давление не равно нулю, рекомендуется установить нуль датчика давления. Вход в меню «Установка нуля ДД» выведет на экран подменю:

```
ИВА-16 Настройки 99#
Установка нуля ДД
поправка: -0.01 МПа
Резь с поправкой:
000 МПа
УСТАНОВИТЬ <<<
```

Для выхода в основное меню выберите пункт «<<<» (выбран по умолчанию) и нажмите кнопку «вправо».

Для установки нуля датчика давления кнопками «вверх» или «вниз» выберите пункт «установить» и нажмите кнопку «вправо».

6.2.4. Установка порогов

Гигрометр имеет возможность звуковой сигнализации, когда измеренное значение влажности превышает установленный порог. Вход в меню «Пороги» выведет на экран подменю:

```
ИВА-16 Настройки 99#
Пороги
Порог 1      выкл.
              10000.0
              ppm
Порог 2      выкл.
              1000.0
              %ОВП <<<
```

Для выхода в основное меню выберите пункт «<<<» (выбран по умолчанию) и нажмите кнопку «вправо».

Кнопками «вверх» и «вниз» выберите требуемый пункт подменю, для изменения значения нажмите кнопку «вправо». Для ввода значения порога кнопками «вверх» и «вниз» выберите требуемый разряд (цифру), нажмите кнопку «вправо», затем кнопками «вверх» и «вниз» установите требуемое значение, затем нажмите кнопку «вправо».

Если соответствующий порог включен, и значение выбранного параметра превышает его пороговое значение, гигрометр каждую секунду будет издавать писк (если установлен режим звука «полный» - см. п.6.2.7), либо короткий более тихий писк (если установлен режим звука «короткий»). При этом в верхней части экрана будет отображаться сообщение «Порог 1!» или «Порог 2!» (Порог 2 имеет приоритет).

Для порогов по избыточному давлению предусмотрена установка порога как по превышению порога («МПа+»), так и если давление снизится ниже установленного порога («МПа-»).

В выключенном состоянии измерения не производятся, значения порогов не отслеживаются. Для постоянного отслеживания порогов необходимо обеспечить внешнее питание гигрометра и не отключать его специально.

6.2.5. Настройки записи результатов измерений в память

Гигрометр имеет возможность записи измеренных значений в собственную энергонезависимую память. Вход в меню «Память» выведет на экран подменю:



ИВА-16 Настройки 99%
ПАМЯТЬ

ИНТЕРВАЛ: 01 мин.
ОЧИСТИТЬ ПАМЯТЬ



Для выхода в основное меню выберите пункт «<<<» (выбран по умолчанию) и нажмите кнопку «вправо».

Кнопками «вверх» и «вниз» выберите требуемый пункт подменю, для изменения значения нажмите кнопку «вправо». Подменю позволяет задать интервал записи (00 – запись осуществляться не будет), выбрать единицу измерения для интервала записи (минуты или часы) и очистить память гигрометра (пункт подменю «очистить память»).

Записанные значения могут быть считаны из гигрометра персональным компьютером при помощи специального программного обеспечения.

При переполнении памяти новые записанные значения будут заменять самые старые.

Гигрометр сохраняет результаты более 10000 измерений.

6.2.6. Настройка даты и времени

Вход в меню «Дата и время» выведет на экран подменю:

```
ИВА-16 Настройки 99%  
Дата и время  
Часы: 11  
Минуты: 13  
День: 09  
Месяц: 10  
Год: 25  
◀◀
```

Для выхода в основное меню выберите пункт «<<<» (выбран по умолчанию) и нажмите кнопку «вправо».

Кнопками «вверх» и «вниз» выберите требуемый пункт подменю, для изменения значения нажмите кнопку «вправо». Для ввода значения кнопками «вверх» и «вниз» выберите требуемый разряд (цифру), нажмите кнопку «вправо», затем кнопками «вверх» и «вниз» установите требуемое значение, затем нажмите кнопку «вправо».

Дата и время требуются для вывода на экран расширенной индикации (см. п.6.1) и для записи измеренных значений в память гигрометра (см. п.6.2.5).

Модуль гигрометра, отвечающий за работу отслеживание даты и время, постоянно питается от аккумулятора, поэтому полный разряд аккумулятора приведет к сбросу даты и времени.

6.2.7. Настройка звуков

Вход в меню «Звук» выведет на экран подменю:

```
ИВА-16 Настройки 99%  
Звук  
>Полный  
Короткий  
Выключен  
◀◀
```

Для выхода в основное меню выберите пункт «<<<» (выбран по умолчанию) и нажмите кнопку «вправо».

Кнопками «вверх» и «вниз» выберите требуемый пункт подменю, для изменения значения нажмите кнопку «вправо». Выбранное значение отмечено символом «>» слева.

Настройка звука определяет периодичность звуковых сигналов при срабатывании порогов (см. п.6.2.4). При настройке «выключен» гигрометр не будет воспроизводить звуки.

6.2.8. Информация о гигрометре

Вход в меню «О гигрометре» выведет на экран подменю:

```
ИВА-16 Настройки 99%  
О ГИГРОМЕТРЕ  
ГИГРОМЕТР ИВА-16v0.01  
ЗАВОДСКОЙ НОМЕР 0001  
ДТР-1-СМ-М зав. NC703  
ПРЕОБР. ИЗБ. ДАВЛЕНИЯ  
PIEZUS APZ 2422n  
зав. N1381770 <<
```

Для выхода в основное меню выберите пункт «<<» (выбран по умолчанию) и нажмите кнопку «вправо».

На экране «О гигрометре» отображаются наименование гигрометра, версия его встроенного программного обеспечения, заводской номер, модификация и заводской номер преобразователей ДТР и PIEZUS в его составе.

6.3. Автокоррекция показаний преобразователя ДТР-1-СМ-М

Гигрометры ИВА-16-1, оснащенные преобразователем точки росы/иней ДТР-1-СМ-М, имеют возможность запуска процедуры автокоррекции преобразователя. Процедура автокоррекции запускается из основного меню выбором пункта «Автокоррекция» (см. п.6.2). Гигрометры, оснащенные преобразователем ДТР-3 такого пункта в меню не имеют.

Под влиянием различных внешних воздействий емкость сенсора влажности может незначительно изменяться. Для устранения влияния дрейфа градуировочной характеристики на точность измерения низких значений влажности в преобразователе ДТР-1 применена технология автокоррекции дрейфа характеристик сенсора, подробнее описанная в руководстве по эксплуатации на ДТР-1.

Процедура автокоррекции должна выполняться при установившемся значении влажности в измерительной камере гигрометра. При этом, чем ниже значение влажности при проведении операции, тем выше точность компенсации дрейфа характеристики сенсора.

Критерием установления показаний гигрометра можно считать изменение значения точки инея не более, чем на 2°C за 20 минут. Не обязательно ждать 20 минут для такой оценки. Можно экстраполировать результаты измерений за меньший отрезок времени. Так, если за 4 минуты точка инея изменилась менее чем на 0,4°C, можно считать показания установившимися.

Основным условием проведения процедуры автокоррекции является стабильность влажности газа в процессе ее выполнения. Кроме того, автокоррекция осуществляется только при относительной влажности газа менее 10%. Следует иметь ввиду, что чем ниже точка росы газа, при которой производится автокоррекция, тем выше точность этой процедуры.

Вход в меню «Автокоррекция» выведет на экран подменю:

ИВА-16 Измерение 99%

Запустить
автокоррекцию

<<

Для выхода в основное меню выберите кнопками «вверх» или «вниз» пункт «<<» и нажмите кнопку «вправо». Для запуска процедуры автокоррекции нажмите кнопку «вправо» (пункт «Запустить автокоррекцию» выбран по умолчанию). На экране будет отображен прогресс автокоррекции:

ИВА-16 Автокорр-я 99%

Идет
автокоррекция...



После завершения автокоррекции гигрометр отобразит экран измерений (см. п.6.1).

6.4. Прогрев сенсора влажносте преобразователя ДТР-3-СМ-М

Некоторые преобразователи ДТР-3-СМ-М оснащены функцией «Прогрев сенсора» (отображается в основном меню), которая заключается в кратковременном нагреве сенсора влажности с целью ускорения процесса десорбции молекул воды, то есть для более быстрого приведения сенсора влажности в равновесие с анализируемым газом после подключения гигрометра к газовой магистрали.

```

ИВА-16 Настройки 99%
Измерения
Прогрев сенсора
Выключить
Выбор единиц измер.
Выбор газа
Установка нуля ДД
Пороги

```

Функцию «Прогрев сенсора» рекомендуется запускать сразу после установки гигрометра в линию с газом, если есть необходимость быстрее провести измерения.

Вход в меню «Прогрев сенсора» выведет на экран подменю:

```

ИВА-16 Измерение 99%

Запустить прогрев
сенсора влажности

```

<<

Для выхода в основное меню выберите кнопками «вверх» или «вниз» пункт «<<» и нажмите кнопку «вправо». Для запуска процедуры автокоррекции нажмите кнопку «вправо» (пункт «Запустить прогрев сенсора влажности» выбран по умолчанию). На экране будет отображен прогресс прогрева:

```

ИВА-16 Прогрев 99%

Идет прогрев
сенсора влажности
■■■■■

```

6.5. Цифровой выход RS-485

Гигрометр имеет цифровой выход, позволяющий взаимодействовать с внешними устройствами по интерфейсу RS-485 и протоколу Modbus. Скорость обмена фиксирована и составляет 19 200 бод.

Гигрометры могут объединяться в сеть по интерфейсу RS-485, содержащую до 247 приборов, и использоваться в составе многоканальных измерительных систем. Подключение к ПК может осуществляться через преобразователь интерфейса

RS-485/USB (например, ПИ-1С).

При работе в сети каждому блоку индикации должен быть присвоен свой уникальный сетевой номер. Установка сетевого номера осуществляется либо через интерфейс (см. Приложение 1), либо через программное обеспечение «ИВА-12-14-16 Setup» (см. п. 6.9).

Описание протокола работы по протоколу Modbus приведено в Приложении 1.

Схема распылки разъема для подключения интерфейса RS-485 приведена на Рис. 10.

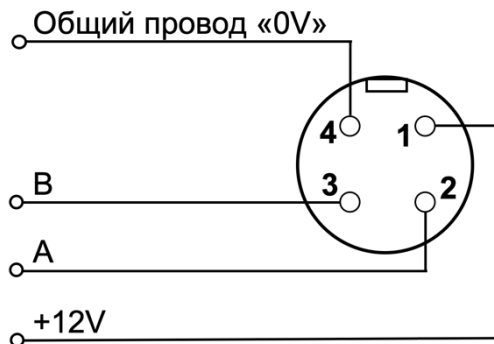


Рис. 10. Схема «распылки» кабеля для подключения цифрового выхода с номерами контактов (вид со стороны «распылки» розетки гигрометра).

Гигрометр может получать питание постоянным током от кабеля интерфейса RS-485 по линии, которая на Рис. 10 обозначена «+12V». Диапазон допускаемых напряжений для этой линии от 7 до 27В.



ВНИМАНИЕ! Неправильная распылка разъема может вывести гигрометр из строя!

Питание и считывание показаний возможно через преобразователь интерфейса ПИ-1С, либо другим контроллером Modbus RTU, имеющим интерфейс RS-485 (кроме дифференциальной пары А-В **обязательно** наличие общей линии GND).

Гигрометр **не совместим** с контроллером ИВА-128 и программным обеспечением SensNet.

6.6. Подключение гигрометра к линии с газом

6.6.1. Подключение гигрометра должно производиться персоналом, прошедшим инструктаж по работе с оборудованием под давлением в установленном порядке.



ВНИМАНИЕ! Гигрометр не является взрывозащищенным, поэтому категорически запрещается подключать его к линии с взрывоопасным газом (природный газ, метан, пропан и т.п.)!

6.6.2. Для подключения гигрометра к линии с газом необходимо организовать на линии отведение для гигрометра с отсекающим вентилем. Это необходимо для безопасного подключения и отключения гигрометра.

6.6.3. Для гигрометра необходимо использовать только переходники и арматуру из нержавеющей стали, максимальное рабочее давление которых должно соответствовать максимальному рабочему давлению в магистрали. Запрещается использование уплотнительных прокладок из резины.



ВНИМАНИЕ! При выборе фитингов и подводящей газовой арматуры учитывайте максимальное давление газа в линии. Установку фитингов проводите в соответствии с указаниями производителя. Неправильная установка или превышение максимального давления газа для фитингов и арматуры представляет опасность!

6.6.4. Гигрометр разместите на стене с помощью саморезов, используя соответствующие отверстия на основании. Если планируется установка на длительное время, обеспечьте постоянное питание гигрометра в стационарном режиме (либо через входящий в комплект адаптер питания (поз.8 таблицы 4), либо через кабель цифрового выхода (см. п. 6.5)).

6.6.5. Включите гигрометр и убедитесь, что показания датчика избыточного давления гигрометра равны 0. В противном случае проведите процедуру установки нуля датчика давления (см. п.6.2.3).

6.6.6. Убедитесь по наклейке на верхней части гигрометра и п.16 настоящего Руководства по эксплуатации, что характеристика гигрометра «максимальное давление на входе в гигрометр» больше, чем максимально возможное давление в линии. Если давление в линии более 20 МПа, убедитесь, что гигрометр используется с фильтром FT-H-6M-1 (Рис. 6г), а не FI1-H-3M-7 (см. Рис. 6в).

6.6.7. Подключите гигрометр к отводящей линии с перекрытым вентилем.

6.6.8. Если трубка обжимается обжимными кольцами впервые:

- 1) Вставляйте подготовленную трубку в фитинг Ну-Lok до тех пор, пока конец трубы основательно не сядет на внутренний торец корпуса и убедитесь, что гайка затянута от руки. Не пытайтесь продавить трубу через кольца, если она свободно не проходит сквозь них. Она может иметь овальность или заусенцы, или внутри фитинга могут находиться посторонние предметы.

- 2) Пометьте гайку и фитинг в позиции на 9 часов для идентификации начальной точки.
- 3) Затяните гайку гаечным ключом на 1 и $\frac{1}{4}$ оборота для трубки $\varnothing 6$ мм или $\frac{3}{4}$ оборота для трубки $\varnothing 3$ мм, удерживая тело фитинга другим ключом. Для трубки $\varnothing 6$ мм – когда гайка будет затянута на 1 и $\frac{1}{4}$ оборота, отметка, которая была изначально на 9 часов встанет на 12 часов. Для трубки $\varnothing 3$ мм – когда гайка будет затянута на $\frac{3}{4}$ оборота, отметка, которая была изначально на 9 часов встанет на 6 часов.

6.6.9. Если трубка уже обжата кольцами и используется повторно, то вставьте трубку в фитинг, затяните накидную гайку от руки, затем затяните с использованием гаечных ключей, не прилагая чрезмерных усилий (момент затяжки 6 Н·м).

6.6.10. После подключения дополнительно проверьте затяжку всех резьбовых соединений на отведении. Убедитесь по показаниям штатного манометра, что линия находится под давлением, затем **медленно** откройте вентиль на отведении (чтобы избежать пневмодара по сенсору влажности и давления), прислушиваясь к появлению постоянного шипения, которое может свидетельствовать о негерметичности линии. При появлении постоянного шипения, не связанного с заполнением коммуникаций газом под давлением, немедленно перекройте вентиль, затем определите место утечки методом обмыливания. При обнаружении утечки и необходимости отсоединения арматуры от линии дождитесь стравливания давления через гигрометр до уровня ниже 1 МПа по показаниям датчика давления гигрометра (см. п.6.1).



ВНИМАНИЕ! Дождаться стравливания давления необходимо, поскольку отключение трубки, находящейся под большим давлением, может привести к её отстрелу и травмированию персонала!

6.6.11. Если линия не находится под давлением, оставьте вентиль перекрытым до подачи давления в линию. При включении компрессора высокого давления возможен вынос в линию механических загрязнений и масла, поэтому в момент подачи давления лучше, чтобы вентиль на отведении на гигрометр был перекрыт.

6.6.12. Произведите настройку гигрометра:

- 1) настройте отображаемые гигрометром единицы измерений и приведение к давлению (п.6.2.1);
- 2) выберите тип анализируемого газа (п.6.2.2);
- 3) настройте текущие дату и время (п.6.2.6);
- 4) при необходимости настройте запись измеренных значений во встроенную память (п.6.2.5) и сигнализацию превышения порогов (пп.6.2.4, 6.2.7).



ВНИМАНИЕ! Категорически запрещается откручивать штуцеры (1), (2), (3) и (5) на Рис. 11, так как это может привести к повреждению капилляра!

Категорически запрещается выкручивать из (см. Рис. 3) рабочей камеры (5) преобразователи точки росы/иней (7) и давления (8), так как на предприятии-изготовителе они установлены герметично. Неправильная установка может быть опасна и может привести к неправильной работе гигрометра.

Категорически запрещается (см. Рис. 3) откручивать выходное пневмосопротивление (9) от рабочей камеры (5), так как это может привести к повреждению капилляра!

Повреждение пневмосопротивлений приведет к неправильной работе гигрометра.

Все манипуляции с элементами пневматической схемы гигрометра, которые находятся под давлением, кроме подключения и отключения к линии с газом, могут выполняться только на предприятии-изготовителе.

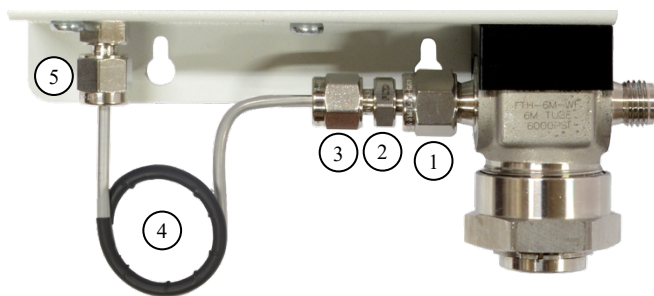


Рис. 11. Гигрометр ИВА-16, оснащенный входным пневмосопротивлением (4).

6.7. Отключение гигрометра от линии с газом

6.7.1. Отключение гигрометра от линии с газом должно производиться персоналом, прошедшим инструктаж по работе с оборудованием под давлением в установленном порядке.

6.7.2. Для отключения гигрометра от линии с газом перекройте вентиль на отведении с гигрометром, затем дождитесь стравливания давления через гигрометр до уровня ниже 1 МПа по показаниям датчика давления гигрометра (см. п.6.1).



ВНИМАНИЕ! Дождаться стравливания давления необходимо, поскольку отключение трубки, находящейся под большим давлением, может привести к ее отстрелу и травмированию персонала!

6.7.3. Отсоедините накидную гайку от входного штуцера гигрометра.

6.8. Зарядка аккумуляторной батареи

6.8.1. Зарядка аккумулятора осуществляется при подключении адаптера питания к разъему на задней крышке гигрометра или при подключении гигрометра к USB-порту компьютера.

6.8.2. При постановке гигрометра на длительное хранение, а также при снижении уровня заряда аккумулятора до 20%, его следует полностью зарядить. Избегайте полного разряда аккумулятора, так как это приведет к снижению его емкости и ресурса.

6.9. Программное обеспечение «ИВА-12-14-16 Setup»

Служебная программа «ИВА-12-14-16 Setup» (далее – программа) предназначена для настройки и считывания данных из внутренней памяти гигрометра ИВА-16, доступна в разделе «Загрузки» по ссылке microfor.ru/products/catalog/dew-point-hygrometers/iva-16/.

Для работы программы «ИВА-12-14-16 Setup» 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.

Для конфигурирования преобразователя через USB порт выполните следующие операции:

1. Подключите кабель к USB порту персонального компьютера.
2. Подключите второй конец кабеля к блоку индикации гигрометра.
3. Определите с помощью «Диспетчера устройств» Windows номер COM-порта, к которому подключен термогигрометр. Для этого нажмите правой кнопкой мыши на значок «Мой компьютер», выберите «Свойства» и далее пункт «Диспетчер Устройств» (для Windows 10 нажмите правой кнопкой мышки на меню «Пуск» и выберите «Диспетчер устройств»). Кликнув по строке «Порты (COM и LPT)», Вы увидите в строке «USB-Enhanced-SERIAL CH9102». На Рис. 12 номер порта – COM18 (номер порта может отличаться).

4. Для операционной системы Windows 10 и новее установка драйвера обычно не требуется. Для более старых операционных систем установите драйвер для USB порта на ваш ПК (если этого не было сделано ранее; драйвер доступен в разделе «Поддержка – Загрузка» на сайте microfor.ru):

\usbdrv.zip\CH9102X\Microfor\Setup.exe

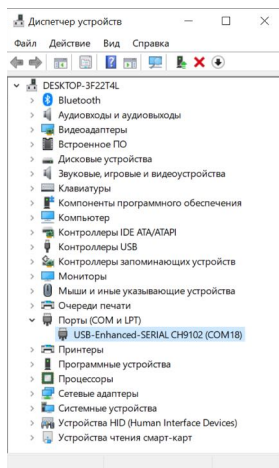
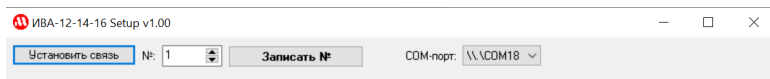


Рис. 12. Диспетчер устройств Windows.

5. Запустите программу IVASetup.exe из папки **ИВА-12-14-16**.

6. После запуска, Вы увидите главное окно программы:



Окно имеет поле для ввода сетевого номера гигрометра, кнопку для его записи, выпадающий список для выбора виртуального COM-порта, к которому произошло подключение гигрометра и кнопку «Установить связь».

Установите номер COM-порта, к которому подключен термогигрометр, и нажмите кнопку «Установить связь».

Если номер COM-порта и сетевой номер (по умолчанию – 1) установлены правильно, окно программы конфигурирования примет вид, показанный на Рис. 13.

ИВА-12-14-16 Setup v1.00

Установить связь №: 1 Записать № COM-порт: \\.\COM18

Значения График Память Скриншот

dP, °C -12,87	dP2, °C -13,34	FH 0
ppm 1900,03	T, °C 23,54	P, бар 0,00
ADC P 3280		Автоопрос

Дата: 15.10.2025 (ДД.ММ.ГГГГ) Взять время с ПК

Время: 14.21.36 (ЧЧ.ММ.СС) Записать дату/время

Интервал записи: 00.01 Записать интервал

Рис. 13. Вкладка «Значения».

Если появилось сообщение об отсутствии связи, проверьте правильно ли введен номер СОМ-порта.

Вкладка «Значения» (Рис. 13) позволяет считывать и наблюдать текущие показания подключенного гигрометра. Однократное считывание показаний происходит при нажатии кнопки «Установить связь». При нажатии кнопки «Автоопрос» считывание начинается происходить автоматически с интервалом 1 секунда. Повторное нажатие на кнопку «Автоопрос» прекращает автоматическое считывание показаний. Считанные показания отображаются на вкладку «График» (Рис. 14).

Выводимые значения: dP – показания преобразователя точки росы/иней ДТР при рабочем давлении; dP2 – показания преобразователя точки росы/иней ДТР, приведенные к давлению, заданному в гигрометре (см. п. 6.2.1); FH – натуральные показания сенсора влажности преобразователя точки росы/иней ДТР; T – температура сенсора влажности преобразователя точки росы/иней ДТР; P – избыточное давление, измеренное датчиком давления PIEZUS; ppm – рассчитанная молярная доля влаги; ADC P – натуральные показания датчика давления.

Кроме того, на вкладке «Значения» имеются кнопки для считывания даты и времени с ПК («Взять время с ПК»), записи даты и времени в гигрометр («Записать дату/время») и записи интервала записи измеренных значений во внутреннюю память («Записать интервал»).

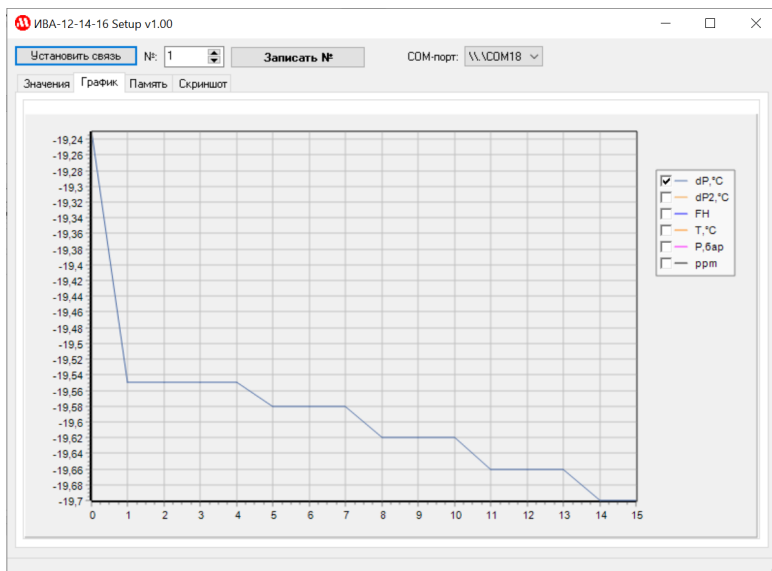


Рис. 14. Вкладка «График».

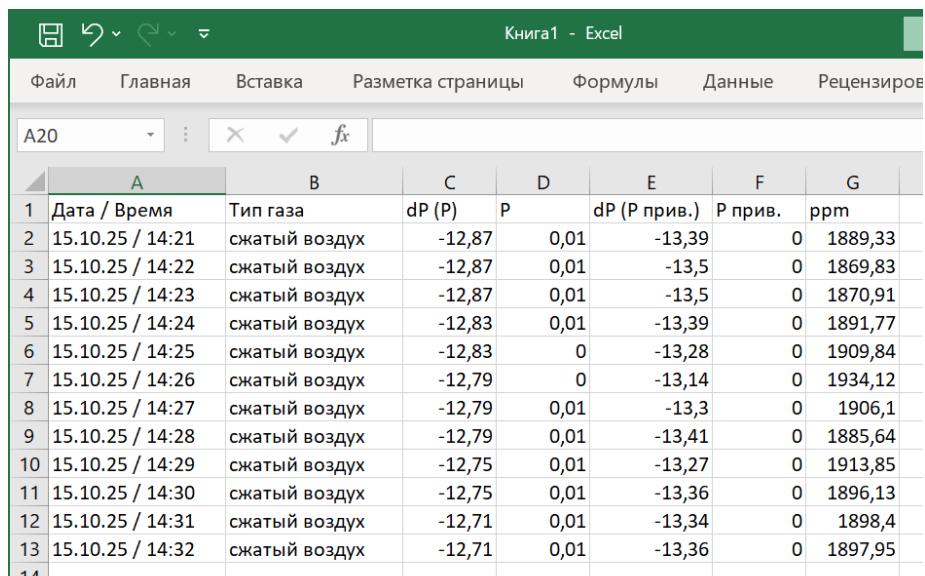
Если в гигрометре задан отличный от 0 интервал записи в память (см. п. 6.2.5), и гигрометр включен, то он производит запись измеренных значений во внутреннюю память, которые можно считать нажатием кнопки «Прочсть» на вкладке «Память» (Рис. 15).

Прочсть		Очистить память		В буфер обмена		
Дата / Время	Тип газа	dP (P)	P	dP (P прие.)	P прие.	ppm
15.10.25 / 14:21	сжатый воздух	-12.87	0.01	-13.39	0.00	1889.33
15.10.25 / 14:22	сжатый воздух	-12.87	0.01	-13.50	0.00	1869.83
15.10.25 / 14:23	сжатый воздух	-12.87	0.01	-13.50	0.00	1870.91
15.10.25 / 14:24	сжатый воздух	-12.83	0.01	-13.39	0.00	1891.77
15.10.25 / 14:25	сжатый воздух	-12.83	0.00	-13.28	0.00	1909.84
15.10.25 / 14:26	сжатый воздух	-12.79	0.00	-13.14	0.00	1934.12
15.10.25 / 14:27	сжатый воздух	-12.79	0.01	-13.30	0.00	1906.10
15.10.25 / 14:28	сжатый воздух	-12.79	0.01	-13.41	0.00	1885.64
15.10.25 / 14:29	сжатый воздух	-12.75	0.01	-13.27	0.00	1913.85
15.10.25 / 14:30	сжатый воздух	-12.75	0.01	-13.36	0.00	1896.13
15.10.25 / 14:31	сжатый воздух	-12.71	0.01	-13.34	0.00	1898.40
15.10.25 / 14:32	сжатый воздух	-12.71	0.01	-13.36	0.00	1897.95

Рис. 15. Вкладка «Память».

Кнопка «Очистить память» полностью очищает память гигрометра без возможности восстановления. Кнопка «В буфер обмена» помещает считанные данные в буфер обмена, откуда их можно вставить в другую программу для обработки и/или визуализации – например, в Microsoft Excel (Рис. 16). Для этого требуется выбрать в меню этой программы пункт «Вставить», либо нажать на клавиатуре сочетание клавиш «Ctrl + V».

Вкладка «Скриншот» позволяет сделать снимок экрана гигрометра.



	A	B	C	D	E	F	G
	Дата / Время	Тип газа	dP (P)	P	dP (P прив.)	P прив.	ppm
2	15.10.25 / 14:21	сжатый воздух	-12,87	0,01	-13,39	0	1889,33
3	15.10.25 / 14:22	сжатый воздух	-12,87	0,01	-13,5	0	1869,83
4	15.10.25 / 14:23	сжатый воздух	-12,87	0,01	-13,5	0	1870,91
5	15.10.25 / 14:24	сжатый воздух	-12,83	0,01	-13,39	0	1891,77
6	15.10.25 / 14:25	сжатый воздух	-12,83	0	-13,28	0	1909,84
7	15.10.25 / 14:26	сжатый воздух	-12,79	0	-13,14	0	1934,12
8	15.10.25 / 14:27	сжатый воздух	-12,79	0,01	-13,3	0	1906,1
9	15.10.25 / 14:28	сжатый воздух	-12,79	0,01	-13,41	0	1885,64
10	15.10.25 / 14:29	сжатый воздух	-12,75	0,01	-13,27	0	1913,85
11	15.10.25 / 14:30	сжатый воздух	-12,75	0,01	-13,36	0	1896,13
12	15.10.25 / 14:31	сжатый воздух	-12,71	0,01	-13,34	0	1898,4
13	15.10.25 / 14:32	сжатый воздух	-12,71	0,01	-13,36	0	1897,95

Рис. 16. Считанные данные вставлены в таблицу Excel.

7. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. Гигрометр должен быть подключен к линии с газом в соответствии с п.6.5.

7.2. Если экран гигрометра не горит, включите гигрометр нажатием любой кнопки на передней панели. Дождитесь появления и стабилизации показаний гигрометра (см. п. 6.1). Результаты измерений отображаются на экране (см. Рис. 8 и Рис. 9).

7.3. Показания гигрометра также могут быть считаны компьютером с помощью программного обеспечения «ИВА-12-14-16 Setup» (см. п.6.9), либо внешним устройством через цифровой выход по интерфейсу RS-485 и протоколу Modbus (см. п.6.5).

7.4. Если гигрометр оснащен пневмосопротивлением на входе (см. п. 5.1.11 и Рис. 11), то отображаемое на экране гигрометра избыточное давление не соответствует входному и определяется соотношением пневмосопротивлений, установленных на входе и выходе рабочей камеры. В этом случае входное давление может быть рассчитано по формуле:

$$P_{ex} = P_{раб} \times K,$$

где P_{ex} – избыточное давление на входе в гигрометр, $P_{раб}$ – избыточное давление в рабочей камере гигрометра (см. Рис. 8, Рис. 9), K – коэффициент для расчета входного давления (приведен в разделе 16 и на корпусе гигрометра – Рис. 7).

7.5. Гигрометр имеет функцию записи результатов измерений во встроенную память и затем считаны компьютером с помощью программного обеспечения «ИВА-12-14-16 Setup» (см. п.6.9).

7.6. Гигрометру необходимо время для установления равновесия с анализируемым газом, которое зависит от:

- 1) состояния и материалов подводящих коммуникаций;
- 2) наличия застойных зон перед гигрометром (все манометры и преобразователи давления являются застойными зонами);
- 3) расхода анализируемого газа через гигрометр;
- 4) температуры точки инея анализируемого газа (например, для температуры точки инея -80°C для просушки коммуникаций и выхода гигрометра на режим может потребоваться несколько суток);
- 5) давления анализируемого газа (чем выше давление, тем медленнее протекает процесс установления равновесия).

7.7. Диапазон измерений температуры точки росы/инея преобразователя ДТР, входящего в состав гигрометра (таблица 2), нормирован при рабочем давлении («Рраб» на Рис. 9).

8. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ГИГРОМЕТРОМ

8.1. Необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с гигрометром, описанные в предыдущих разделах (отмечены восклицательным знаком).

8.2. Подключение гигрометра к линии с газом и отключение гигрометра от линии с газом должны производиться персоналом, прошедшим инструктаж по работе с оборудованием под давлением в установленном порядке.

8.3. Категорически запрещается самостоятельное внесение изменений в конструкцию гигрометра.

8.4. Все манипуляции с элементами пневматической схемы гигрометра, которые находятся под давлением, кроме подключения и отключения к линии с газом, могут выполняться только на предприятии-изготовителе.

8.5. Категорически запрещается подача входного давления, превышающего указанного на корпусе гигрометра (Рис. 7) и в п.16.

9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

9.1. Техническое обслуживание гигрометра требует демонтажа преобразователей точки росы/иней и давления из рабочей камеры. В связи с необходимостью выполнения требования п.8.4 по невмешательству в пневматическую схему гигрометра, техническое обслуживание допускается выполнять только на предприятии-изготовителе.

10. ПОВЕРКА

10.1. Поверке подлежат только компоненты гигрометра, являющиеся средствами измерений утвержденного типа – преобразователь точки росы/иней ДТР и датчик давления PIEZUS.

10.2. Поверка преобразователя точки росы/иней ДТР осуществляется по документу ЦАРЯ.413614.001 МП «Преобразователи точки росы/иней ДТР. Методика поверки», утвержденному Восточно-Сибирским филиалом ФГУП ВНИИФТРИ в июне 2020 г. (межповерочный интервал 1 год).

10.3. Поверка датчика давления PIEZUS осуществляется по документу МП 202-005-2021 «ГСИ. Датчики давления PIEZUS. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМС» в июне 2021 г. (межповерочный интервал 3 года).

10.4. Поверка гигрометра требует демонтажа преобразователей точки росы/иней и давления из рабочей камеры. В связи с необходимостью выполнения требования п.8.4 по невмешательству в пневматическую схему гигрометра, организация поверки допускается только на предприятии-изготовителе.

10.5. Подробная информация по отправке гигрометра 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 гигрометра ИВА-16 установленным требованиям 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 данного средства измерения. 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 гигрометр, 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.

12. ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

12.1. Гигрометры, упакованные в заводскую упаковку, могут транспортироваться на любое расстояние всеми видами транспорта: водным, воздушным (в отопляемых 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 20°C до плюс 50°C.

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

12.3. Перед хранением гигрометра, необходимо полностью зарядить аккумулятор.

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

13. СРОК СЛУЖБЫ

Срок службы гигрометров составляет не менее 5 лет.

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

14. УТИЛИЗАЦИЯ

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

Запрещается выбрасывать гигрометр вместе с бытовыми отходами.

15. СВЕДЕНИЯ О ДРАГОЦЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ

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

16. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Гигрометр ИВА-16-___ - ___ заводской номер _____ в составе:

1	Преобразователь точки росы/иней ДТР-___ - ___	зав.№	
2	Датчик избыточного давления PIEZUS APZ 2422n-G-M-___ -D-10-J-___ -W	зав.№	

соответствует установленным требованиям и признан годным к эксплуатации.

Гигрометр содержит/не содержит пневмосопротивление на входе. Коэффициент для расчета входного давления (см. п.7.4): _____.

Максимальное входное давление для гигрометра: ___ МПа.

Дата выпуска "___" _____ " 202__ г.

Штамп ОТК:

подпись ответственного лица

ПРИЛОЖЕНИЕ. Описание протокола работы по протоколу Modbus

Протокол основывается на стандартном протоколе Modbus (<http://www.modbus.org/default.htm>), соблюдается структура посылки/ответа, расчёт контрольной суммы. Скорость обмена данными фиксирована – 19200 бод 8N1(2).

Для обмена данными используются команды чтение и запись регистра. Под регистром подразумевается группа из двух байт, 1-й-старшие 8 бит, 2-й – младшие 8 бит. Посылка и ответ состоят из 6-ти, 8-ми или более байт, причём пауза между байтами не должна превышать 20 мс, в противном случае посылка будет проигнорирована. Обмен данными происходит только с тем гигрометром, чей сетевой адрес указывается в посылке. Также определена команда записи на все устройства в сети, без получения ответа.

Команда чтения группы регистров (03h, 04h)

Читает содержимое группы регистров, начиная с указанного адреса. Адресация ведется с единицы. В качестве примера дано чтение регистров температуры точки росы/инея при рабочем давлении по адресу 0788h из гигрометра с сетевым номером 0001h. Содержимое регистра соответствует -42,4°C:

ПОСЫЛКА:	номер гигрометра	01h
	идентификатор команды	03h (или 04h)
	адрес регистра, старший байт	07h
	адрес регистра, младший байт	88h
	число считываемых регистров ст.	00h
	число считываемых регистров мл.	02h
	контрольная сумма, младший байт	crc_lo
	контрольная сумма, старший байт	crc_hi
ОТВЕТ:	номер гигрометра	01h
	идентификатор команды	03h (или 04h)
	число считанных байт	04h
	данные	C2299999h
	контрольная сумма, младший байт	crc_lo
	контрольная сумма, старший байт	crc_hi

Команда записи регистра (06h)

Записывает содержимое регистра по указанному адресу. В качестве примера дана запись сетевого номера 0005h (старший байт 00h, младший байт 05h) в блок индикации с сетевым номером 0004h по адресу 1000h:

ПОСЫЛКА:	номер блока индикации	04h
	идентификатор команды	06h
	адрес регистра, старший байт	10h
	адрес регистра, младший байт	00h
	содержимое регистра, старший байт	00h
	содержимое регистра, младший байт	05h
	контрольная сумма, младший байт	crc_lo
	контрольная сумма, старший байт	crc_hi

ОТВЕТ идентичен посылке:

номер блока индикации	04h
идентификатор команды	06h
адрес регистра, старший байт	10h
адрес регистра, младший байт	00h
содержимое регистра, старший байт	00h
содержимое регистра, младший байт	05h
контрольная сумма, младший байт	crc_lo
контрольная сумма, старший байт	crc_hi

Запись регистра по широковещательному адресу (06h@00h)

Команда предназначена для записи содержимого регистра по указанному адресу во все подключенные к сети устройства, используя для этого «широковещательный» адрес 0. В качестве примера дана запись сетевого номера 0001h (старший байт 00h, младший байт 01h) во все устройства по адресу 1000h. Для изменения сетевого номера блока индикации нужно оставить в сети только этот блок индикации, убрав все остальные устройства, и записать новый сетевой адрес:

ПОСЫЛКА:	номер блока индикации	00h
	идентификатор команды	06h
	адрес регистра, старший байт	10h
	адрес регистра, младший байт	00h
	содержимое регистра, старший байт	00h
	содержимое регистра, младший байт	01h
	контрольная сумма, младший байт	crc_lo
	контрольная сумма, старший байт	crc_hi

ОТВЕТ - не производится.

Запуск процедуры автокоррекции (08h):

Команда предназначена для запуска процедуры автокоррекции (автокалибровки) преобразователя ДТР-1 (см. п. 6.3). В качестве примера приводится посылка для запуска автокоррекции преобразователя ДТР-1 гигрометра с сетевым номером 01h.

ПОСЫЛКА:

номер преобразователя	01h
идентификатор команды	08h
функция, старший байт	00h
функция, младший байт	22h
операнд, старший байт	00h
операнд, младший байт	01h
контрольная сумма, младший байт	crc_lo
контрольная сумма, старший байт	crc_hi

ОТВЕТ идентичен посылке.

Адреса ячеек

Назначение	адрес для 03h, 04h	тип данных	размер, байт	Примечание
Сетевой номер гигрометра	0701h	unsigned integer	2	от 1 до 255
Заводской номер гигрометра	0702h	unsigned integer	2	hex
Заводской номер ДТР	0782h	unsigned integer	2	hex
Заводской номер PIEZUS	0703h	unsigned long integer	4	hex
Выбранный газ	0710h	unsigned integer	2	hex*
Температура точки росы/иней при рабочем давлении, °C	0789h	single float	4	IEEE-754
Температура точки росы/иней при давлении, к которому осуществляется приведение, °C	078Bh	single float	4	IEEE-754
Молярная доля влаги, ppm	078Dh	single float	4	IEEE-754
Объемная доля водяного пара, %	078Fh	single float	4	IEEE-754
Массовая концентрация влаги, г/м ³ , приведенная к стандартным условиям	0791h	single float	4	IEEE-754
Избыточное давление, МПа	0795h	single float	4	IEEE-754
Избыточное давление, кгс/см ²	0797h	single float	4	IEEE-754
Давление, к которому осуществляется приведение, МПа	0799h	single float	4	IEEE-754
Температура, измеренная ДТР, °C	0787h	single float	4	IEEE-754

* – значения: 0 - идеальный газ, 1 - сжатый воздух, 2 - азот, 3 - аргон, 4 - водород, 5 - гелий, 6 - углекислый газ.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ	1
2.	НАЗНАЧЕНИЕ	1
3.	ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ	2
4.	ОБОЗНАЧЕНИЕ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ.....	4
5.	УСТРОЙСТВО И РАБОТА ГИГРОМЕТРА	6
5.1.	Конструкция гигрометра.....	6
5.2.	Измерения влажности газов при сверхвысоком давлении	10
6.	РАБОТА С ГИГРОМЕТРОМ.....	13
6.1.	Включение гигрометра.....	13
6.2.	Основное меню	14
6.3.	Автоматическая коррекция показаний преобразователя ДТР-1-СМ-М.....	20
6.4.	Прогрев сенсора влажности преобразователя ДТР-3-СМ-М	21
6.5.	Цифровой выход RS-485	22
6.6.	Подключение гигрометра к линии с газом.....	24
6.7.	Отключение гигрометра от линии с газом	26
6.8.	Зарядка аккумуляторной батареи.....	27
6.9.	Программное обеспечение «ИВА-12-14-16 Setup»	27
7.	МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ.....	32
8.	МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ГИГРОМЕТРОМ	32
9.	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	33
10.	ПОВЕРКА.....	33
11.	ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА).....	33
12.	ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ	34
13.	СРОК СЛУЖБЫ.....	34
14.	УТИЛИЗАЦИЯ.....	35
15.	СВЕДЕНИЯ О ДРАГОЦЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ	35
16.	СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ	35
	ПРИЛОЖЕНИЕ. Описание протокола работы по протоколу Modbus.....	36

