

Термогигрометры НПФ «Сенсорика»



Научно-производственной фирме (НПФ) «Сенсорика» в 2026 году исполняется 35 лет. В производственной программе предприятия наряду с другими приборами присутствуют датчики влажности. В статье представлено описание термогигрометров серии ПТВ, приведены их метрологические характеристики, конструктивные и другие особенности.

ООО НПФ «Сенсорика», г. Екатеринбург

Измерение влажности газов широко применяется в различных отраслях промышленности и других сферах для решения целого ряда задач. В химической, нефтегазовой, пищевой промышленности контроль влажности позволяет обеспечить надлежащее качество продукции и безопасность процессов. В энергетике дает возможность контролировать влажность технологического кислорода, азота, инертных газов. В производстве электроники поддержание параметров микроклимата требуется для защиты чувствительных элементов. В климатических системах с помощью измерения влажности поддерживаются комфортные условия, предотвращается появление плесени, грибка, выполняется вентиляция серверных комнат, овощехранилищ, музеев и библиотек. В сельском хозяйстве такие измерения позволяют осуществлять контроль влажности почвы,

зерна, а также мониторинг условий на фермах и птицефабриках. В медицине и фармацевтике создается необходимый микроклимат в больницах, поликлиниках, аптеках, выполняется контроль влажности при производстве и хранении лекарственных препаратов. В экологии и метеорологии измерение влажности атмосферы применяется для прогнозирования погоды. Также такие измерения крайне важны в лесоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности.

Наконец, значение влажности газа является одним из основных факторов при добыче, транспортировке и переработке природного (или попутного нефтяного) газа. Надежное и точное измерение этого параметра требуется на всех этапах — от скважины до газоперерабатывающего завода — и существенно влияет на экономичность и эффективность процессов.

Для характеристики влажности воздуха или газа обычно используются следующие параметры:

- ▶ относительная влажность (φ_0) — отношение действительной влажности газа к максимально возможной влажности газа при данной температуре. Относительная влажность обычно выражается в процентах;
- ▶ абсолютная влажность (a_0) — масса водяного пара, содержащегося в единице объема газа, влажного или сухого;
- ▶ объемное влагосодержание (X_0) — отношение объема водяного пара к объему газа. Это безразмерная величина, которая выражается по отношению к объему сухого или влажного газа;
- ▶ парциальное давление (P_0) — давление водяного пара. Выражается в единицах давления, чаще всего в мм. рт. ст.;



Рис. 1. Преобразователи серии ПТВ

► температура точки росы (Td) — температура, которую примет влажный газ, если охладить его до полного насыщения по отношению к плоскости поверхности воды;

► температура газа (T) — текущее значение температуры в контролируемой среде.

Научно-производственная фирма (НПФ) «Сенсорика» (г. Екатеринбург) наряду с другими датчиками и приборами производит термогигрометры (преобразователи температуры и влажности) серии ПТВ (рис. 1). Эти преобразователи представляют собой комбинированное устройство с емкостным датчиком влажности (сорбционным) и тонкопленочным датчиком температуры.

Датчик имеет емкостной чувствительный элемент с сорбционным слоем, реагирующим на влажность, и терморезистор для измерения температуры. Емкостные датчики влажности обеспечивают максимальную температуру применения и долговременную стабильность параметров, высокую чувствительность, низкий гистерезис и время отклика, а также полное восстановление характеристик после воздействия конденсата.

Преобразователи серии ПТВ имеют различные исполнения.

По областям применения — общепромышленное или повышенной надежности для эксплуатации на объектах использования ядерной энергии (ОИЯЭ); в обозначении такого преобразователя добавлен индекс «АС».

По функциям (модификации):

► ПТВ-1 — измерение температуры и относительной влажности;

► ПТВ-2 — измерение температуры, относительной влажности и цифровая индикация измеряемой величины;

► ПТВ-3 — измерение температуры и относительной влажности; определение (расчет) температуры точки росы, абсолютной влажности и объемного влагосодержания; цифровая индикация.

По типу выходных сигналов (интерфейсов):

► ПТВ-Х/1 — с унифицированными сигналами постоянного тока (4–20 мА), двухпроводная схема подключения («токовая петля»);

► ПТВ-Х/2 — с сигналами постоянного тока (4–20 мА), совместными с цифровыми сигналами

Таблица 1. Метрологические характеристики преобразователей серии ПТВ

Обозначение параметра	Название параметра	Диапазон измерения (определения)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	
			класс А	класс В
T	Температура	-40...+110 °C	±0,2 %	±0,3 %
φ ₀	Относительная влажность	0...100 %	±2 %	±3 %
a ₀	Абсолютная влажность	0...33 г/м ³	-	±2 %
Td	Температура точки росы	-40...+80 °C	-	±1 %
X	Объемное влагосодержание	0...35 г/кг	-	±2 %

ПРИМЕЧАНИЕ. Значения относительной влажности указаны для диапазона температур измеряемой среды от 0 до +60 °C.

HART (двухпроводная схема подключения);

► ПТВ-Х/3 — с цифровым сигналом по интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU), отдельное питание, не совмещенное с выходными цепями.

По типу монтажа: для канального монтажа (на трубу) с индексом в обозначении «К»; для настенного монтажа (кроме ПТВ-1) с индексом «Н»; с вынесенным на гибком кабеле (до 3 м) блоком датчиков (только для настенного монтажа) с индексом «В».

По типу корпуса: термогигрометры могут быть оснащены корпусом из нержавеющей стали (индекс в обозначении «НС») или из алюминиевого сплава (кроме ПТВ-1), на что указывает индекс в обозначении «АЛ».

Модификация ПТВ-3 осуществляет пересчет измеренных значений температуры T и относительной влажности φ в значения абсолютной влажности a, объемного влагосодержания X и температуры точки росы Td по следующим формулам:

$$a_0 = 21,70 \cdot (\varphi_0 \cdot E) / (T + 273,15), \text{ г/м}^3,$$

где E — давление насыщенных паров воды, кПа (рассчитывается в зависимости от температуры T);

$$X_0 = (\varphi_0 \cdot E) / (P_0 - \varphi_0 \cdot E) \cdot 0,622, \text{ г/кг},$$

где P₀ — давление, Па (задается программно);

$$Td = (237,7 \cdot [(17,27 \cdot T/237,7 + T) + \log(\varphi_0/100)]) / (17,27 - [(17,27 \cdot T/237,7 + T) + \log(\varphi_0/100)]), \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Метрологические характеристики преобразователей серии ПТВ приведены в табл. 1. Отметим, что преобразователь имеет два исполнения разной точности: класса А и класса В.

Диапазоны измерения (определения) программируются, при этом можно устанавливать более узкие диапазоны (не менее 1/3 от максимального). Погрешности определения расчетных параметров (a₀, Td, X) зависят от погрешностей измерения T, φ₀, а для X также — от точности задания давления P₀ (программируется). Пределы допускаемой дополнительной погрешности, связанной с изменением температуры окружающей среды (25 ± 10 °C), не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности на каждые 10 °C изменения температуры.

Преобразователи ПТВ предназначены для эксплуатации при температуре окружающей среды от -40 до +70 °C и относительной влажности до 98 % (группа УХЛ3.1 по ГОСТ 15150-69).

По своему устройству преобразователи ПТВ представляют собой многофункциональные, микропроцессорные, перепрограммируемые потребителем приборы. Наряду с емкостным ЧЭ влажности и ЧЭ температуры в их состав входят цилиндрический зонд (включающий наружную и монтажную части) и корпус со встроенным электронным блоком (рис. 2). ЧЭ влажности и температуры установлены на торце цилиндрического

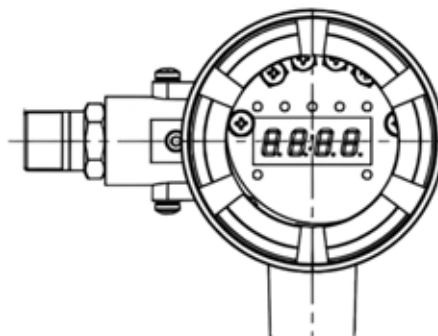


Рис. 2. Корпус ПТВ-3

зонда и закрыты пористым колпачком, обеспечивающим их защиту от механических повреждений и свободный доступ анализируемого газа.

Принцип действия гигрометра основан на прямой зависимости между емкостью ЧЭ и относительной влажностью с последующим преобразованием в сигналы постоянного тока или цифровые сигналы.

Модификации ПТВ-2, ПТВ-3 кроме измерения дополнительно индицируют измеряемые (у ПТВ-3 – и расчетные) параметры на встроенном цифровом индикаторе. Поскольку индикатор один, а индицируемых параметров от 2 до 5, на лицевой панели (под стеклянной крышкой) имеются светодиоды, которые указывают на индицируемый параметр.

У модификации ПТВ-3/1 (с токовыми выходными сигналами) под индикатором расположены еще два светодиода, указывающих на параметры, которые выдаются в виде токовых сигналов (светодиоды светятся, когда выдается та же величина, что и индицируется).

Для модификации ПТВ-Х/1 предусмотрены сигналы ошибок по выходному токовому сигналу:

- ▶ обрыв датчика (21 мА);
- ▶ неисправность датчика (22 мА);
- ▶ вычисляемый параметр не может быть вычислен, так как аргумент для вычисления находится вне допустимого диапазона (только для ПТВ-3/1), 23 мА – по конкретному параметру.

Для ПТВ предусмотрена возможность подключения к персональному компьютеру (ПК) для конфигурирования. Модификация ПТВ-Х/3 имеет выходной интерфейс RS-485, через который происходит как передача информации, так и конфигурирование. Модификация ПТВ-Х/1 оснащена интерфейсом RS-232, предназначенным только для конфигурирования. Для работы с этим интерфейсом необходим дополнительный адаптер. Конфигурация модификации ПТВ-Х/2 осуществляется с помощью HART-модема или HART-коммутатора.

В комплект поставки входит программное обеспечение «Конфигуратор ПТВ» для ПК. Кроме конфигурирования, это ПО также обеспечивает получение данных и диагностику возможных неисправностей ПТВ.

Преобразователи ПТВ утверждены как тип средств измерений и вклю-

чены в Госреестр СИ под номером 72104-18.

На сегодня преобразователь ПТВ по совокупности метрологических и эксплуатационных характеристик является одним из лучших среди отечественных гигрометров. Но его разработчики не останавливаются на достигнутом. В последнее время основные усилия коллектива НПФ «Сенсорика» в области гигрометрии были направлены на доведение гигрометров ПТВ до требований, предъявляемых к таким приборам Госкорпорацией «Росатом». В настоящее время ведется подготовка к серийному производству и сертификации типа средства измерений нескольких новых модификаций преобразователей температуры и влажности в выносном, канальном и щитовом исполнении.

Е. В. Пеннер, начальник конструкторского бюро,

Е. А. Титова, главный метролог,
ООО НПФ «Сенсорика», г. Екатеринбург,
тел.: +7 (343) 287-0080,
e-mail: mail@sensorika.ru,
сайт: www.sensorika.ru

NEFT 4.0

ПЕРЕЗАГРУЗКА ИНДУСТРИИ

КОНГРЕСС ПО ЦИФРОВИЗАЦИИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ: NEFT 4.0

16-17 марта 2026 г. | Санкт-Петербург

200+	КОМПАНИЙ	50+	ДОКЛАДЧИКОВ
380+	ДЕЛЕГАТОВ	50+	ЭКСПОНЕНТОВ
270+	В2В ВСТРЕЧ	20+	ЧАСОВ ДЕЛОВОГО ОБЩЕНИЯ



ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ К NEFT 4.0 | 2026
NEFT4.RU +7 (495) 266-68-05

