



# **ДАТЧИКИ ВЛАЖНОСТИ И ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ**

## Датчики влажности

Прибор, которым измеряют уровень влажности, называется гигрометром или просто датчиком влажности. В повседневной жизни влажность выступает немаловажным параметром, и часто не только для самой обычной жизни, но и для различной техники, и для сельского хозяйства (влажность почвы) и много для чего еще.



В частности, от степени влажности воздуха немало зависит наше самочувствие. Особенно чувствительными к влажности являются метеозависимые люди, а также люди, страдающие гипертонической болезнью, бронхиальной астмой, заболеваниями сердечно-сосудистой системы. При высокой сухости воздуха даже здоровые люди ощущают дискомфорт, сонливость, зуд и раздражение кожных покровов. Часто сухой воздух может спровоцировать заболевания дыхательной системы, начиная с ОРЗ и ОРВИ, и заканчивая даже пневмонией.

На предприятиях влажность воздуха способна влиять на сохранность продукции и оборудования, а в сельском хозяйстве однозначно влияние влажности почвы на плодородие и т. д. Здесь и спасает применение датчиков влажности — гигрометров.

Какие-то технические приборы изначально калибруются под строго требуемую важность, и иногда чтобы провести точную настройку прибора, важно располагать точным значением влажности в окружающей среде.

Влажность может измеряться несколькими из возможных величин:

- Для определения влажности как воздуха, так и других газов, измерения проводятся в граммах на кубометр, когда речь об абсолютном значении влажности, либо в единицах RH, когда речь о влажности относительной.
- Для измерения влажности твердых тел или в жидкостях подходят измерения в процентах от массы исследуемых образцов.
- Для определения влажности плохо смешиваемых жидкостей, единицами измерения будут служить ppm (сколько частей воды приходится на 1000000 частей веса образца).



## Датчики влажности – как устроены и работают

Для измерения влажности используются датчики, основанные на различных физических принципах и выполненные по различным технологиям. Можно выделить основные четыре типа датчиков: емкостные, резистивные, на основе оксида олова и на основе оксида алюминия.

Тип датчика	Особенности
Емкостной	Высокая надежность, высокий выход годных кристаллов, низкая стоимость, широкий рабочий диапазон.
Резистивный	Самые дешевые, малая доля рынка.
На основе оксида олова	Плохая стабильность, плохая взаимозаменяемость
На основе оксида алюминия	Узкий диапазон измерения (малая влажность)



Конструкция емкостного датчика относительной влажности НН-3610

Выходное напряжение датчика влажности есть функция напряжения питания  $V_S$ , относительной влажности воздуха  $RH\%$ , и температуры  $T$ .

$$V_{OUT} = V_S(0,0062(RH\%) + 0,16)$$

$$RH_S \% = (RH\%)/(1,0546 - 0,00216T)$$

$RH_S \%$  - показание датчика

Параметр	Значение
Диапазон измерения, % RH	0...100
Повторяемость, $\pm\%$ RH	0,5
Напряжение питания, В	4,0...5,8
Ток потребления, мА	0,2
Рабочая температура, $^{\circ}\text{C}$	-40...85
Температура хранения, $^{\circ}\text{C}$	-50...125

Технические характеристики датчиков серий НН4000

# Датчики влажности

По принципу действия, гигрометры делятся на:

- емкостные;
- резистивные;
- термисторные;
- оптические;
- электронные.

## 1) Емкостной датчик влажности

Емкостной датчик влажности

Емкостные гигрометры, в самом простом случае, представляют собой конденсаторы с воздухом в качестве диэлектрика в зазоре. Известно, что у воздуха диэлектрическая проницаемость непосредственно связана с влажностью, а изменения влажности диэлектрика приводят и к изменениям в емкости воздушного конденсатора.

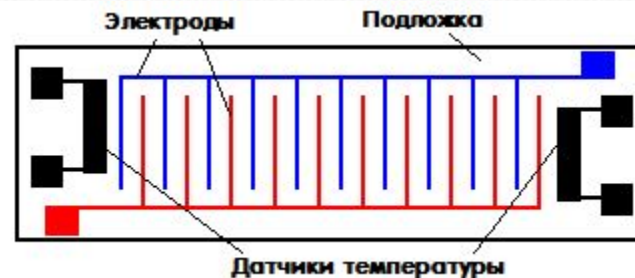
Более сложный вариант емкостного датчика влажности в воздушном зазоре содержит диэлектрик, с диэлектрической проницаемостью, могущей сильно меняться под влиянием на него влажности. Данный подход делает качество датчика лучше, чем просто с воздухом между обкладками конденсатора.

Второй вариант хорошо подходит для проведения измерений относительно содержания воды в твердых веществах. Исследуемый объект размещается между обкладками такого конденсатора, к примеру объектом может быть таблетка, а сам конденсатор присоединяется к колебательному контуру и к электронному генератору, при этом измеряется собственная частота полученного контура, и по измеренной частоте «вычисляется» емкость, полученная при внесении исследуемого образца.

Безусловно, данный метод обладает и некоторыми недостатками, например при влажности образца ниже 0.5% он будет неточным, кроме того, измеряемый образец должен быть очищен от частиц, имеющих высокую диэлектрическую проницаемость, к тому же важна и форма образца в процессе измерений, она не должна изменяться в ходе исследования.

емкостный тонкопленочный гигрометр

Третий тип емкостного датчика влажности - это емкостный тонкопленочный гигрометр. Он включает в себя подложку, на которую нанесены два гребенчатых электрода. Гребенчатые электроды играют в данном случае роль обкладок. С целью термокомпенсации в датчик дополнительно вводят еще и два термодатчика.





# Датчики влажности

## 2) Резистивный датчик влажности

Такой датчик включает в себя два электрода, которые нанесены на подложку, а поверх на сами электроды нанесен слой материала, который отличается достаточно малым сопротивлением, сильно, однако, меняющимся в зависимости от влажности.

Подходящим материалом в устройстве может выступать оксид алюминия. Данный оксид хорошо поглощает из внешней среды воду, при этом удельное сопротивление его заметно изменяется. В результате общее сопротивление цепи измерения такого датчика будет значительно зависеть от влажности. Так, об уровне влажности станет свидетельствовать величина протекающего тока. Достоинство датчиков такого типа - малая их цена.



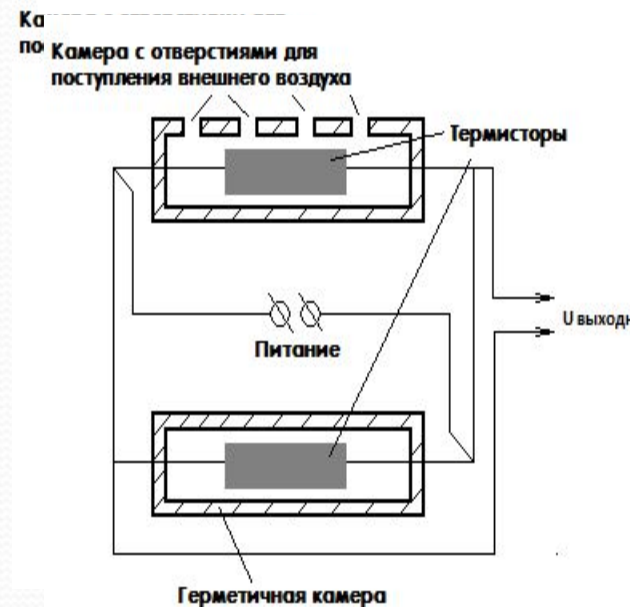
## 3) Термисторный датчик влажности

Термисторный гигрометр состоит из пары одинаковых термисторов. К слову напомним, что термистор — это нелинейный электронный компонент, сопротивление которого сильно зависит от его температуры.

Один из включенных в схему термисторов размещают в герметичной камере с сухим воздухом. А другой - в камере с отверстиями, через которые в нее поступает воздух с характерной влажностью, значение которой требуется измерить. Термисторы соединяют по мостовой схеме, на одну из диагоналей моста подается напряжение, а с другой диагонали считывают показания.

В случае, когда напряжение на выходных клеммах равно нулю, температуры обоих компонентов равны, следовательно одинакова и влажность. В случае, когда на выходе будет получено не нулевое напряжение, то это свидетельствует о наличии разности влажностей в камерах. Так, по значению полученного при измерениях напряжения определяют влажность.

У неискушенного исследователя может возникнуть справедливый вопрос, почему же температура термистора меняется при его взаимодействии с влажным воздухом? А дело все в том, что при увеличении влажности, с корпуса термистора начинает испаряться вода, при этом температура корпуса уменьшается, и чем выше влажность, тем более интенсивно происходит испарение, и тем стремительнее остывает термистор.



## Датчики влажности

### 4) Оптический (конденсационный) датчик влажности

Этот вид датчиков наиболее точен. В основе работы оптического датчика влажности — явление связанной с понятием «точка росы». В момент достижения температурой точки росы, газообразная и жидкая фазы - в условии термодинамического равновесия.

Так, если взять стекло, и установит в газообразной среде, где температура в момент исследования выше точки росы, а затем начать процесс охлаждения данного стекла, то при конкретном значении температуры на поверхности стекла начнет образовываться водяной конденсат, это водяной пар станет переходить в жидкую фазу. Данная температура и будет как раз точкой росы.

Так вот, температура точки росы неразрывно связана и зависит от таких параметров как влажность и давление в окружающей среде. В результате, имея возможность измерения давления и температуры точки росы, получится легко определить и влажность. Этот принцип служит основой для функционирования оптических датчиков влажности.

Простейшая схема такого датчика состоит из светодиода, светящего на зеркальную поверхность. Зеркало же отражает свет, меняя его направление, и направляя на фотодетектор. В данном случае зеркало можно подогревать или охлаждать посредством специального устройства регулирования температуры высокой точности. Часто таким устройством выступает термоэлектрический насос. Конечно же, на зеркало устанавливают датчик для измерения температуры.

Прежде чем начать измерения, температуру зеркала выставляют на значение, которое заведомо выше температуры точки росы. Дальше осуществляют постепенное охлаждение зеркала. В момент, когда температура начнет пересекать точку росы, на поверхности зеркала тут же начнут конденсироваться капли воды, и световой луч от диода приломится из-за них, рассеется, а это приведет к уменьшению тока в цепи фотодетектора. Через обратную связь фотодетектор взаимодействует с регулятором температуры зеркала.





## Датчики влажности

Так, опираясь на информацию, полученную в форме сигналов от фотодетектора, регулятор температуры станет удерживать температуру на поверхности зеркала точно равной точке росы, а термодатчик соответственно покажет температуру. Так, при известных давлении и температуре можно точно определить основные показатели влажности.

Оптический датчик влажности обладает самой высокой точностью, недостижимой другими типами датчиков, плюс отсутствие гистерезиса. Недостаток — самая высокая цена из всех, плюс большое потребление электроэнергии. К тому же необходимо следить за тем, чтобы зеркало было чистым.

### 5) Гигрометр электронный

Принцип работы электронного датчика влажности воздуха основан на изменении концентрации электролита, покрывающего собой любой электроизоляционный материал. Существуют такие приборы с автоматическим подогревом с привязкой к точке росы.

Часто точка росы измеряется над концентрированным раствором хлорида лития, который является очень чувствительным к минимальным изменениям влажности. Для максимального удобства такой гигрометр зачастую дополнительно оборудуют термометром. Этот прибор обладает высокой точностью и малой погрешностью. Он способен измерять влажность независимо от температуры окружающей среды.

#### Гигрометр электронный

Популярны и простые электронные гигрометры в форме двух электродов, которые просто втыкаются в почву, контролируя ее влажность по степени проводимости в зависимости от этой самой влажности. Такие сенсоры популярны у поклонников Ардуино, поскольку можно легко настроить автоматический полив грядки или цветка в горшке, на случай если поливать в ручную некогда или не удобно.

Тем не менее, прежде чем купить датчик, подумайте, что вам нужно будет измерять, относительную или абсолютную влажность, воздуха или почвы, каков предвидится диапазон измерений, важен ли гистерезис, и какая нужна точность. Самый точный датчик — оптический. Обратите внимание на класс защиты IP, на диапазон рабочих температур, в зависимости от конкретных условий, где будет использоваться датчик, подойдут ли вам параметры.



## Области применения датчиков влажности

Медицинское оборудование	HVAC	Автомобилестроение	Информационные технологии	Бытовая техника
Аппаратура контроля дыхания	Регуляторы влажности	Климат-контроль	Принтеры/плоттеры	Сушилки для одежды (определение конца процесса)
Беговые дорожки	Передатчики величины влажности	Устройства, предотвращающие запотевание ветрового стекла	Регистраторы данных (Data loggers)	Микроволновые печи (готовность продуктов)
Детские инкубаторы	Контроллеры энтальпии (теплосодержания)	Управление двигателем	Детекторы утечки жидкости	Холодильники (контроль влажности в отдельных отсеках)
Воздушные компрессоры				Домашние метеостанции



# Газоанализаторы

Газоанализатор — измерительный прибор для определения качественного и количественного состава смесей газов. Различают газоанализаторы ручного действия и автоматические. Среди первых наиболее распространены такие абсорбционные газоанализаторы, в которых компоненты газовой смеси последовательно поглощаются различными реагентами. Автоматические газоанализаторы непрерывно измеряют какую-либо физическую или физико-химическую характеристику газовой смеси или её отдельных компонентов. По принципу действия автоматические газоанализаторы могут быть разделены на 3 группы:

1. Приборы, основанные на физических методах анализа, включающих вспомогательные химические реакции. При помощи таких газоанализаторов, называемых объёмно-манометрическими или химическими, определяют изменение объёма или давления газовой смеси в результате химических реакций её отдельных компонентов.
2. Приборы, основанные на физических методах анализа, включающих вспомогательные физико-химические процессы (термохимические, электрохимические, фотоионизационные, фотоколориметрические, хроматографические и др.). Термохимические, основанные на измерении теплового эффекта реакции каталитического окисления (горения) газа, применяют главным образом для определения концентраций горючих газов (например, опасных концентраций окиси углерода в воздухе). Электрохимические позволяют определять концентрацию газа в смеси по значению электрической проводимости раствора, поглотившего этот газ. Фотоионизационные, основанные на измерении силы тока, вызванного ионизацией молекул газов и паров фотонами, излучаемыми источником вакуумного ультрафиолетового (ВУФ) излучения — ВУФ-лампы. Фотоколориметрические, основанные на изменении цвета определённых веществ при их реакции с анализируемым компонентом газовой смеси, применяют главным образом для измерения микроконцентраций токсичных примесей в газовых смесях — сероводорода, окислов азота и др. Хроматографические наиболее широко используют для анализа смесей газообразных углеводородов.
3. Приборы, основанные на чисто физических методах анализа (термокондуктометрические, денсиметрические, магнитные, оптические и др.). Термокондуктометрические, основанные на измерении теплопроводности газов, позволяют анализировать двухкомпонентные смеси (или многокомпонентные при условии изменения концентрации только одного компонента). При помощи денсиметрических газоанализаторов, основанных на измерении плотности газовой смеси, определяют главным образом содержание углекислого газа, плотность которого в 1,5 раза превышает плотность чистого воздуха. Магнитные газоанализаторы применяют главным образом для определения концентрации кислорода, обладающего большой магнитной восприимчивостью. Оптические газоанализаторы основаны на измерении оптической плотности, спектров поглощения или спектров испускания газовой смеси. При помощи ультрафиолетовых газоанализаторов определяют содержание в газовых смесях галогенов, паров ртути, некоторых органических соединений.

## Газоанализаторы

На данный момент наиболее распространены приборы из двух последних групп, а именно электрохимические и оптические газоанализаторы. Такие приборы способны обеспечить контроль концентрации газов в режиме реального времени. Все приборы газового анализа также могут быть классифицированы:

по функциональным возможностям (индикаторы, течеискатели, сигнализаторы, газоанализаторы);  
по конструктивному исполнению (стационарные, переносные, портативные);  
по количеству измеряемых компонентов (однокомпонентные и многокомпонентные);  
по количеству каналов измерения (одноканальные и многоканальные);  
по назначению (для обеспечения безопасности работ, для контроля технологических процессов, для контроля промышленных выбросов, для контроля выхлопных газов автомобилей, для экологического контроля).  
Однако, существуют приборы, которые, благодаря своей уникальной конструкции и программному обеспечению, способны в реальном времени проводить анализ нескольких компонентов газовой смеси одновременно (многокомпонентные газоанализаторы), при этом записывая в память полученную информацию. Такие газоанализаторы незаменимы в промышленности, где необходимо непрерывно получать информацию о выбросах или контролировать технологический процесс в режиме реального времени. Анализ проводится также и для компонентов, которые ранее можно было определить лишь другими методами (например, общая концентрация углеводородов (в Журнале «Analytical Chemistry» Американского Химического Общества) и др.) в коррозионных газах и других агрессивных средах. Такие приборы, в зависимости от исполнения, применяются и в качестве систем непрерывного мониторинга газов в промышленности, и в качестве портативных приборов для исследований или экологического мониторинга. Современные газоанализаторы высокого класса, кроме надёжности и удобства в работе, имеют множество дополнительных функций, например:

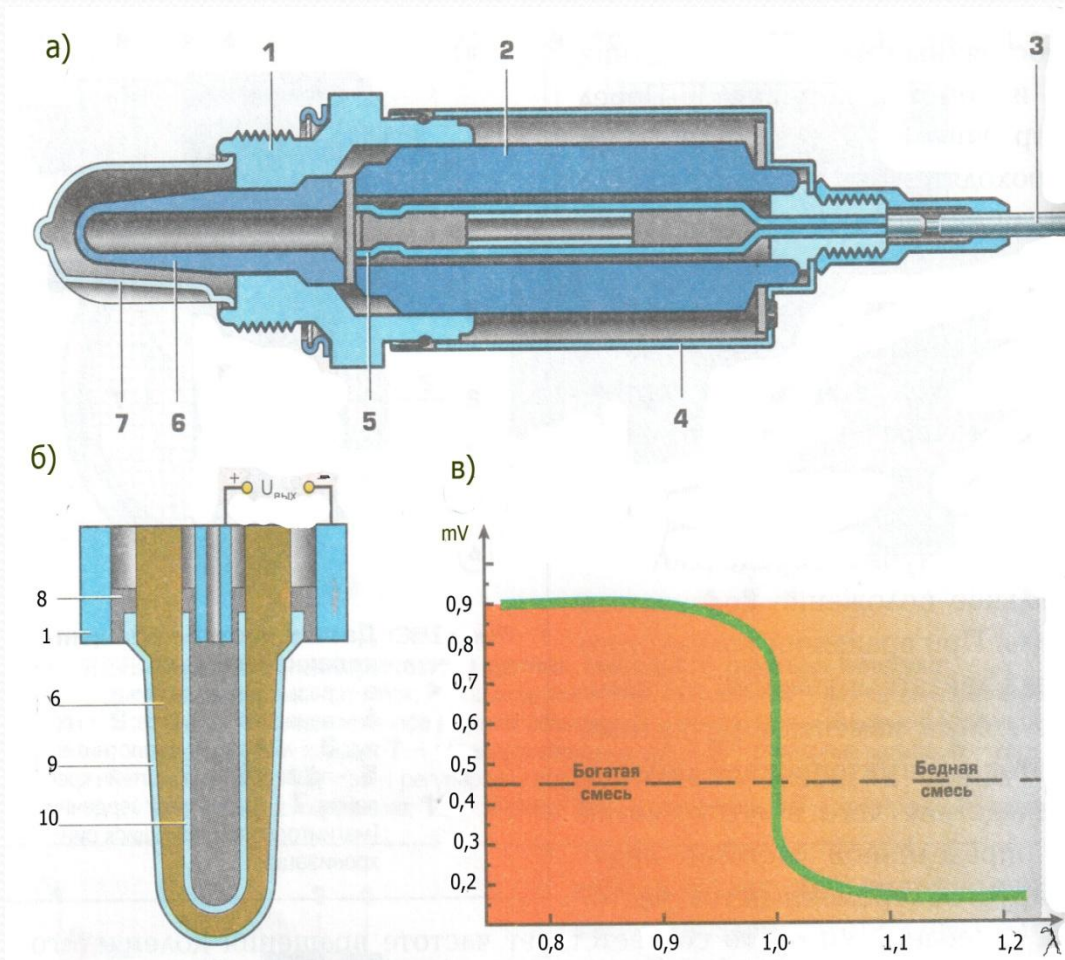
- Измерение дифференциального давления газа
- Определение скорости и объёмного расхода газового потока
- Определение расхода газа/бензина
- Встроенную память
- Беспроводной интерфейс для передачи данных на ПК
- Статистическая обработка результатов
- Расчет массового выброса загрязняющих веществ



Переносной газоанализатор



## Датчик кислорода λ- зонд (циркониевый)



**а) устройство:** 1- корпус, 2-уплотнитель, 3-соединительный кабель, 4-кожух, 5- контактный стержень, 6-твердый электролит из диоксида циркония, 7-защитный колпачок с прорезями,

**б) схема размещения:** 8- электропроводное уплотнение, 9- внешний электрод, 10- внутренний электрод

**в) характеристика выходного сигнала**

## Области применения газоанализаторов

Экология и охрана окружающей среды: определение концентрации вредных веществ в воздухе;

В системах управления двигателями внутреннего сгорания (лямбда-зонд) и регулирования горения котлов теплоэлектростанций;

На химически опасных производствах;

При определении утечек в холодильном оборудовании (так называемые фреоновые течеискатели);

При определении негерметичности газового и вакуумного оборудования (обычно используются гелиевые течеискатели);

На взрывоопасных и пожароопасных производствах для определения содержания горючих газов в процентах от НКПР;

В дайвинге для определения состава газовой смеси в баллонах для погружений;

В подвалах, колодцах, приямках перед проведением огневых работ.

В медицине, «мультигаз» обеспечивает контроль за концентрациями газов в дыхательном контуре при проведении анестезии.

На воздушном транспорте, при обеспечении безопасности перевозок (поиск взрывчатых веществ, наркотиков).



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**