Датчики влажности

В воздухе всегда содержится определенное количество влаги в виде водяного пара. Там, где наличие водяного пара приводит к возникновению химических, физических и биологических процессов или оказывает влияние на эти процессы, большое значение имеет постоянный контроль за влажностью воздуха. Для определения количества влаги имеются две измерительные величины. Различают абсолютную и относительную влажность.

Абсолютная влажность (точка насыщения)

Абсолютная влажность Fabs показывает такое количество водяного пара, которое содержится в определенном обьеме воздуха.

Воздух, как смесь газа и пара, всегда содержит водяной пар. Водяной пар создает определенное давление, которое называют давлением водяного пара. Оно является частью всего барометрического давления газа.

Давление водяного пара и соответственно абсолютная влажность воздуха могут повышаться при определенной температуре только до предела насыщения. Это максимально возможное давление называют давлением насыщения. Температурная зависимость давления насыщения изображается кривой давления водяного пара.

Давление окружающей среды или наличие других газов не оказывает влияния на кривую давлений водяного пара. Влажность насыщения достигается максимальным количеством водяного пара, смотри диаграмму.

Точка насыщения

При дальнейшем поступлении водяного пара образуется конденсация. Избыточное количество водяного пара проявляется в виде дождя, тумана или конденсата. Насыщенное состояние при этом сохраняется. Если насыщенный теплый воздух охлаждается, то также происходит конденсация. Теперь охлажденный воздух будет впитывать меньше влаги. Температура, при которой это происходит, называется температурой точки насыщения. Она указывается в °С. С помощью точки насыщения можно установить давление

водяного пара влажного воздуха по кривой давления водяного пара. Итак, точка насыщения является единицей измерения количества воды во влажном воздухе. Величина абсолютной влажности воздуха подбирается в зависимости от данных расчетных требований. Различные размерности имеют постоянное соотношение друг с другом, смотри диаграмму.

Относительная влажность

Относительная влажность воздуха это отношение фактически имеющейся, т.е. абсолютной влажности воздуха Fabs к максимально возможной влажности воздуха Fsat при данной температуре. Относительная влажность воздуха представляет собой безразмерную величину. Она является передаточным числом и указывается в%.

При высокой температуре воздух может поглощать больше влаги чем при низкой. Максимальная влажность, которую может поглотить воздух, называется влажностью насыщения. До насыщения давление водяного пара и следовательно относительная влажность пропорциональна всему барометрическому давлению. Так как давление насыщения зависит только от температуры, относительная влажность воздуха также зависит от температуры. Относительная влажность уменьшается, если температура повышается и наоборот. Влияние колебаний температуры на относительную влажность может быть значительным.

Средства измерения влажности

Среди приборов для измерения влажности наиболее массовыми являются приборы для определения содержания воды в газах - гигрометры. Для измерения влажности твердых и сыпучих тел чаще всего используются те же гигрометры, только процесс подготовки пробы к анализу включает в себя перевод влаги в газовую фазу, которая затем и анализируется. Существуют в принципе методы непосредственного измерения содержания влаги в жидкостях и в твердых телах, например, методом ядерного

магнитного резонанса. Приборы, построенные на таком принципе, достаточно сложны, дороги и требуют высокой квалификации оператора.

Датчики гигрометров можно классифицировать по принципу действия на следующие типы:

* волосяные датчики, в которых используется свойство волоса изменять длину при изменении влажности;
* емкостные датчики, в которых при изменении влажности изменяется электрическая емкость конденсатора с гигроскопичным диэлектриком;
* резистивные датчики, в которых изменяется сопротивление проводника, на поверхность которого нанесен гигроскопический слой;
* пьезосорбционные датчики, в которых влага, поглощенная гигроскопическим покрытием, изменяет собственную частоту колебаний пьезокристалла, на поверхность которого нанесен гигроскопичный слой;
* датчик температуры точки росы, в котором фиксируется температура, соответствующая переходу зеркального отражения металлической поверхностью в диффузное;
* оптический абсорбционный датчик, в котором регистрируется доля поглощенной энергии света в полосах поглощения парами воды электромагнитного излучения.

Наиболее древний, наиболее простой и наиболее дешевый датчик влажности представляет собой обычный волос, натянутый между двумя пружинами. Для измерения влажности используется свойство волоса изменять длину при изменении влажности. Несмотря на кажущуюся примитивность такого датчика и на то, что процесс, лежащий в основе измерения, не определяется законами физики и поэтому не поддается расчету, гигрометры с волосяными датчиками изготавливаются в большом количестве.

Емкостные датчики влажности в настоящее время по массовости использования конкурируют и даже превосходят волосяные, поскольку по простоте и дешевизне они не уступают волосяным. Измеряемой физической величиной является емкость конденсатора, а это означает, что в качестве индикатора или выходного устройства может использоваться любой измеритель емкости. На подложку из кварца наносится тонкий слой алюминия, являющийся одной из обкладок конденсатора.

На поверхности алюминиевого покрытия образуется тонкая пленка окиси AI2O3. На окисленную поверхность наносится напылением второй электрод из металла, свободно пропускающего пары воды. Такими материалами могут быть тонкие пленки палладия, родия или платины. Внешний пористый электрод является второй обкладкой конденсатора.

Конструкция резистивного датчика влажности представляет собой меандр из двух не соприкасающихся электродов, на поверхность которого нанесен тонкий слой гигроскопического диэлектрика. Последний, сорбируя влагу из окружающей среды, изменяет сопротивление промежутков между электродами меандра. О влажности судят по изменению сопротивления или проводимости такого элемента.

В последнее время появились гигрометры, в основу работы которых положен фундаментальный физический закон поглощения электромагнитного излучения - закон Ламберта-Бугера-Бера.

Пары воды имеют интенсивные полосы поглощения в инфракрасной области спектра и в области длин волн от 185 нм до 110 нм - в так называемой вакуумной ультрафиолетовой области. Имеются отдельные разработки по созданию инфракрасных и ультрафиолетовых оптических влагомеров, и все они имеют одно общее положительное качество - это влагомеры мгновенного действия. Под этим понимается рекордно быстрое установление аналитического сигнала для пробы, помещенной между источником света и фотоприемником. Другие особенности оптических датчиков определяются тем, что в инфракрасной области поглощение молекулами воды соответствует вращательно-колебательным степеням свободы. Это означает, что вероятности переходов, и, соответственно, сечения поглощения в законе Ламберта-Бугера-Бера зависят от температуры объекта. В вакуумной ультрафиолетовой области сечение поглощения от температуры не зависит. По этой причине ультрафиолетовые датчики влажности являются более предпочтительными, но инфракрасная техника, которая используется в ИК датчиках влажности, намного долговечнее и проще в эксплуатации, чем ВУФ техника.

У оптических датчиков имеется и один общий недостаток - влияние на показание мешающих компонентов. В инфракрасной области это различные молекулярные газы, например окиси углерода, серы, азота, углеводороды и т.д. В вакуумном ультрафиолете основным мешающим компонентом является кислород. Тем не менее можно выбрать длины волн в ВУФ, где поглощение кислорода минимально, а поглощение паров воды максимально. Например, удобной областью является излучение резонансной линии водорода с длиной волны А, = 121,6 нм. На этой длине волны у кислорода наблюдается «окно» прозрачности в то время, как пары воды заметно поглощают. Другой возможностью является использование излучения ртути с длиной волны 184,9 нм. В этой области кислород излучения не поглощает и весь сигнал поглощения определяется парами

воды.

Одна из возможных конструкций оптического датчика влажности дана на рис. 4. Резонансная водородная лампа с окном из фтористого магния располагается на расстоянии в несколько миллиметров от фотоэлемента с катодом из никеля. Никелевый фотоэлемент имеет длинноволновую границу чувствительности -190 нм. Окна из фтористого магния имеют коротковолновую границу прозрачности 110 нм. В этом диапазоне длин волн (от 190 до ПО нм) в спектре водородной лампы присутствует только резонансное излучение 121,6 нм, которое и используется для измерения абсолютной влажности без какой-либо монохроматизации.

У оптического датчика, схема которого изображена на рис. 4 есть еще одна особенность - возможность изменять чувствительность изменением расстояния от лампы до фотоприемника. В самом деле, с увеличением расстояния наклон характеристики dU/dN выходного сигнала от концентрации прямо пропорционален величине зазора между лампой и фотодиодом.

Важным качеством оптического датчика является следствие из закона Ламберта-Бугера-Бера, состоящее в том, что такой датчик нужно калибровать только в одной точке. Если, например, определить сигнал с прибора при какой-либо одной определенной концентрации паров воды, то

отградуировать шкалу прибора можно расчетным путем на том основании, что изменение логарифма сигналов при различных концентрациях равно:

Для определения относительной и абсолютной влажности на практике часто используются приборы, получившие название психрометров. Психрометры представляют собой два одинаковых термометра, один из которых обернут фитилем и смачивается водой. Мокрый термометр показывает температуру ниже, чем сухой термометр в том случае, если относительная влажность не равна 100%. Чем ниже относительная влажность, тем больше разность показаний сухого и мокрого термометров. Для психрометров различных конструкций составляются так называемые

психрометрические таблицы, по которым находятся характеристики влажности.

Датчики и первичные преобразователи  
для измерения относительной влажности

Первичные преобразователи резистивного типа:

* Резистивный тип чувствительного элемента (осуществляется преобразование «влажность-сопротивление»);
* Логарифмическая зависимость передаточной характеристики «влажность-сопротивление»;
* Измерение относительной влажности в естественном диапазоне;
* Малые габаритные размеры;
* Стабильность в работе долгое время;
* Невысокая стоимость.
* Применение: увлажнители, деувлажнители воздуха, гидрометры, управление влажностью.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Модель |  | Особенности |
| HI2K5 |  | * Диапазон измерения - от 20 до 90%; * Сопротивление 22 кОм при 25 °С, 60% отн. влаж.. 1 кГц |
| Н25К5 | * Диапазон измерения - от 30 до 90%; * Сопротивление 25кОм при 25 °С, 60% отн. влаж., 1 кГц |
| H25KSA | * Диапазон измерения - от 20 до 90%; * Сопротивление 25кОм при 25 °С, 60% отн. влаж., 1 кГц |

Первичные преобразователи емкостного типа:

* Емкостной тип чувствительного элемента.
* Высокая линейность передаточной характеристики «влажность-

емкость»;

* Измерение относительной влажности в полном диапазоне;
* Малая инерционность;
* Высокая точность;

. Малые габаритные размеры;

* Длительный срок службы;

. Применение: метеоприборы, увлажнители и деувлажнители воздуха, кондиционеры, видеомагнитофоны, видеокамеры, автомобильная электроника, антиобледенители и т.п.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Модель |  | Особенности |
| 818 |  | * Диапазон измерения - от 0 до 100%; * Линейность: ± 1% в диапазоне от 10 до 90% отн. влаж. * Собственная емкость 105пФ±5% при 33% отн. влаж., 1 кГц |

Датчики для измерения влажности и температуры:

* Резистивный или емкостной типы чувствительного элемента для определения влажности;
* Встроенный терморезистор для измерения температуры;
* Выходной сигнал: напряжение для влажности, сопротивление для температуры.
* Высокая линейность преобразования.
* Температурная компенсация.
* Малая инерционность.
* Хорошая стабильность.
* Маленький размер.
* Низкая стоимость.

. Применение: увлажнители, деувлажнители воздуха, гидрометры,

управление влажностью.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип датчика | Н200М и Н300М | Н500М | Н600М |
| Тип чувствительного элемента  для определения влажности | Резистивный | Емкостной | Емкостной |
| Чувствительный элемент для определения температуры | Терморезистор 50 кОм | Терморезистор 50 кОм | Терморезистор 50 кОм |
| Диапазон измеряемой влажности | 10-95% | 0-100% | 0-100% |
| Основная  погрешность | ±5% | ±4% | ±4% |
| Напряжение питания | 5 В ± 5% | 5 В ± 2% | 5 В ± 2% |
| Диапазон выходного напряжения | 0-3 В | 0.38 ~ 0.68 В | 0.38-0.68 В |
| Ток потребления | Не более 5 мА | Не более 1.5 мА | Не более 1.5 мА |
| Рабочий  температурный  диапазон | 0... +60 °с | 0... +50 °С | -20... +70 °С |
| Размер | 34 х 22 х 13 мм | 34,5 х 22 х 12 мм | 34,5 х 22 х 12 мм |

Датчики влажности:

* На основе первичного преобразователя емкостного типа (осуществляется преобразование «влажность-емкость-напряжение»).
* Высокая линейность преобразования.
* Высокая точность.
* Малая инерционность.
* Высокая стабильность (1 % в год).
* Маленький размер.
* Температурная компенсация.
* Сменное защитное канифольное покрытие позволяет использовать датчики в плохих условиях окружающей среды.