

ОБНАРУЖИВАЕМ ПРОБЛЕМЫ, НАХОДИМ РЕШЕНИЯ

Дон Рэймонд,
RLE Technologies
Перевод М. Шахова

Статья опубликована в журнале "Controlled Environments", май-июнь 2016 (www.cemag.us)

Почему датчики параметров среды и мониторинг влажности так важны для чистых помещений

Независимо от размера чистого помещения, мониторинг параметров воздушной среды является одним из важнейших аспектов, каждый из которых, в зависимости от отрасли промышленности, имеет свои приоритеты. Независимо от области применения в медико-биологических науках, биотехнологии, полупроводниковой отрасли или учебных заведениях – в чистых помещениях необходимо поддерживать определенную температуру, удалять частицы и контролировать рост микроорганизмов. Кроме того, для большинства отраслей крайне важно поддерживать и определенный уровень влажности окружающего воздуха. В противном случае, ущерб чувствительному оборудованию, производимой или разрабатываемой продукции, а также проводимым исследованиям может привести к огромным потерям продукции, времени и трудозатрат. Тщательность измерения влажности и необходимость ее поддержания в определенном диапазоне зависит от потребностей предприятия. Среди многочисленных проблем, испытываемых чистыми помещениями с повышенной влажностью, следует отметить риск ускоренного роста бактерий, коррозию оборудования, и – в случае отсутствия контроля – повышение затрат энергии вследствие более интенсивной работы обрабатывающего воздух оборудования для снижения влажности. Если же уровни влажности падают ниже требуемых значений, то этому процессу сопутствует явление возникновения и накопления статического электричества, которое может приводить к нежелательным последствиям, в том числе – электростатическим разрядам, которые могут повредить продукт и вывести из строя электротехническое оборудование. Скорость протекания многих химических реакций также зависит от уровня влажности, что в средах с чрезмерно сухим или влажным воздухом может приводить к получению ложных результатов при проведении экспериментов или браку в производственных процессах. Конечно же, слишком высокая или слишком низкая влажность влияет и на персонал, работающий в чистых помещениях.

В чистых помещениях также важно поддерживать определенное соотношение температуры и влажности. Изменения температуры чистого помещения непосредственно влияет на изменение влажности среды. Например, если в помещении установлены темпера-

тура 70 °С и относительная влажность 50%, то снижение температуры до 68 °С приведет к повышению влажности до 55%. Кажущееся небольшим изменение температуры на 2 градуса может укладываться в рабочий диапазон чистого помещения, однако увеличение влажности на 5% может выходить за допустимые пределы. Это может в лучшем случае привести к потере времени и увеличению потребления энергии для снижения влажности или, среди наихудших последствий, к потере продукции или данных.

Существует целый ряд методов для определения количества водяных паров в воздухе (или других газах), причем технологии и методики измерений продолжают развиваться. Кроме того, существует несколько типов влажности, которые могут иметь значение для чистых помещений: абсолютная влажность, относительная влажность, влагосодержание, точка росы, точка образования инея и т.п. Чаще всего нормируются следующие:

- **Абсолютная влажность:** отношение массы водяных паров к объему воздуха или газа, обычно выражающаяся в граммах на кубических метр или гранах на кубический фут (гран – 0,0648 г).
- **Относительная влажность:** отношение содержания влаги в воздухе к содержанию влаги в условиях насыщения при данных температуре и давлении, выраженное в процентах.
- **Точка росы:** температура и давление, при которых газ начинает конденсироваться в жидкость, выраженная в градусах (Цельсия или Фаренгейта).

В широком смысле, влажность измеряется гигрометрами – с сухим шариком, с влажным шариком, точки росы или электрическим (который чаще всего называют датчиком влажности). Электрические гигрометры в свою очередь можно разделить на датчики, использующие ёмкостной принцип измерений (ёмкостные датчики влажности), и датчики, использующие резистивный эффект (резистивные датчики влажности). Эти датчики доминируют на рынке и заслуживают дальнейшего обсуждения.

Ёмкостные датчики влажности часто применяются для измерения относительной влажности на промышленных и коммерческих предприятиях. В зависимости от производителя возможны вариации, но в основном ёмкостные датчики представляют собой основание, на

которое нанесена тонкая пленка полимера или оксида, зажатое между двумя проводящими электродами. Изменение диэлектрической постоянной ёмкостного датчика влажности напрямую (хотя и не полностью) зависит от относительной влажности окружающей среды. Как уже было отмечено выше, относительная влажность воздуха зависит от температуры и давления водяных паров. Поэтому, работа ёмкостного датчика влажности определяется соотношением между относительной влажностью, количеством влаги внутри датчика и его ёмкостным сопротивлением.

Ёмкостные датчики влажности могут также применяться для определения точки росы в чистых помещениях. Для этого датчик влажности используется вместе с датчиком температуры. Данные с обоих датчиков отправляются в процессор, вычисляющий точку росы. В некоторых продвинутых датчиках точка росы подтверждается при помощи гигрометра с охлаждаемым зеркалом.

Ёмкостные датчики влажности обычно недороги, что привело к их широкому распространению в чистых помещениях. Кроме того, технология таких датчиков хорошо разработана, что обеспечивает удобство эксплуатации. Доля иронии присутствует в том, что некоторые ёмкостные датчики влажности производятся именно в чистых помещениях, чтобы добиться единообразия и устойчивости. Хотя такие датчики весьма популярны, они имеют и отрицательные стороны. С течением времени калибровка датчика сбивается, что может заметить только опытный специалист. Привлечение сторонних фирм для калибровки приводит к простоя помещения и дополнительным затратам. Также ёмкостные датчики влажности подвержены загрязнению пылью и химическими веществами, присутствующими в измеряемом воздухе, что может повлиять на их работу.

Резистивные датчики влажности измеряют изменение влажности по изменению электрического импеданса (полного сопротивления) гигроскопичной среды. Такие датчики обычно имеют электроды из благородных металлов, которые напыляются на керамическую подложку или наматываются в виде проволоки на пластиковый или стеклянный цилиндр. Субстрат покрыт проводящим полимером. При адсорбировании датчиком влаги функциональные группы ионной природы диссоциируют, приводя к повышению электрической проводимости. Из-за этого при изменении влажности изменяется электрическое сопротивление, измеряемое датчиком (повышение относительной влажности приводит к снижению сопротивления).

В отличие от ёмкостных датчиков влажности, резистивные не требуют калибровки после установки. Это делает их привлекательным решением с точки зрения затрат как в рамках монтажа, так и быстрой замены. Помимо этого, их популярность связана и с взаимозаменяемостью датчиков, и долгосрочной стабильностью. Негативной стороной таких датчиков является снижение точности при воздействии конденсата в случае, если используется водорастворимое покрытие.



Беспроводной датчик температуры и влажности, использующий полимерный ёмкостной элемент для измерения относительной влажности

Резистивные датчики влажности не подходят для сред с большими перепадами температур (более 10 градусов). Кроме того, они, также как и ёмкостные датчики, уязвимы к химическим загрязнениям и частицам пыли.

Термисторные датчики влажности измеряют относительную влажность, определяя разность между теплопроводностью сухого воздуха и воздуха, содержащего водные пары. Датчик состоит из двух термисторов с отрицательным температурным коэффициентом, подключенных в мост. Один элемент изолирован в среде сухого азота, тогда как другой контактирует с окружающей средой. При прохождении тока через термисторы происходит их разогрев (резистивный нагрев). Изолированный элемент рассеивает больше тепла, чем открытый. Разница в отводе тепла приводит к разнице сопротивлений термисторов. Эта разница пропорциональна величине относительной влажности среды, которая может быть таким образом подсчитана.

Термисторные датчики влажности исправно функционируют в условиях высоких температур и коррозионных сред, часто встречающихся в средах различных промышленных чистых помещений. Они также очень удобны в чувствительных средах, где уровень влажности следует поддерживать на строго определенном уровне, например, на химических производствах, при производстве батареек, работе с топливными элементами. Главным недостатком термисторных датчиков влажности является то, что они могут давать отклик на любой газ, отличающийся по теплопроводности от сухого азота, т.е. реагировать на изменение газового состава, а не влажности. Кроме того, они обычно более дорогие.

Независимо от отрасли промышленности, выбор корректной технологии мониторинга влажности в чистом помещении очень важен. Существует целый ряд разнообразных датчиков, позволяющих достигнуть этого, каждый из которых использует специфические методы измерений различных типов влажности. Критическим моментом для персонала чистого помещения является определение типа влажности, который нужно измерять и контролировать, и только затем выбор решения, позволяющего организовать мониторинг в соответствии с требованиями чистого помещения. Цена вопроса слишком высока как с точки зрения затрат, так и безопасности потребителя, чтобы не уделить ему должного внимания. ■