

Научно-производственная фирма "УРАН-СПб" - энергосберегающие технологии, системы и приборы

Научно-производственная фирма "УРАН-СПб" специализируется на разработке и поставке:

- автоматических быстродействующих газоанализаторов на базе термо- и электрохимических датчиков на O₂ и CO для отходящих газов топливосжигающих установок;
- комплексной системы контроля продуктов сгорания для котлоагрегатов и промышленных печей;
- датчиков влажности для контроля и регулирования климата в холодильниках, промышленных помещениях, парниковых хозяйствах, офисных помещениях;
- датчиков влажности для контроля влажности и температуры в жилых помещениях.

Датчики влажности

Специалисты фирмы "УРАН-СПб" занимаются измерением влажности с 1967 года. До поступления в фирму "УРАН" они работали в ГСКБ СКА, которое в дальнейшем несколько раз меняло свое название (объединение "Лентеплоприбор", объединение "Буревестник", объединение "Электронмаш", ГНИКИ СКУ "Система"). После развала последней специалисты перешли в фирму "УРАН", в которой уже работали выходцы из ВНИИТМАШ г.Волгоград.

Измерением влажности ГСКБ СКА начало заниматься по поручению "Минприбора" в связи с необходимостью контроля относительной влажности в шахтах, где были установлены ракеты, находящиеся на боевом дежурстве. Контроль и регулирование относительной влажности были необходимы для предотвращения окисления корпусов ракет. До этого времени контроль влажности осуществлялся с помощью хлористо-литиевых датчиков, представляющих собою капроновую нить, пропитанную раствором хлористого лития и намотанную на золоченые стержни. С изменением влажности изменялось сопротивление датчика. С увеличением относительной влажности сопротивление датчика падает. Однако такие датчики обладают рядом недостатков:

1. Сопротивление датчиков изменяется по логарифмическому закону.
2. Большая межвитковая емкость, которая также меняется с изменением относительной влажности.

Для решения поставленной "Минприбором" задачи были предложены также хлористо-литиевые датчики, но конструкция этих датчиков существенно отличалась от нитяных хлористо-литиевых датчиков. Раствором хлористого лития пропитывался светочувствительный слой фотопленки. Также как и предыдущие датчики с изменением относительной влажности они изменяли свое сопротивление, но при этом отсутствовала емкостная составляющая сопротивления.

При больших влажностях (от 97% до 100%) эти датчики не могли находиться длительное время, так как хлористый литий скапливается в отдельных точках и сопротивление датчика увеличивалось. Причем этот процесс необратим. Этот тип датчика серийно выпускается в настоящее время заводом "Лентеплоприбор" г.Санкт-Петербург.

Примерно в 1993 году руководство Госрезерва обратилось в нашу организацию с вопросом о замене системы регулирования влажности, поставленной одной из фирм Финляндии, показавшей невозможность работы системы при температуре -25°C и относительной влажности 97-100%. Измерение относительной влажности в этой системе осуществлялось датчиками, в которых при изменении относительной влажности изменялась электрическая емкость. Для уменьшения влияния линии чувствительный элемент и преобразователь были собраны в одном корпусе. Однако при появлении росы на датчике он выходил из строя из-за высоко напряжения питания.

Наша организация, рассмотрев все типы чувствительных элементов, остановилась на чувствительном элементе, который изменяет электрическую емкость с изменением относительной влажности, но этот чувствительный элемент находился на одной подложке с преобразователем, т.е. находится в непосредственной близости, что исключает влияние линии связи от чувствительного элемента к преобразователю. Причем питание преобразователя и чувствительного элемента осуществляется от напряжения постоянного тока от 4 до 5,8 В. Эти чувствительные элементы позволяют измерять относительную влажность от 0 до 100% при температуре от минус 40°C до плюс 85°C.

К недостаткам этого чувствительного элемента следует отнести зависимость выходного напряжения от температуры, причем эта зависимость имеет отрицательный температурный коэффициент, а также существенную зависимость выходного напряжения от влажности от образца к образцу. Все эти проблемы снимаются при применении многоканального микропроцессорного контроллера "КТП-04", также выпускаемого нашей фирмой. Применение контроллера "КТП-04" при измерении относительной влажности позволило уменьшить погрешность измерения до $\pm 2\%$ относительной влажности. Системы, построенные на контроллерах "КТП-04", позволяют не только измерить относительную влажность, температуру и другие физические параметры, но и позволяют создать управляющие системы с ПИД-регулированием, хранением информации и передачей ее системам верхнего уровня.

Все это позволило с помощью разработанных датчиков и контроллера построить систему измерения влажности и температуры в холодильниках Госрезерва, которая до настоящего времени находится в эксплуатации. Кроме этого, на базе этой системы в 1994 году была создана система регулирования климата и поставлена на Междугородней телефонной станции для поддержания температурно-влажностного режима в помещениях с аппаратурой. Кроме датчиков, предназначенных для работы с контроллером "КТП-04", фирма поставляет датчики с выходным унифицированным сигналом 0-5 мА с сопротивлением нагрузки от 0 до 200 Ом, а также датчики с выходным сигналом 0-1 В. Все эти типы датчиков устанавливались в парниковых хозяйствах, различных сушильных установках, складах.

Длительная круглосуточная эксплуатация датчиков в различных условиях показала их высокую надежность и стабильность.

Датчики кислорода и оксида углерода

Диапазоны измерения по O_2 - 0-10%, по CO_E 0-2000 ppm.

Можно отметить, что настоящее время для непрерывного измерения кислорода (O_2) в стационарных условиях в основном используются твёрдоэлектrolитные электрохимические датчики на основе диоксида циркония, а для измерения недожога (CO_E) применяются термokatалитические датчики. Ниже приводятся конструктивные особенности некоторых датчиков этих типов, по мнению авторов заслуживающие внимания; описывается принцип действия, отмечаются их достоинства и недостатки.

Твёрдоэлектrolитный датчик кислорода по форме представляет собой закрытую с одного конца трубку (пробирку) или диск, сделанные из керамики диоксида циркония.

Электродами служат пористые платиновые покрытия на внутренней и внешней поверхностях керамики. Когда температура электролита более 550°C, керамика становится электропроводной и проницаемой для ионов кислорода. Если парциальное давление кислорода с обеих сторон керамики одинаково, разность потенциалов (ЭДС) равна нулю. При различных парциальных давлениях кислорода, ионы будут двигаться упорядоченно через кристаллическую решетку от области с более высоким парциальным давлением в низкую. Это приведёт к возникновению ЭДС между электродами, величина которой определяется по формуле Нернста:

$$E = (RT/4F) \cdot \ln(P_o/P_i),$$

где: R и F - константы, T - абсолютная температура, P_o и P_i - парциальные давления образцового и измеряемого кислорода с каждой стороны датчика.

В случае, если создано одинаковое давление газов с обеих сторон керамики, ЭДС датчика определяется отношением концентраций кислорода, содержащимся в этих газах.

ЭДС датчика также зависит от температуры, которую поддерживают внешним нагревателем на заданном уровне в диапазоне 550-800°C.

Большинство датчиков из диоксида циркония устанавливаются непосредственно в газопроводы, в этом случае отпадает необходимость в пробоподготовке, значительно упрощается газовая схема прибора и дополнительно требуется лишь фильтр для защиты от пыли. Отличительной особенностью от других преобразователей является обратная зависимость ЭДС датчика от концентрации измеряемого кислорода и возрастание чувствительности при малых концентрациях.

Изготовление таких датчиков сопряжено с трудностью нанесения пористых платиновых электродов и крепления к ним токоотводов. Электроды на поверхность датчиков обычно наносят вручную пастой, содержащей тонкодисперсную платину, или на установках плазменного напыления в вакууме. У пробирочной конструкции особенно трудно сделать токоотвод от внутреннего электрода, т.е. организовать контакт. Очень распространён прижимной точечный контакт. При его реализации стремятся уменьшить расход платины на токоотводы. Для этого основную часть проводника выполняют из никелевого сплава, а сам контакт из платины.

Повышенной надёжностью обладает токоотвод в виде дорожки из платины, наносимой на поверхность керамики.

Можно отметить, что, с точки зрения стоимости изготовления и затрат материалов, наиболее выгодной и надёжной является дисковая конструкция. У датчика этого типа проще реализовать электроды и токоотводы.

Принцип действия термокаталитического датчика контроля химического недожога основан на окислении CO_E в среде остаточного кислорода, на поверхности катализатора из платины и/или палладия. Для этого нужна температура около чувствительного элемента датчика не ниже 200°C . Без катализатора горение CO_E происходит при температуре выше 540°C , но работа в этих условиях для датчика не допустима. Нормальная работа датчика происходит при внешнем подогреве. В качестве подогревателя и термометра используются металлические проволоочные или пленочные проводники (терморезисторы), изготавливаемые главным образом из платины. Обе эти функции обычно выполняет один терморезистор. Для повышения надёжности его размещают на каркасе.

Конструкция проволоочного термокаталитического датчика прямого нагрева представляет собой две спиралки с нанесёнными на них шариками из оксида алюминия. Их устанавливают в непосредственной близости друг от друга в корпусе с фильтром, куда проникают дымовые газы. Один из шариков, покрытый катализатором, является активным элементом. Другой без катализатора - элемент сравнения. Под действием тока шарики разогреваются до температуры более 200°C . Когда дымовые газы, содержащие и кислород и CO_E , проходят через корпус, происходит их сгорание на активном элементе, повышение его температуры, и, тем самым, изменение сопротивления. Температура и сопротивление элемента сравнения остаётся неизменной. Разность значений сопротивлений элементов вызывает разбаланс моста и появление в диагонали напряжения, пропорционального только концентрации CO_E . Из-за дифференциального включения чувствительных элементов в датчике происходит компенсация влияния начальной температуры газа, скорости потока газа, проходящего через корпус, удельной теплопроводности газа и др.

Недостатком рассмотренной конструкции является низкая чувствительность и значительная трудоёмкость изготовления. Каждый шарик из оксида алюминия послойно наращивается на платиновой спирали. Для подбора одинаковых элементов проводится сортировка.

Более перспективной, по мнению авторов, является конструкция плёночного термокаталитического датчика в интегральном исполнении, который по электрическим, технологическим и эксплуатационным характеристикам превосходит рассмотренный выше проволоочный преобразователь.

Платиновые проводники в этих случаях напыляются на подложку из оксида циркония и для уменьшения теплопроводности между ними делаются отверстия. Противоположащие платиновые дорожки, поверх изоляционного слоя, покрываются катализатором. При изготовлении такого датчика используется технология микроэлектроники, позволяющая повысить надёжность конструкции и уменьшить её стоимость. Такой датчик помехоустойчив.

Рассмотренные выше разновидности датчиков опробованы в конструкциях газоанализаторов, разработанных авторами. На их базе строятся системы контроля и управления экономичным сжиганием топлива семейства "ФАКЕЛ".