



Классификация датчиков

В последнее время в связи с удешевлением электронных систем все чаще применяются датчики со сложной обработкой сигналов, возможностями настройки и регулирования параметров и стандартным интерфейсом системы управления. Имеется определенная тенденция расширительной трактовки и перенесения этого термина на измерительные приборы, появившиеся значительно ранее массированного использования датчиков, а также по аналогии – на объекты иной природы, например биологические. Понятие датчика по практической направленности и деталям технической реализации близко к понятиям измерительный инструмент и измерительный прибор, но показания этих приборов в основном читаются человеком, а датчики, как правило, используются в автоматическом режиме.

Все датчики классифицируют по семи факторам.

1. По виду выходных величин:

- активные (генераторные);
- пассивные (параметрические).

2. По измеряемому параметру:

- датчики давления (абсолютного давления, избыточного давления, разрежения, давления-разрежения, разности давления, гидростатического давления);
- датчики расхода (механические счетчики расхода, перепадамеры, ультразвуковые расходомеры, электромагнитные расходомеры, кориолисовые расходомеры, вихревые расходомеры);
- уровня (поплавковые, емкостные, радарные, ультразвуковые);

- температуры (термопара, термометр сопротивления, пирометр);
- датчики концентрации (кондуктометры);
- датчики радиоактивности, также именуются детекторами радиоактивности или излучений (ионизационная камера, датчик прямого заряда);
- датчики перемещения (абсолютный шифратор, относительный шифратор, LVDT-датчик);
- датчики положения (контактные, бесконтактные);
- фотодатчики (фотодиод, фотосенсор);
- датчики углового положения (сельсин, преобразователь угол-код, RVDT-датчик);
- датчики вибрации (пьезоэлектрический, вихретоковый);
- датчики механических величин (относительного расширения ротора, абсолютного расширения);
- датчики дуговой защиты.

3. По принципу действия:

- оптические датчики (фотодатчики);
- магнитоэлектрический датчик (на основе эффекта Холла);
- пьезоэлектрический датчик;
- тензопреобразователь;
- емкостной датчик;
- потенциометрический датчик;
- индуктивный датчик.

4. По характеру выходного сигнала:

- дискретные датчики;
- аналоговые датчики;
- цифровые датчики;
- импульсные датчики.

5. По среде передачи сигналов:

- проводные датчики;
- беспроводные датчики.

6. По количеству входных величин:

- одномерные датчики;
- многомерные датчики.

7. По технологии изготовления:

- элементные датчики;
- интегральные датчики.

Измерение теплопроводности. Термокондуктометрические датчики

Физические методы анализа основаны на использовании какого-либо специфического физического эффекта или определенного физического свойства вещества. Для **газового анализа** используют плотность, вязкость, теплопроводность, показатель преломления, магнитную восприимчивость, диффузию, абсорбцию, эмиссию, поглощение электромагнитного излучения, а также селективную абсорбцию, скорость звука, тепловой эффект реакции, электрическую проводимость и др. Некоторые из этих физических свойств и явлений делают возможным непрерывный газовый анализ и позволяют достичь высокой чувствительности и точности измерений. Выбор физической величины или явления очень важен для исключения влияния неизмеряемых компонентов, содержащихся в анализируемой смеси. Использование специфических свойств или эффектов позволяет определять концентрацию нужного компонента в многокомпонентной газовой смеси. Неспецифические физические свойства можно использовать, строго говоря, только для анализа бинарных газовых смесей. Вязкость, показатель преломления и диффузия при анализе газов практического значения не имеют.

Передача тепла между двумя точками с различной температурой происходит тремя путями: конвекцией, излучением и теплопроводностью. При **конвекции** передача тепла связана с переносом материи (массопередачей); передача тепла **излучением** происходит без участия

материи. Передача тепла **теплопроводностью** происходит с участием материи, но без массопередачи. Передача энергии происходит вследствие соударения молекул. Коэффициент теплопроводности (**X**) зависит только от вида вещества, передающего тепло. Он является специфической характеристикой вещества.

Размерность теплопроводности в системе СГС – кал/(с·см·К), в технических единицах – ккал/(м·ч·К), в международной системе СИ – Вт/ДмК). Соотношение этих единиц следующее: $1 \text{ кал}/(\text{см} \cdot \text{с} \cdot \text{К}) = 360 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{К}) = 418,68 \text{ Вт/Дм К})$.

Абсолютная теплопроводность при переходе от твердых к жидким и газообразным веществам изменяется от [**X** = 418,68 Вт/Дм·К)] (теплопроводности лучшего проводника тепла – серебра) до **X** порядка 10^{-6} (теплопроводность наименее проводящих газов).

Теплопроводность газов сильно увеличивается с ростом температуры. Для некоторых газов (CH_4 : NH_3) относительная теплопроводность с ростом температуры резко возрастает, а для некоторых (Ne) она снижается. По кинетической теории теплопроводность газов не должна зависеть от давления. Однако различные причины приводят к тому, что при увеличении давления теплопроводность немного увеличивается. В диапазоне давлений от атмосферного до нескольких миллибар теплопроводность не зависит от давления, так как средняя величина свободного пробега молекул увеличивается с уменьшением числа молекул в единице объема. При давлении ~20 мбар длина свободного пробега молекул соответствует размеру измерительной камеры.

Измерение теплопроводности является старейшим физическим методом газового анализа. Он был описан в 1840 г., в частности, в работах А. Шлейермахера (1888–1889) и с 1928 г. применяется в промышленности. В 1913 г. фирмой Сименс был разработан измеритель концентрации водорода для дирижаблей. После этого в течение многих десятилетий приборы, основанные на измерении теплопроводности, с большим успехом разрабатывались и широко применялись в быстро растущей химической промышленности. Естественно, что сначала анализировали лишь бинарные газовые смеси. Лучшие результаты получают при большой разности

теплопроводности газов. Среди газов самую большую теплопроводность имеет водород. На практике оправдалось также измерение концентрации COs в дымовых газах, так как теплопроводности кислорода, азота и оксида углерода очень близки между собой, что позволяет смесь этих четырех компонентов рассматривать как квазибинарную [2].

Температурные коэффициенты теплопроводности разных газов неодинаковы, поэтому можно найти температуру, при которой теплопроводности разных газов совпадают (например, 490°C – для диоксида углерода и кислорода, 70°C – для аммиака и воздуха, 75°C – для диоксида углерода и аргона). При решении определенной аналитической проблемы эти совпадения можно использовать, приняв тройную газовую смесь за квазибинарную.

В газовом анализе можно считать, что **теплопроводность является аддитивным свойством**. Измерив теплопроводность смеси и зная теплопроводность чистых компонентов бинарной смеси, можно вычислить их концентрации. Однако эту простую зависимость нельзя применять к любой бинарной смеси. Так, например, смеси воздух – водяной пар, воздух – аммиак, оксид углерода – аммиак и воздух – ацетилен при определенном соотношении составляющих имеют максимальную теплопроводность. Поэтому применимость метода теплопроводности ограничена определенной областью концентраций. Для многих смесей имеется нелинейная зависимость теплопроводности и состава. Поэтому необходимо снимать градуировочную кривую, по которой должна быть изготовлена шкала регистрирующего прибора.

Датчики теплопроводности (термокондуктометрические датчики) состоят из четырех маленьких наполненных газом камер небольшого объема с помещенными в них изолированно от корпуса тонкими платиновыми проводниками одинаковых размеров и с одинаковым электрическим сопротивлением. Через проводники протекает одинаковый постоянный ток стабильной величины и нагревает их. Проводники – нагревательные элементы – окружены газом. Две камеры содержат измеряемый газ, другие две – сравнительный газ. Все нагревательные элементы включены в мостик Уитстона, при помощи которого измерение разности температур порядка 0,01 °C не представляет трудностей. Такая высокая чувствительность требует

точного равенства температур измерительных камер, поэтому всю измерительную систему помещают в термостат или в измерительную диагональ моста, включают сопротивление для температурной компенсации. До тех пор пока отвод тепла от нагревательных элементов в измерительных и сравнительных камерах одинаков, мост находится в равновесии. При подаче в измерительные камеры газа с другой теплопроводностью это равновесие нарушается, изменяется температура чувствительных элементов и вместе с этим их сопротивление. Результирующий ток в измерительной диагонали пропорционален концентрации измеряемого газа. Для повышения чувствительности рабочую температуру чувствительных элементов следует повышать, однако нужно следить, чтобы сохранилась достаточно большая разность теплопроводностей газа. Так, для различных газовых смесей имеется оптимальная по теплопроводности и чувствительности температура. Часто перепад между температурой чувствительных элементов и температурой стенок камер выбирается от 100 до 150°C.

Измерительные ячейки промышленных термокондуктометрических анализаторов состоят, как правило, из массивного металлического корпуса, в котором высверлены измерительные камеры. Этим обеспечиваются равномерное распределение температур и хорошая стабильность градуировки. Так как на показания измерителя теплопроводности влияет скорость газового потока, ввод газа в измерительные камеры осуществляют через байпасный канал. Решения различных конструкторов для обеспечения требуемого обмена газами приведены ниже. В принципе, исходят из того, что основной газовый поток связан соединительными каналами с измерительными камерами, через которые газ протекает под небольшим перепадом. При этом диффузия и тепловая конвекция оказывают решающее влияние на обновление газа в измерительных камерах. Объем измерительных камер может быть очень малым (несколько кубических миллиметров), что обеспечивает небольшое влияние конвективной теплоотдачи на результат измерения. Для уменьшения каталитического эффекта платиновых проводников их различными способами заплавляют в тонкостенные стеклянные капилляры. Для обеспечения стойкости измерительной камеры к коррозии покрывают стеклом все газопроводные части. Это позволяет измерять теплопроводность смесей, содержащих хлор, хлористый водород и другие агрессивные газы. Термокондуктометрические

анализаторы с замкнутыми сравнительными камерами распространены преимущественно в химической промышленности. Подбор соответствующего сравнительного газа упрощает калибровку прибора. Кроме того, можно получить шкалу с подавленным нулем. Для уменьшения дрейфа нулевой точки должна быть обеспечена хорошая герметичность сравнительных камер. В особых случаях, например при сильных колебаниях состава газовой смеси, можно работать с проточными сравнительными камерами. При этом с помощью специального реагента из измеряемой газовой смеси удаляют один из компонентов (например, СОа раствором едкого калия), а затем направляют газовую смесь в сравнительные камеры. Измерительная и сравнительная ветви различаются в этом случае только отсутствием одного из компонентов. Такой способ часто делает возможным анализ сложных газовых смесей.

В последнее время вместо металлических проводников в качестве чувствительных элементов иногда используют полупроводниковые терморезисторы. Преимуществом терморезисторов является в 10 раз более высокий по сравнению с металлическими термосопротивлениями температурный коэффициент сопротивления. Этим достигается резкое увеличение чувствительности. Однако одновременно предъявляются намного более высокие требования к стабилизации тока моста и температуры стенок камер.

Раньше других и наиболее широко термокондуктометрические приборы начали применять для анализа отходящих газов топочных печей. Благодаря высокой чувствительности, высокому быстродействию, простоте обслуживания и надежности конструкции, а также своей невысокой стоимости анализаторы этого типа в дальнейшем быстро внедрялись в промышленность.

Термокондуктометрические анализаторы приспособлены лучше всего для измерения концентрации водорода в смесях. При выборе сравнительных газов нужно рассматривать также смеси различных газов. В качестве примера минимальных диапазонов измерения для различных газов можно использовать приведенные ниже данные (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Минимальные диапазоны измерения для различных газов, % к объему

Измеряемый компонент	H	CO	SO	Cl	HCl	NH ₃	CH ₄	с
Минимальный диапазон	0-0,5	0-5	0-1,5	0-5	0-2	0-1	0-2	с

Максимальным диапазоном измерения чаще всего является диапазон 0–100%, при этом 90 или даже 99% могут быть подавлены. В особых случаях термокондуктометрический анализатор дает возможность иметь на одном приборе несколько различных диапазонов измерения. Это используется, например, при контроле процессов заполнения и опорожнения охлаждаемых водородом турбогенераторов на тепловых электростанциях. Из-за опасности взрывов заполнение корпуса генератора производят не воздухом, а сначала в качестве продувочного газа вводят диоксид углерода и затем уже водород. Аналогично производят выпуск газа из генератора. С достаточно высокой воспроизводимостью на одном анализаторе могут быть получены следующие диапазоны измерения: 0–100% (объемн.) CO (в воздухе для продувки углекислым газом), 100–0% H₂ в CO (для заполнения водородом) и 100–80% H₂ (в воздухе для контроля чистоты водорода во время работы генератора). Это дешевый способ измерения.

Для определения содержания водорода в выделяющемся при электролизе хлористого калия хлоре с помощью термокондуктометрического анализатора можно работать как с запаянным сравнительным газом (SO₂, Ar), так и с проточным сравнительным газом. В последнем случае смесь водорода и хлора сначала направляют в измерительную камеру, а затем в печь дожигания с температурой > 200°C. Водород сгорает с избыточным хлором и образует хлористый водород. Образовавшаяся смесь HCl и Cl₂ подается в сравнительную камеру. При этом по разности теплопроводностей

определяют концентрацию водорода. Данный метод заметно снижает влияние примеси небольших количеств воздуха.

Для уменьшения погрешности, возникающей при анализе влажного газа, газ необходимо осушать, что осуществляют либо с помощью поглотителя влаги, либо понижением температуры газа ниже точки росы. Имеется еще одна возможность компенсировать влияние влажности, которая применима лишь при проведении измерения по схеме с проточным сравнительным газом.

Для работы с взрывоопасными газами ряд фирм изготавливает приборы во взрывобезопасном исполнении. В этом случае камеры измерителей теплопроводности рассчитывают на высокое давление, на входе и на выходе из камер устанавливают огнестойкие перегородки, а выходной сигнал ограничивается искробезопасным уровнем. Однако и такие приборы нельзя использовать для анализа смесей взрывоопасных газов с кислородом или водорода с хлором.



Рефераты Курсовые Дипломы

StudLancer.net

**БЕСПЛАТНАЯ
ОЦЕНКА СТОИМОСТИ
НА САЙТЕ**