

Тема: АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

1. Общее понятие о технологических измерениях
2. Средства измерения физических величин
3. Классификация контрольно-измерительных приборов
4. Характеристики измерительных приборов

1. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ

Чтобы управлять технологическими процессами и агрегатами, необходимо контролировать их состояние.

Под автоматическим контролем понимают автоматическое измерение параметров состояния объектов управления.

При автоматическом контроле происходит обработка информации о состоянии объекта и выявление событий, требующих введения управляющих воздействий. К таким событиям относятся, например, выход температуры электрической печи за установленные пределы, аварийный режим установки и т. д.

Измеряя параметры, можно судить, в каком направлении протекает процесс.

Параметры определяются и контролируются технологическими измерениями, сущность которых состоит в том, что измеряемую величину сравнивают с однородной, принятой за единицу.

Совокупность единиц измерения, охватывающих определенную область величин, называется системой единиц.

Развитие науки и техники привело к появлению ряда систем единиц: СГС, МКС, МТС, МКГСС и др. Использование различных систем единиц затрудняет измерения и выполнение технических расчетов. Для унификации в области измерений разработана когерентная Международная система единиц (СИ).

Сравнение измеряемых величин с единицами измерения производится различными способами: прямыми, косвенными и совокупными.

Прямыми измерениями называются такие, при которых искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных (например, измерение массы на циферблатных весах, длины с помощью линейки). Прямые измерения могут осуществляться различными методами:

1) Метод непосредственной оценки заключается в определении величины непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора (например, измерение давления пружинным манометром, массы на циферблатных весах). Такой метод отличается простотой и быстротой, поэтому широко используется в приборах промышленного контроля. Недостатком метода является невысокая точность измерения.

2) Дифференциальный метод состоит в том, что измеряемая величина сравнивается с известной (образцовой) величиной, при этом вычисляется разность между этими двумя величинами. Этот метод обеспечивает более высокую точность измерения и применяется в приборах автоматического анализа состава и свойств веществ. Например, уравновешенный мост.

3) Нулевой компенсационный метод основан на уравновешивании искомой контролируемой величины известной. При этом результирующий эффект воздействия величин на прибор сравнения доводят до нуля. Этот метод используется в приборах контроля технологических параметров сахарного, масло-жирового, хлебопекарного и других производств пищевой промышленности. Например, неуравновешенный мост. Примером нулевого метода противопоставления может служить взвешивание груза на равноплечих весах, когда масса груза определяется массой гирь, уравновешивающих воздействие груза на рычаг весов. Состояние равновесия определяется по положению указателя нуль-индикатора, который в этом случае должен находиться на нулевой отметке.

Косвенными измерениями называются такие, при которых значение измеряемой величины определяют по результатам прямых измерений одной или нескольких других величин, связанных с искомой величиной определенной зависимостью (например, измерение температуры при помощи металлического термосопротивления, определение плотности однородного тела по его

массе и геометрическим размерам). Косвенные измерения достаточно точны и широко применяются при контроле производственных процессов.

Совокупными измерениями называются такие, при которых числовые значения измеряемой величины определяются путем решения ряда уравнений, получаемых в результате прямых измерений одной или нескольких однородных величин (например, определение температурного коэффициента линейного расширения по результатам измерения длины при различных температурах). Совокупные измерения применяются в лабораторной и исследовательской практике.

2. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Средства измерения физических величин состоят из мер и измерительных приборов.

Мерой называется физическое тело, вещество или устройство, предназначенное для конкретного воспроизведения единицы измерений, либо ее кратного или дольного значения (например, измерительные гири, колбы, калибры, измерительные линейки, образцовые сопротивления). В качестве мер могут быть использованы некоторые вещества, обладающие характерными физическими свойствами (например, постоянством температуры плавления, кипения). Однако с помощью мер можно измерять лишь незначительное число величин. Большинство же измерений выполняют измерительными приборами.

Измерительным прибором называется устройство, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем. Любой прибор при автоматизированном контроле состоит из первичного преобразователя, канала связи и вторичного прибора.

Первичный преобразователь — первый в измерительной цепи, который преобразует измерительную величину в выходной сигнал, удобный для передачи по каналу связи. Неотъемлемой частью преобразователя является чувствительный элемент, непосредственно воспринимающий контролируемый параметр и преобразующий его в первичный сигнал (например, чувствительным элементом манометрического термометра является упругая трубчатая пружина, заполненная газом. Давление этого газа, изменяющееся при изменении температуры, преобразуется упругим элементом в перемещение — естественный выходной сигнал).

Первичным элементом систем автоматического контроля являются датчики (чувствительные элементы) — устройства, преобразующие контролируемую величину в сигнал, более удобный для измерения или обработки. В настоящее время наиболее распространены системы, обрабатывающие и преобразующие информацию в виде электрических сигналов.

Вторичный прибор — устройство, воспринимающее сигнал от первичного преобразователя и преобразующее его в форму, удобную для отображения результата измерения (показания стрелки на шкале, записи на носителе).

Величина, которую первичный преобразователь воспринимает и контролирует, называется входной, или входным сигналом (например, давление, подводимое к манометру и измеряемое им).

Величина, полученная на выходе первичного преобразователя, называется выходной, или выходным сигналом (например, показание манометра, отсчитываемое по шкале). Прибор может иметь один или несколько измерительных преобразователей (ИП).

Прибор с унифицированным выходным сигналом состоит из первичного ИП и вторичного ИП, преобразующего естественную выходную величину (перемещение, напряжение) первичного ИП в унифицированный сигнал. Обычно на выходе первичного ИП мощность выходного сигнала недостаточна для преобразования его в унифицированный сигнал, поэтому вторичный ИП комплектуется усилительными элементами.

3. КЛАССИФИКАЦИЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Контрольно-измерительные приборы можно классифицировать по следующим основным признакам: по роду измеряемой величины, способу получения информации, метрологическому назначению, расположению.

1) По роду измеряемой величины различают приборы для измерения температуры, давления, количества и расхода, уровня, состава, состояния вещества.

2) По способу получения информации приборы подразделяются на показывающие, регистрирующие, сигнализирующие, суммирующие, компарирующие, регулирующие.

Показывающие приборы дают возможность наблюдателю получать значение измеряемой величины в момент измерения на отсчетном устройстве (на шкале, на цифровом индикаторе). Значительное распространение получили шкальные отсчетные устройства, основными элементами которых являются шкала и указатель. На шкалу наносятся вдоль прямой линии или по дуге окружности отметки с цифрами, соответствующими значениям измеряемой величины.

Наряду со шкальными отсчетными устройствами применяются цифровые отсчетные устройства, позволяющие получать результат измерений в виде числового значения измеряемой величины. Они значительно снижают количество грубых ошибок при считывании и ускоряют отсчет показаний приборов.

Показывающие приборы составляют наиболее многочисленную группу приборов, получивших широкое распространение в технологических измерениях параметров производственных процессов.

Регистрирующие приборы служат для автоматической записи результатов измерения на специальном носителе или устройстве хранения информации. По записи показаний можно провести последующий анализ результатов измерений за некоторый промежуток времени.

Сигнализирующие приборы имеют специальные устройства для включения звуковой или световой сигнализации, когда измеряемая величина достигает определенных критических или характерных значений технологических параметров.

Суммирующие приборы показывают суммарное значение контролируемой величины за весь промежуток времени. В этих приборах счетчики встраиваются в один корпус с показывающим или самопишущим прибором и имеют с ним одну общую измерительную систему.

Компарирующие приборы служат для сравнения измеряемой величины с соответствующими мерами. Примером могут служить рычажные весы с гирями.

Регулирующие приборы снабжены устройствами для автоматического регулирования по значениям измеряемой величины.

3) По метрологическому назначению приборы делятся на рабочие, образцовые и эталонные.

Рабочие приборы подразделяются на технические и лабораторные.

Технические приборы предназначены для практических целей измерения, при этом определенная их точность гарантируется заводом-изготовителем. Поправки в их показания обычно не вносятся.

Лабораторные приборы отличаются большей точностью, так как в них учитываются ошибки измерения. Они более совершенны по конструкции. Лабораторные приборы используются для поверки технических приборов и контроля продукции.

Образцовые приборы служат для поверки рабочих приборов.

Эталонные приборы предназначены для воспроизведения единицы измерения с наивысшей достижимой точностью.

4) По расположению различают приборы местные и дистанционные.

Местные приборы устанавливаются непосредственно на объекте или вблизи него.

Дистанционные приборы служат для передачи измеряемого параметра на расстояние.

4. ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Для оценки рационального использования приборов важно знать их характеристики и качественные показатели. К ним относятся погрешность (класс точности), вариация, чувствительность, порог чувствительности, инерционность, надежность.

Любое измерение неизбежно сопровождается некоторыми ошибками. Ошибки, возникающие при измерениях, называются погрешностью. Они обусловлены несовершенством методов и средств измерения. Различают абсолютную, относительную и относительную приведенную погрешности.

В зависимости от характера погрешности бывают систематические, погрешности-промахи и случайные.

Систематическими называются такие погрешности, которые изменяются по определенному закону. Появление систематических погрешностей вызывают свойство и состояние - применяемого прибора, способы его установки, условия работы измерительного устройства, метод измерения, индивидуальные особенности наблюдателя.

Систематические погрешности выражаются в виде разности результатов измерения рабочим и образцовым прибором. Эти разности, взятые с обратным знаком, составляют таблицу поправок к показаниям прибора.

Промахами называются погрешности, резко искажающие результат измерения. Они возникают при неправильном отсчете по шкале, неправильном включении прибора, неправильной записи показаний. Промахи устраняются при сопоставлении ряда измерений.

Случайными называются погрешности, которые не подчиняются известной закономерности. Они возникают в результате влияния на процесс измерения случайных причин. Влияние этих погрешностей на результат измерения можно оценить путем многократного измерения искомой величины.

Основной называется погрешность, соответствующая нормальным условиям работы прибора. За нормальные условия принимают температуру 293 К (20 °С), давление 101325 Па, относительную влажность до 80 %, отсутствие вибрации, электрических и магнитных полей. При нарушении нормальных условий возникает дополнительная погрешность прибора. Обобщенной характеристикой прибора является класс точности, определяемый предельными значениями допускаемых основных и дополнительных погрешностей.

В настоящее время класс точности устанавливается по абсолютной погрешности (порядковые номера классов).

Наряду с классом точности существуют и другие качественные характеристики приборов: вариация, чувствительность, инерционность и надежность.

Вариацией показаний прибора называется наибольшая разность между повторными показаниями прибора и действительным значением измеряемой величины в одинаковых условиях.

Вариацию обнаруживают при прямом и обратном ходе указателя шкалы до какого-либо определенного значения, когда указатель не доходит до этого значения с той или другой стороны. Это возникает вследствие трения в опорах подвижных частей, наличия зазоров, остаточной деформации измерительных пружин. Вариация выражается в процентах от диапазона шкалы прибора.

Чувствительностью прибора называется отношение изменения показаний к вызвавшему его изменению значения измеряемой величины.

Под порогом чувствительности прибора понимают наименьшее изменение значения измеряемой величины, способное вызвать малейшее наблюдаемое или фиксируемое изменение в показаниях прибора. Порог чувствительности связан с трением подвижных частей прибора или мертвым ходом, вызванный зазорами в механизмах.

Чувствительность прибора должна находиться в полном соответствии с его точностью.

Инерционностью прибора называется отставание во времени его показаний от изменения измеряемой величины. Так, при измерении температуры манометрическим термометром требуется определенное время для нагрева газа в термобаллоне и передачи повышения давления на чувствительный элемент, перемещающий стрелку прибора. Инерционность приборов особенно важно учитывать при контроле быстропротекающих процессов, где запаздывание показаний может привести к значительным погрешностям.

Надежность прибора характеризует сохранение его качественных характеристик, обеспечивающих нормальную работу в течение заданного времени. Надежность прибора определяется его безотказностью, долговечностью и ремонтпригодностью.