

## Лабораторная работа № 8

### ВЫБОР КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

#### 1. Общие сведения

На первом этапе выбирают комплекс технических средств для всей системы, затем - измерительные комплекты для отдельных параметров. При проектировании стремятся к минимизации числа контролируемых величин при условии обеспечения достаточной информации о ходе процесса.

На выбор приборов в большой степени влияют характеристики технологического объекта с учетом условий его работы, диапазон изменения измеряемых величин, расстояние от чувствительного элемента до выбранного прибора, фактор надежности и др.

Основной аппаратурой, применяемой в системах автоматического контроля, являются серийно выпускаемые приборостроительной промышленностью средства измерений, входящие в ГСП. Применение специально разработанных приборов допускается только в тех случаях, когда типовой прибор либо отсутствует, либо его применение не обеспечивает выполнения технических условий работы и предъявляемых к нему требований. Использование в системах автоматического контроля однородной по техническим особенностям и характеристикам аппаратуры упрощает и удешевляет систему, улучшает условия ее эксплуатации, расширяет возможности резервирования и повышает надежность системы.

Условия работы системы автоматического контроля характеризуются данными о контролируемой среде (температура, давление, плотность, химическая реакция, дисперсность, абразивность и др.), внешней окружающей среде (температура, давление, влажность, запыленность, пожаро- и взрывоопасность, наличие в зоне действия аппаратуры магнитных и электрических полей, излучений и других помехообразующих факторов), о расстоянии от точки измерения до места установки измерительного прибора, а также от прибора до рабочего места оператора.

Требования к качеству работы системы автоматического контроля включают в себя основные метрологические данные: точность измерения, определяемую по классу точности (0,25-1,5); порог чувствительности - по чувствительности к отклонению контролируемого параметра (не более 0,05-0,1 %); быстродействие системы - по скорости реагирования на изменение контролируемой величины (постоянная времени, время начала реагирования) не более 16 с; надежность - по таким основным показателям, как вероятность отказов, частота отказов, интенсивность отказов, средняя наработка на отказ, коэффициент ремонтпригодности.

В тех случаях, когда точность измерения не регламентирована специальными общегосударственными или ведомственными техническими условиями (правила ми), можно руководствоваться приведенными ниже рекомендациями по выбору класса точности прибора: 0,2 - образцовые, для проверки технических приборов; 0,5 - компенсационного типа (электронные потенциометры, мосты и т. п.), для контроля и регистрации ответственных величин, характеризующих качество работы агрегата, процесса. 1,0 1,5 - среднего класса точности, для контроля и регистрации параметров, оказывающих меньшее влияние на работу агрегата; 2,5-приборы для измерения параметров, непосредственно не влияющих на качество продукта и работу агрегата; 4,0 - грубые приборы для измерения неответственных параметров и оценки их относительного изменения.

При построении систем автоматического контроля последовательно производят выбор воспринимающего элемента и первичного преобразователя, выбор линии связи и источника питания, выбор вторичного прибора.

#### 2. Выбор контрольно-измерительных приборов

Проектируемые автоматические системы сельскохозяйственного назначения нужно строить, используя, как правило, серийно выпускаемые приборы, средства автоматики и вычислительную технику.

При выборе аппаратуры необходимо учитывать параметры контролируемой и окружающей среды (температуру, давление, состав среды, влажность, запыленность, наличие вибраций, электрические свойства, а также условия контроля и измерения), размеры и характер контролируемого объекта, расстояние между точкой измерения и вторичным прибором, механические воздействия (удары, вибрацию), наличие источников питания и др.

Кроме того, должны быть выдержаны требования к средствам автоматики по точности, чувствительности, инерционности, а также соблюдены условия охраны труда.

Необходимо стремиться применять унифицированную аппаратуру (приборы одной информационной системы, одного завода-изготовителя и т. д.), что облегчит обслуживание системы и позволит сократить число запасных приборов и средств автоматизации.

Контрольно-измерительные приборы обеспечивают соответствующие технологические нормы, в пределах которых должен находиться управляемый параметр объекта. При их выборе необходимо прежде всего руководствоваться следующими метрологическими показателями:

- для контроля и регулирования производственных процессов с высокой степенью точности следует применять приборы класса точности 0,2 (погрешность  $\pm 0,2 \%$ ) со стандартной шириной поля записи 250 мм;

- для измерения, регистрации и регулирования технологических процессов, допускающих применение приборов средней точности измерения и записи, необходимо использовать приборы класса точности 0,5 (погрешность  $\pm 0,5 \%$ ) со стандартной шириной поля записи 16Р мм;

- для мнемонических схем, пультов, а также контроля и сигнализации в системах автоматического регулирования, не требующих высокой точности, рекомендуются приборы класса точности 1 (погрешность  $\pm 1 \%$ ) с шириной поля записи 100 мм;

- шкалы показывающих и самопишущих приборов выбирают таким образом, чтобы характерные значения измеряемых величин укладывались во вторую половину или последнюю треть шкалы; в некоторых случаях приходится использовать несколько приборов с разными

- шкалами для контроля одной и той же величины при разных режимах работы (например, температуры теплоносителя в сушилках при разных режимах сушки продуктов).

При выборе контрольно-измерительных приборов необходимо учитывать их инерционность, которая должна быть значительно меньше инерционности объекта.

Если динамические свойства объекта характеризуются передаточной функцией:

$$W_{об}(p) = k_{об} e^{-\tau_{об} p} / (T_{об} p + 1)$$

а динамические свойства измерительной системы функцией

$$W_{изм}(p) = k_{изм} e^{-\tau_{изм} p} / (T_{изм} p + 1)$$

то при выборе метода и средств измерения контролируемой и регулируемой величины следует исходить из условий

$$\tau_{изм} \leq (0,2 \dots 0,3) \tau_{об}$$

$$T_{изм} \leq (0,2 \dots 0,3) T_{об}$$

Передаточные функции вторичных приборов (электронных мостов, потенциометров, устройств для измерения давления, расхода и т. п.) можно представить в виде инерционной системы первого порядка без запаздывания

$$W_{втор}(p) = k_{втор} / (T_{втор} p + 1)$$

где  $T_{втор} \approx 0,1 \cdot t_{шк}$

$t_{шк}$  — время прохождения указателем 100 % шкалы при полной нагрузке).

Для определения числового значения параметра в данный момент используют - показывающие приборы, которые по виду отсчетных устройств можно подразделить на приборы с подвижной стрелкой, подвижной шкалой и цифровые. Вид отсчетного устройства выбирают в зависимости от функционального назначения прибора (табл. 1).

Таблица 1

Рекомендации по выбору показывающих приборов

Назначение прибора	Вид отсчетного устройства		
	с подвижной стрелкой	с подвижной шкалой	цифровое
Отсчет численного значения параметра	Допустимо	Допустимо	Рекомендуется
Контроль нахождения параметра в зоне "норма"	Рекомендуется	Не рекомендуется	Не рекомендуется
Установка и поддержание заданного параметра (стабилизирующие автоматические системы)	Рекомендуется	Допустимо	Допустимо
Слежение	Рекомендуется	Допустимо	Не рекомендуется

### 3. Выбор измерительных элементов

Выбор воспринимающего элемента и первичного преобразователя зависит от характеристики контролируемой среды, диапазона изменения контролируемого параметра.

Для большинства технологических измерений максимум измеряемой величины может лежать в пределах последней четверти диапазона шкалы, за исключением приборов с упругими чувствительными элементами, на показаниях которых сказываются явления гистерезиса. В этом случае при резко переменных нагрузках максимум измеряемой величины должен лежать в пределах 0,5-0,7 диапазона шкалы.

При этом приборы для измерения должны быть простыми и надежными с достаточно высокой чувствительностью; допустимые значения статических и динамических ее отклонений от заданного значения достаточно велики; при нескольких регулируемых величинах в одном объекте взаимные связи их через процесс должны быть минимальными.

При выборе диапазона измерения должны учитываться возможные значения контролируемого параметра в условиях нормальной работы, а также при проведении некоторых дополнительных операций - стерилизации, промывки, дезинфекции и т. д. В этих режимах значение контролируемого параметра может значительно отклоняться от номинального.

Воспринимающий элемент и первичный преобразователь обладают, как правило, наибольшей инерционностью в измерительном комплексе, поэтому при их выборе особое значение имеет оценка динамических свойств этих элементов. Для оценки пользуются такими величинами, как постоянная времени  $T$  или время переходного процесса, а также время начала реагирования  $T_0$ .

Приближенная оценка динамических свойств этих элементов осуществляется с помощью их паспортных данных. Для более точной оценки необходимо пользоваться экспериментальными данными, однако в период проектирования это часто неосуществимо.

#### 4. Выбор линии связи

Он в основном определяется видом энергии, принятым в проектируемой системе, расстоянием от места измерения характеристикой внешней окружающей среды.

В большинстве случаев измерительные приборы комплектуются преобразователями разных видов, позволяющими получать унифицированные сигналы и передавать их на расстояние.

По виду энергии дистанционные передачи делятся на пневматические и электрические. Пневматические дистанционные передачи обладают тем преимуществом, что они могут быть применены в пожаро- и взрывоопасных помещениях. Диапазон изменения измерительного сигнала представляет собой изменение давления сжатого воздуха в интервале 0,02-0,1 МПа (0,2-1 кгс/см<sup>2</sup>); эта передача обладает значительной инерционностью, которая ограничивает дистанционность передачи в пределах 300 м при диаметре импульсной линии 6 мм. Увеличение расстояния приводит к значительным запаздываниям в передаче сигналов.

Электрические дистанционные передачи показаний являются практически безынерционными и обладают большой дистанционностью. В настоящее время применяются индукционная, омическая, сельсинная, дифференциально-трансформаторная, ферродинамическая, электросиловая и частотно-силовая передачи.

Наиболее часто используются дифференциально-трансформаторная и ферродинамическая передачи, а также электро- и частотно-силовая. Для применения последних двух типов передач необходимо наличие специальных преобразователей ограничивает их дистанции они составляют (250 м).

С помощью электросиловых преобразователей получают унифицированные выходные сигналы, которые изменяются в диапазоне 0—5, 0-20 и 0-100 мА или 0-10 В постоянного тока.

Дистанционность передачи показаний при измерении температуры термопреобразователями сопротивления и термоэлектрическими преобразователями зависит как от сопротивления соединительных проводов, так и от вида вторичных приборов.

#### 5. Выбор вторичных приборов

Этот выбор определяется видом измеряемой величины, характеристикой внешней окружающей среды и метрологическими требованиями. Вторичные приборы можно разделить на ряд групп по разным классификационным признакам:

а) по классу точности - прецизионные (класс точности 0,25 и выше), средней (0,5 и 1,0) и низкой (1,5 и ниже) точности;

б) по динамическим свойствам, характеризующимся временем пробега шкалы указателем, - быстродействующие (0,25 - 0,5 с), среднего (1-10 с) и низкого (до 16 с) быстродействия;

в) по габаритам - нормального габарита (размер по лицевой стороне 400×400 мм), малогабаритные (240×320 мм) и миниатюрные (160×200 мм). Эти размеры приведены для электрических показывающих и самопишущих приборов. Пневматические показывающие приборы кроме основного размера 160×200 мм выпускаются также размерами 60×160 и 80×160 мм;

д) по числу измеряемых величин - одно- и многоканальные (одно- и многоточечные);

е) по виду шкалы - с прямолинейным, круглым, профильным, вращающимся циферблатом;

ж) по характеристике исполнения - в нормальном для работы при температуре 10-35 °С и относительной влажности от 30 до 80 %, а также в тропическом и искробезопасном;

з) по характеру отсчета измеряемой величины - цифровые, аналоговые и дискретно-аналоговые.

При выборе вторичных приборов важным показателем является диапазон шкалы, который должен охватывать все возможные рабочие значения измеряемой величины с учетом ее максимальных значений. Следует помнить, что расширение диапазона влечет за собой увеличение ошибки при данном классе точности.