

## РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Для надежной работы гидро- и пневмосистем необходимы различные управляющие устройства, обеспечивающие выполнение логических функций по осуществлению заданной последовательности действий исполнительных механизмов, для чего применяется различная аппаратура изменения направления потока жидкости (воздуха), включения и выключения отдельных исполнительных устройств и т.д.

### 5.1. Некоторые понятия автоматки

Автоматика является одним из разделов кибернетики - науки об общих законах управления как в живой, так и в неживой природе.

Управление - это процесс воздействия на объект с целью приведения его в желаемое состояние или положение.

Задачей автоматки является разработка принципов и средств, необходимых для управления техническими объектами. Технический объект (станок, двигатель, поточная линия и т.д.), нуждающийся для успешного взаимодействия с другими объектами (внешней средой) в специально организованном управляющем воздействии, называется объектом управления (ОУ).

Целенаправленное воздействие на объект управления возможно, если выполняются два условия: существует совокупность правил, позволяющих добиваться поставленной цели управления в различных ситуациях - алгоритм управления; существует автоматическое управляющее устройство (АУУ), способное создавать в соответствии с алгоритмом управляющее воздействие.

Совокупность объекта управления и автоматического управляющего устройства, взаимодействие которых приводит к выполнению поставленной цели управления, называется системой автоматического управления (САУ). Структурная схема САУ представлена на рис. 5.1.

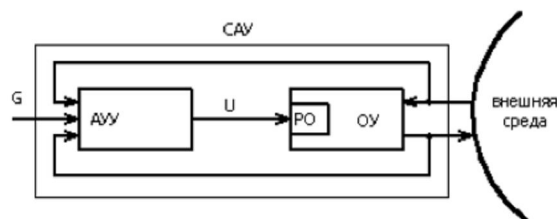


Рис.5.1

Объект управления создает воздействие  $U$  на внешнюю среду, которое характеризует желаемое состояние или положение  $OU$  и называется управляемой величиной. Информация о действительном (текущем) значении управляемой величины  $U$  в большинстве САУ используется для выработки управляющего воздействия  $U$  на объект управления ( $OU$ ), поэтому информация о  $U$  вводится в АУУ. Воздействие  $OU$  на внешнюю среду может осуществляться одновременно по нескольким параметрам.

Со стороны внешней среды на  $OU$  действует возмущающее воздействие  $F$ , нарушающее нормальную работу объекта. Информация о возмущающем воздействии  $F$  может быть использована в АУУ для выработки управляющего воздействия  $U$ .

На вход АУУ подается задающее воздействие  $G$ , содержащее информацию о цели управления, т.е. о предписанном значении  $U$ . На схеме САУ управляющее воздействие  $U$  вырабатывается в результате переработки информации об управляемой величине  $U$ , задающем воздействии  $G$  и о возмущающем воздействии  $F$ . Возможно построение САУ, использующих только часть информации, например только по задающему бездействию  $Q$ , представляющему в этом случае команды программы. Такое управление называется жестким, так как не учитываются действительные значения  $U$  и  $F$  (параметры САУ и значение  $F$  считаются постоянными). Подобные САУ дают удовлетворительное качество управления лишь при высокой стабильности параметров САУ, внешней среды и при невысоких требованиях к точности. По структуре эти САУ являются разомкнутыми, так как не имеют обратной связи по управляемому параметру  $U$  и не образуют замкнутого контура управления. Существуют разомкнутые САУ, управляющие только по возмущающему воздействию  $F$  или по задающему  $S$  и возмущающему  $F$  воздействиям.

В гибких или замкнутых САУ используется информация об управляемой величине  $U$  и задающем воздействии  $G$ , а задающее воздействие  $U$  вырабатывается в зависимости отклонения  $U$  от значения  $S$  независимо от причин, вызвавших это отклонение. Информация об  $U$  передается в АУУ, образуя контур главной связи. Замыкание системы обратной связью позволяет информацию об управляемой величине с выхода объекта управления подать на вход управляющего устройства. Такие замкнутые системы позволяют вести управление по отклонению, причем неважно, по какой именно причине произошло отклонение управляемой величины: вызвано ли оно каким-либо возмущающим или задающим воздействием. В любом случае система реагирует на возникшее отклонение, стремясь уменьшить его. Наличие обратной связи позволяет получить большую точность управления. В САУ по отклонению главная обратная связь, охватывающая всю систему, является функционально необходимой. Дополнительно для коррекции используют местные обратные связи, охватывающие одно или несколько звеньев. Различают положительную и отрицательную обратные связи. Положительная обратная связь усиливает выходное воздействие, приводит к повышению

чувствительности и, как правило, к понижению устойчивости (часто к незатухающим и расходящимся колебаниям). В замкнутых системах используют отрицательную обратную связь, которая ослабляет выходное воздействие, повышает устойчивость, (стабильность) системы, улучшает переходные процессы, понижает чувствительность.

В комбинированных САУ используется информация одновременно о трех воздействиях  $G$ ,  $U$  и  $F$ , поэтому они имеют более высокое качество управления, чем системы, работающие только по отклонению. Информация о значении возмущающего воздействия позволяет АУУ начинать компенсацию внешнего возмущения раньше, чем возникнет большое отклонение. Еще более совершенным являются активные САУ, обладающие способностью приспосабливаться к изменению внешних условий работы.

Автоматическое управляющее устройство состоит из отдельных элементов, соединенных определенным образом для выработки управляющего воздействия. Элементы системы автоматике отличаются однонаправленностью потока информации с входа на выход и в энергетическом отношении являются преобразователями энергии.

Элементы автоматике чрезвычайно разнообразны по конструкции, принципам действия, характеристикам, физической природе преобразуемых сигналов и функциям, выполняемым в устройствах автоматического управления. Пассивные элементы, например редукторы, входное воздействие (сигнал  $X$ ) преобразуют в выходное воздействие (сигнал  $U$ ) за счет энергии входного сигнала.

Активные элементы, например усилители, получают энергию от вспомогательного источника энергии.

В зависимости от вида энергии на входе и выходе элементы автоматике бывают электрические, гидравлические, пневматические, механические и комбинированные.

По выполняемым функциям элементы автоматике делятся на датчики, усилители, исполнительные устройства, реле, вычислительные устройства, согласующие и вспомогательные элементы.

Датчики (источники первичной информации или первичные преобразователи) воспринимают поступающую на них информацию об управляемой величине и преобразуют ее в форму, удобную для дальнейшего использования в устройстве автоматического управления. Большинство датчиков преобразуют входной неэлектрический сигнал  $X$  в электрический сигнал  $U$ . По виду входного сигнала датчики делятся на механические (перемещение, скорость, ускорение), тепловые, гидравлические, оптические и т.д.

Усилители - это элементы автоматике, осуществляющие количественное преобразование, т.е. увеличение мощности входного сигнала (усиление) за счет другого источника энергии, иногда одновременно с качественным преобразованием, например перемещения в изменение давления в гидравлических и пневматических усилителях. В зависимости от вида

энергии, получаемой усилителем от вспомогательного источника энергии, они подразделяются на электрические, гидравлические, пневматические и комбинированные (электрогидравлические, электропневматические).

**Исполнительные устройства** - это элементы автоматики, создающие управляющее воздействие на объект управления. Они изменяют положение или состояние регулируемого органа объекта управления таким образом, чтобы управляемый параметр соответствовал заданному значению.

**Реле** - это элементы автоматики, у которых изменение выходного сигнала  $У$  происходит скачком (дискретно) при достижении входного сигнала  $Х$  определенного значения, называемого **уровнем срабатывания**. Мощность входного сигнала  $Х$ , вызывающего срабатывание реле, значительно меньше мощности, которой может управлять реле, поэтому реле можно рассматривать и как усилительный, и как исполнительный элемент.

**Вычислительные элементы** в устройствах автоматического управления осуществляют математические преобразования (операции) с поступающими на их вход сигналами с целью осуществления заданного алгоритма работы системы. В простейших случаях вычислительные элементы выполняют отдельные математические операции, такие как алгебраическое суммирование, дифференцирование, интегрирование, логическое сложение, умножение и т.д.

**Согласующие** и вспомогательные элементы включаются в устройство автоматического управления для улучшения его параметров и расширения функциональных возможностей основных элементов.

Каждый элемент автоматики обладает определенной совокупностью характеристик, которые определяют его метрологические, динамические, эксплуатационные и технологические особенности, что позволяет правильно решить вопрос об эффективности использования данного элемента в конкретном устройстве.

**Статическая характеристика** является одной из главных характеристик элемента:  $y=f(x)$ . Она представляет собой зависимость выходного сигнала  $y$  от входного сигнала  $x$  в установившемся (статическом) режиме, когда эти сигналы не изменяются с течением времени или изменяются с постоянной скоростью. Статическая характеристика элемента автоматики может быть линейной (рис.5.2-1); нелинейной (рис.5.2-2), но с возможностью аппроксимации линейной зависимостью - линеаризацией; существенно нелинейной, которую невозможно аппроксимировать линейной зависимостью, как, например, релейная характеристика (рис. 5.2-3).

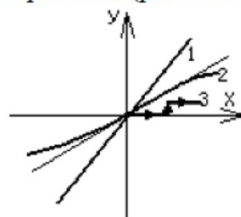


Рис. 5.2

К общим параметрам элементов автоматики относится коэффициент передачи (преобразования), который можно определить по статической характеристике. Для элементов с линейной характеристикой статический коэффициент передачи будет  $k_{ст} = y/x$ . При нелинейной характеристике используется дифференциальный коэффициент передачи  $k_{диф} = \Delta y / \Delta x$ . Коэффициент передачи имеет физический смысл, например, для усилителей - это коэффициент усиления, для датчиков - чувствительность или крутизна характеристики.

У многих элементов автоматики вследствие сухого трения, зазоров в соединениях, гистерезиса, шумов изменение сигнала на выходе можно обнаружить только после достижения входным сигналом определенного уровня. Наименьшее значение входного сигнала  $X_n$  элемента, при котором происходит заметное изменение сигнала на выходе или заведомо достоверный сигнал при наличии шумов, называется порогом чувствительности, а диапазон до этого порога называется зоной нечувствительности (рис.5.3 а и б).

Динамический режим работы соответствует изменению сигналов на входе и выходе (или только на выходе) с ускорением. Для оценки работы элемента в динамическом режиме используют параметры его динамической характеристики. Особое значение имеет переходная характеристика инерционного элемента, которая представляет собой зависимость выходного сигнала  $Y$  от времени  $Y=f(t)$  при скачкообразном изменении входного сигнала  $X$ .

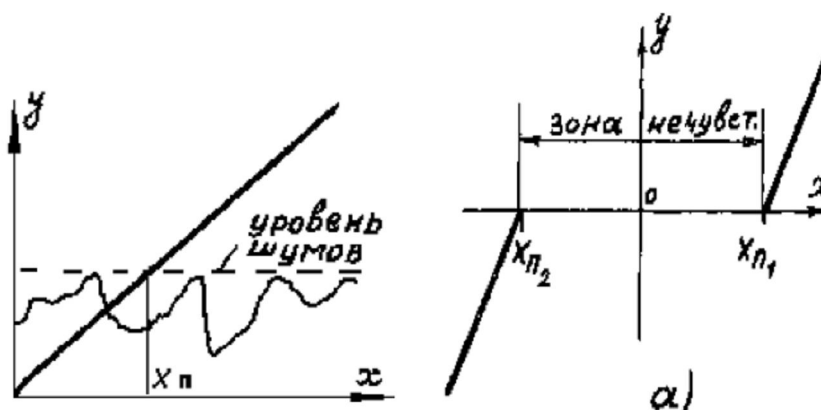


Рис.5.3

По переходной характеристике инерционного элемента (рис.5.4) можно определить время переходного процесса  $t_{пер}$  (длительность динамического режима), постоянную времени  $T$ , динамическую погрешность в любой момент времени  $\Delta u_{дин}$ , вид переходного процесса. Постоянная времени  $T$  характеризует быстродействие элемента и численно равна времени, за которое выходной сигнал  $Y$  достигает уровня  $0,63Y_{уст}$ .

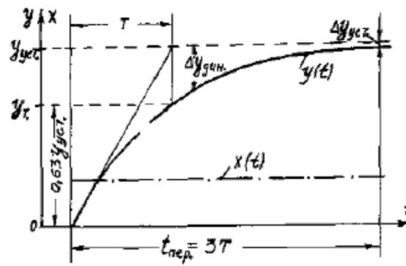


Рис.5.4

## 5.2. Золотниковые распределительные устройства

Распределители предназначены для управления потоком рабочей жидкости (воздуха). С их помощью обеспечивается направление потока к соответствующему исполнительному устройству, а также осуществляется реверс гидропневмоустройств.

Рабочим элементом золотникового распределителя цилиндрического типа являются плунжеры 2, перемещающиеся в осевом направлении в корпусе 6 золотника (гильзе), в котором выполнены каналы для подвода и отвода жидкости (рис.5.5). Жидкость протекает через окна питания в корпусе и соответствующие проточки между плунжерами. Герметизация золотника достигается благодаря малым зазорам между плунжером и гильзой, которые равны (0,003-0,015)мм.

Жидкость от насоса подводится к каналу 4, из которого в зависимости от положения плунжера 2 поступает в одну из полостей гидродвигателя I. В то же время нерабочая полость гидродвигателя соединяется с каналами 3 или 5, ведущими в резервуар (бак). В положении плунжера 2 (рис.5.5 а) канал 4 соединен с левой полостью гидроцилиндра I, а в положении (рис.5.5 б) - с правой полостью.

Для уравнивания плунжера от сил давления жидкости в сливной магистрали (в каналах 3 и 5) плунжер золотника снабжается ложным хвостовиком I (рис.5.6 а). При отсутствии хвостовика возникает неуравновешенное усилие от давления  $P_{сл}$  в сливной магистрали

$$F = P_{сл} \frac{\pi d^2}{4},$$

где  $d$  – диаметр хвостовика, равный диаметру штока золотника. Это усилие стремится сместить плунжер вправо. Уравнивание плунжера достигается также применением многополюсовых схем (рис.5.6 б).