

Усилители,
классификация,
характеристики и
области применения. Стабилизаторы
постоянного и
переменного тока.

Общие сведения и классификация

В большинстве современных систем автоматики для управления исполнительными механизмами требуется мощность, значительно превышающая мощность сигналов, поступающих от первичных преобразователей. Для увеличения сигнала до необходимого уровня применяют различные типы усилителей.

Устройство, предназначенное
для усиления мощности
сигнала за счет энергии
дополнительного источника,
называется *усилителем.*

Показатели усилителя — это
параметры и характеристики,
позволяющие судить о его
качестве как элемента
автоматической системы.

При подаче на вход усилителя
сложного периодического
колебания отдельные
гармонические составляющие
неодинаково усиливаются им и
сдвигаются во времени. Такие
искажения называются
линейными.

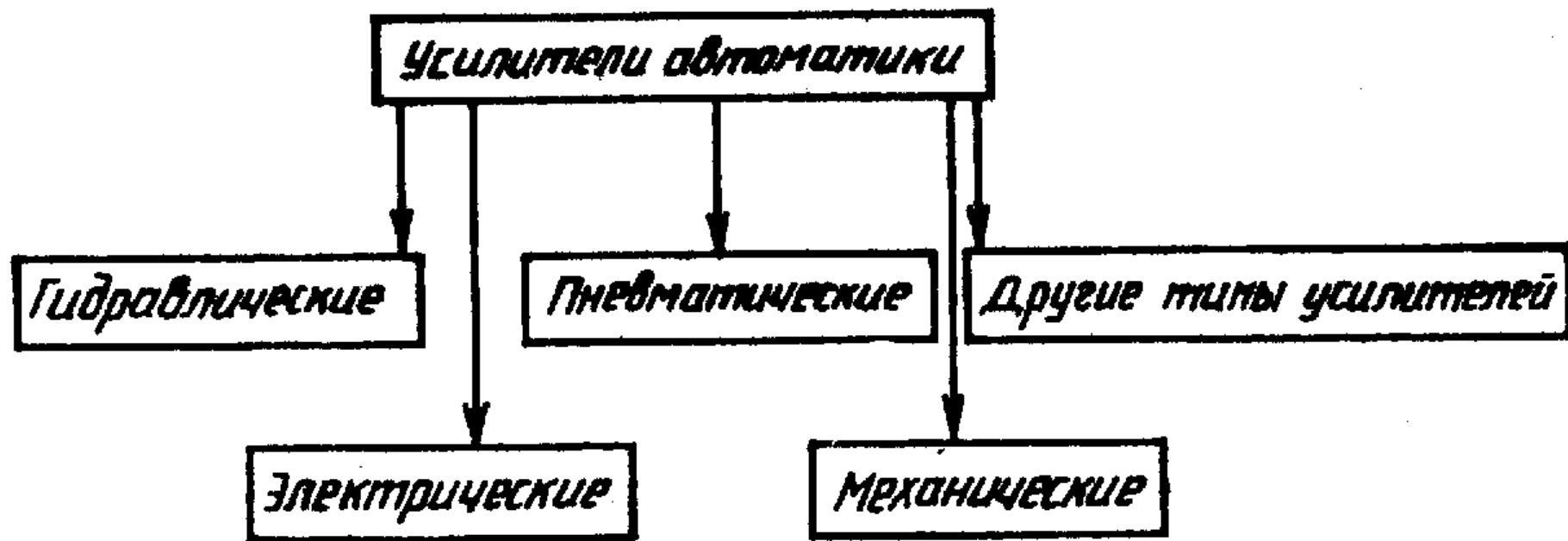
Они характеризуются
степенью и зоной
линейности выходной
характеристики.

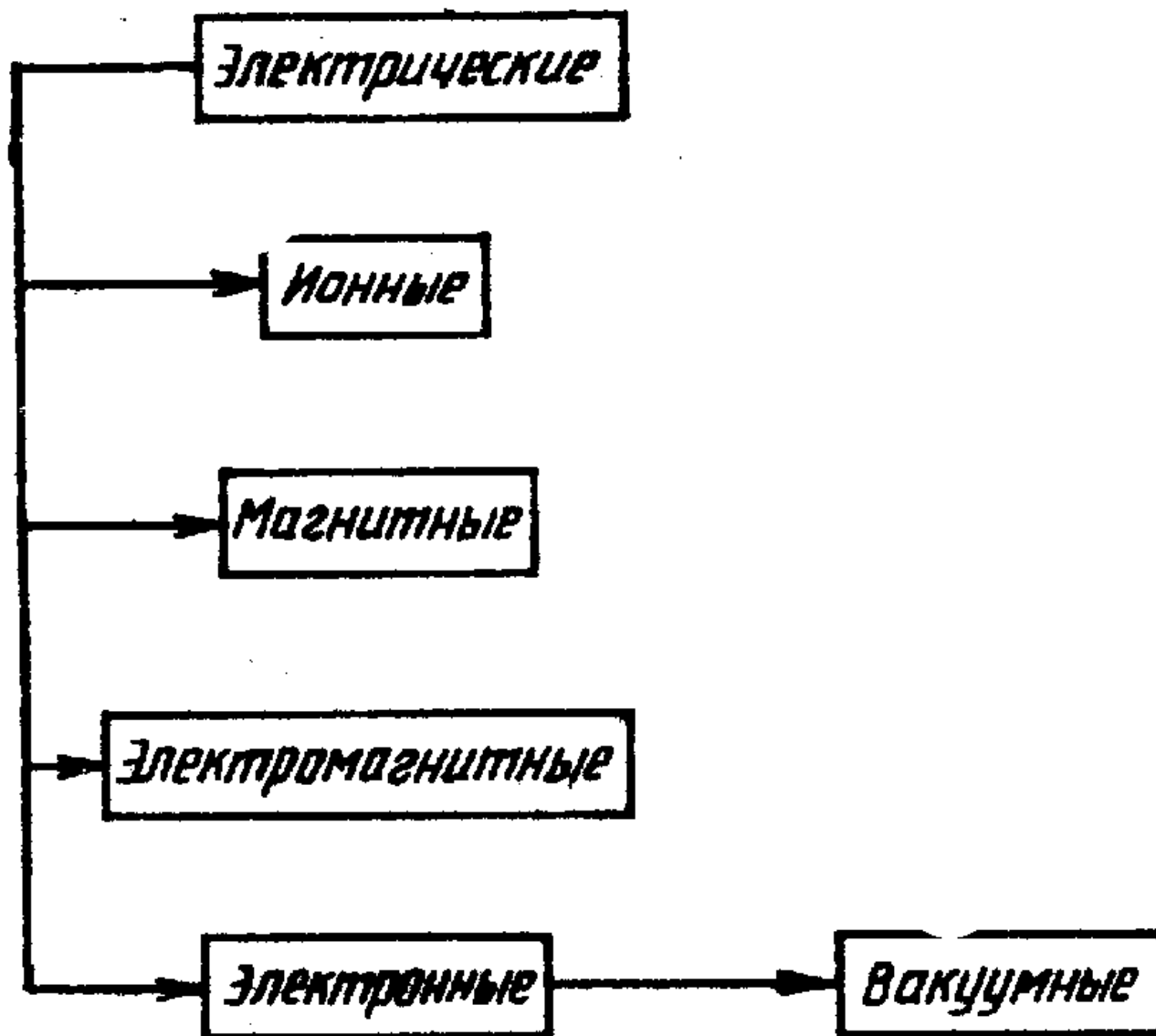
Нелинейные искажения
усилителей
характеризуются
*коэффициентом
нелинейных искажений.*

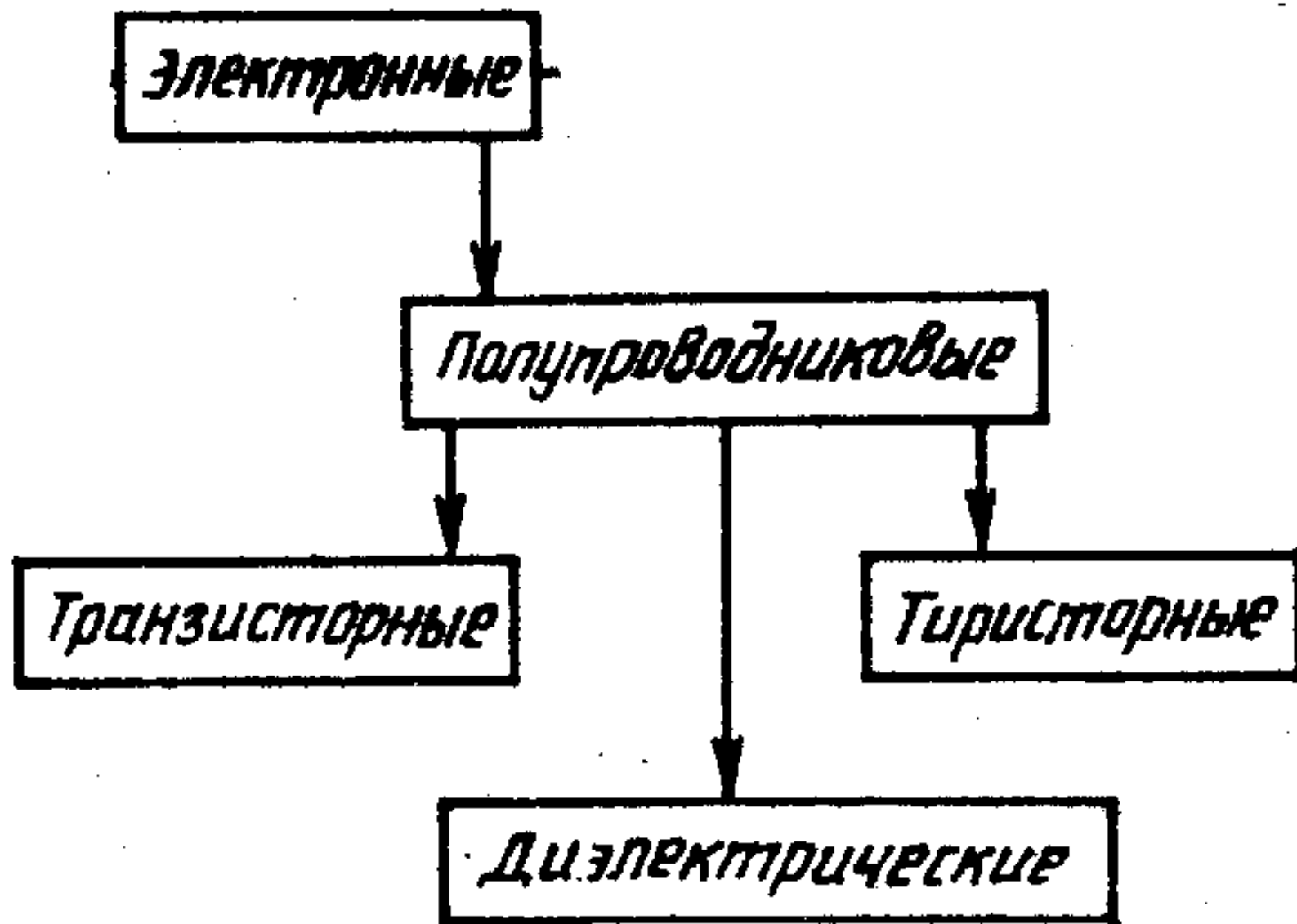
Масса, габариты, КПД, стабильность параметров усилителей во времени и при изменяющихся условиях работы и надежность— важные показатели и учитываются при выборе и расчете усилительных устройств автоматической системы после выбора и расчета других функционально-необходимых элементов—первичных преобразователей и исполнительных устройств.

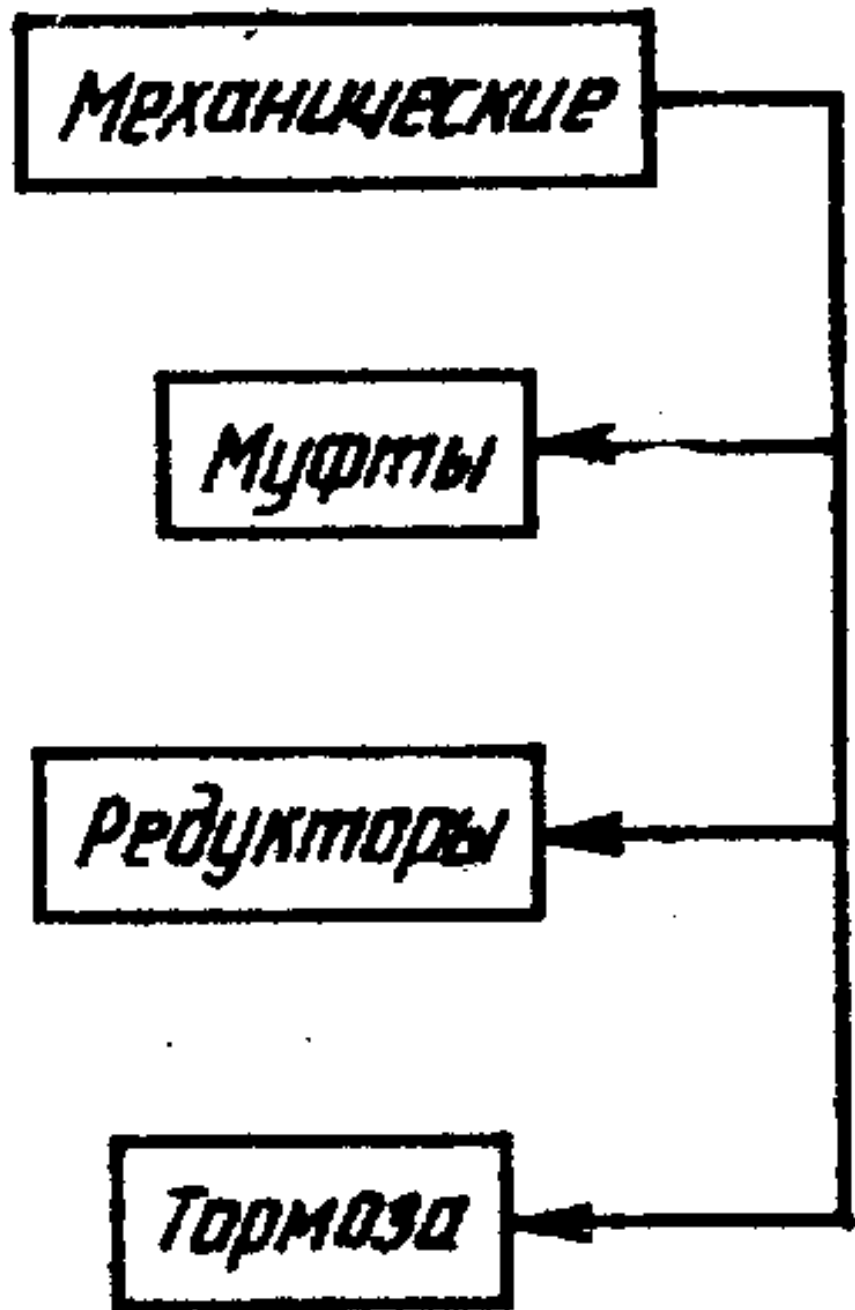
Классификация. По виду
используемой энергии усилители
подразделяются на
электрические, гидравлические,
пневматические, механические и
др.

Классификация усилителей
приведена на рисунке









Полупроводниковые транзисторные усилители отличаются малыми габаритами и весом, дешевизной, большим сроком службы.

Устойчивы к механическим воздействиям, имеют высокий КПД. К недостаткам транзисторных усилителей следует отнести разброс параметров и температурную зависимость. Эти усилители широко распространены в различных устройствах автоматике.

Тиристорные усилители применяются в широком диапазоне тока (от сотен миллиампер до сотен ампер) и напряжения (от десятков до тысяч вольт). Отличаются малыми габаритами и массой, высоким КПД, высокой надежностью, работоспособностью в условиях агрессивных сред, но весьма чувствительны к перегрузкам по току.

Магнитные усилители не имеют подвижных частей, долговечны, нечувствительны к вибрациям и толчкам, нетребовательны к качеству электрической энергии. Мощность на выходе таких усилителей достигает нескольких десятков киловатт. К недостаткам следует отнести инерционность, большие габариты и стоимость.

Диэлектрические усилители применяются как усилители мощности. В основе их работы лежит принцип зависимости параметров некоторых диэлектриков (варикапов и варикондов) от напряженности электрического поля. Параметры этих усилителей зависят от температуры и влажности.

Гидравлические и
пневматические усилители
предназначены для усиления
входных величин по
мощности или давлению и
используются в качестве
исполнительных элементов —
серводвигателей.

Как правило, схемы гидравлических и пневматических усилителей аналогичны. Различаются они в основном по виду рабочего тела (жидкость или сжатый воздух), а также по степени обработки поверхностей и герметизации питающей системы. Надежны, имеют большую выходную мощность, обладают высоким быстродействием.

Механические усилители делят на муфты, редукторы и тормоза, которые представляют собой механические трансформаторы для преобразования усилий, частоты вращения и крутящего момента.

Операционные усилители

Операционным усилителем называют усилитель постоянного тока, предназначенный для работы с глубокой отрицательной обратной связью и выполнения ряда математических операций над входным сигналом (умножение на постоянный коэффициент, суммирование, вычитание, интегрирование, дифференцирование, нелинейное преобразование и т. д.).

Гидравлические и пневматические усилители в большинстве случаев сходны по конструкции и принципу действия. Это объясняется известным сходством физических свойств рабочих агентов, используемых в устройствах этого типа.

Основной принцип управления гидравлическими и пневматическими усилителями — управление с помощью механического перемещения каких-либо элементов потоками жидкости или газа в исполнительных устройствах.

Пневмоусилители, и особенно гидроусилители, отличаются большим коэффициентом усиления, надежностью, простотой и компактностью конструкции. Они могут быть разделены на дроссельные и струйные.

Дроссельные усилители
бывают золотниковые и типа
сопло-заслонка.

Золотниковые усилители.

Основная часть такого усилителя — золотниковая пара, изготавливаемая с высокой точностью, при которой поле допуска не превышает нескольких микрон.

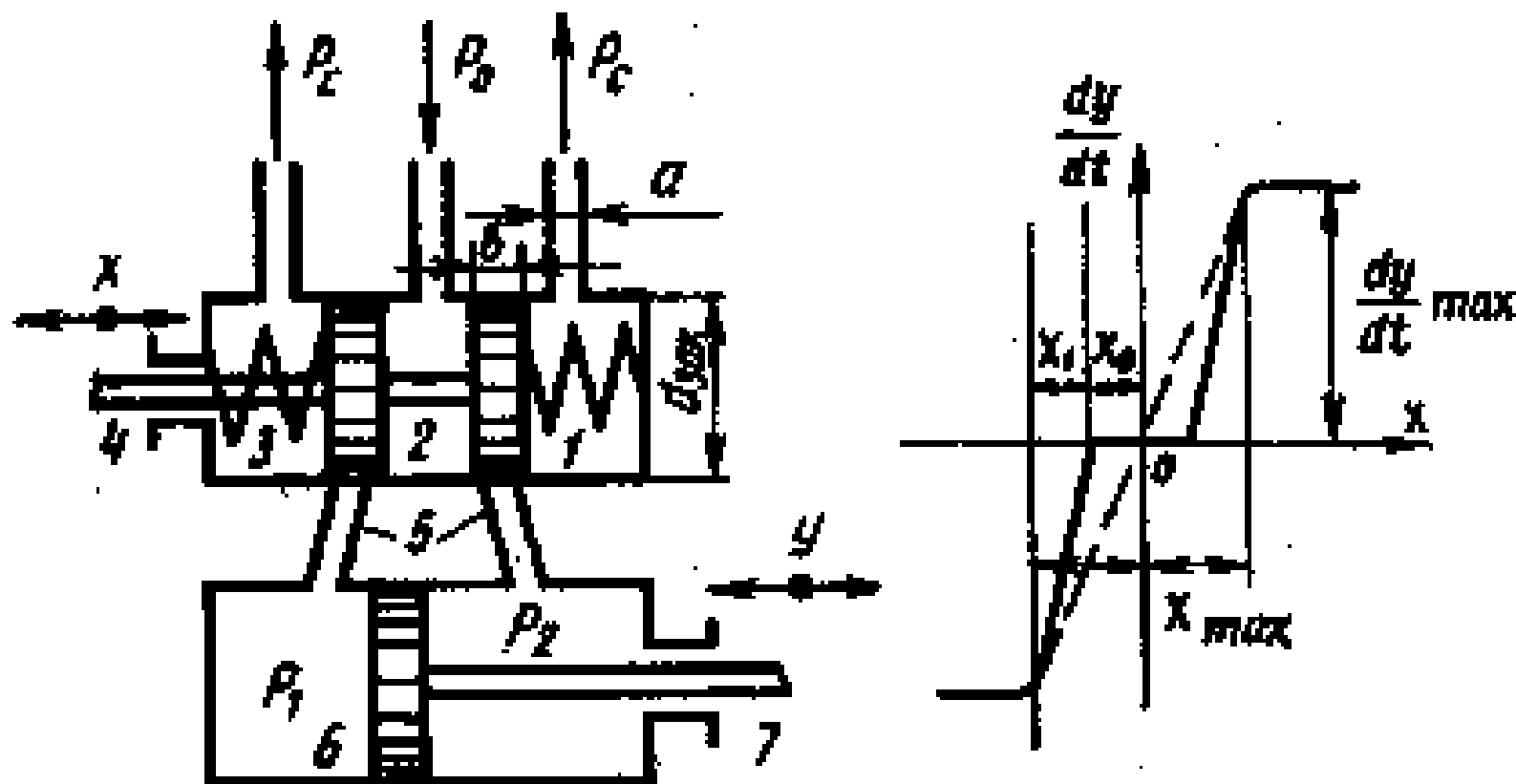


Рис. 5.7. Схема поршневого гидравлического усилителя с золотниковым управлением

Усиление обеспечивается
вспомогательной энергией
жидкости, нагнетаемой
насосом и стабилизируемой
по давлению
гидросопротивлением.

Усилитель типа сопло-заслонка
состоит из дросселя с
постоянным гидравлическим
сопротивлением и дросселя 2 с
переменным гидравлическим
сопротивлением, изменяющимся
в зависимости от положения
заслонки 3 по отношению к соплу
дросселя 2.

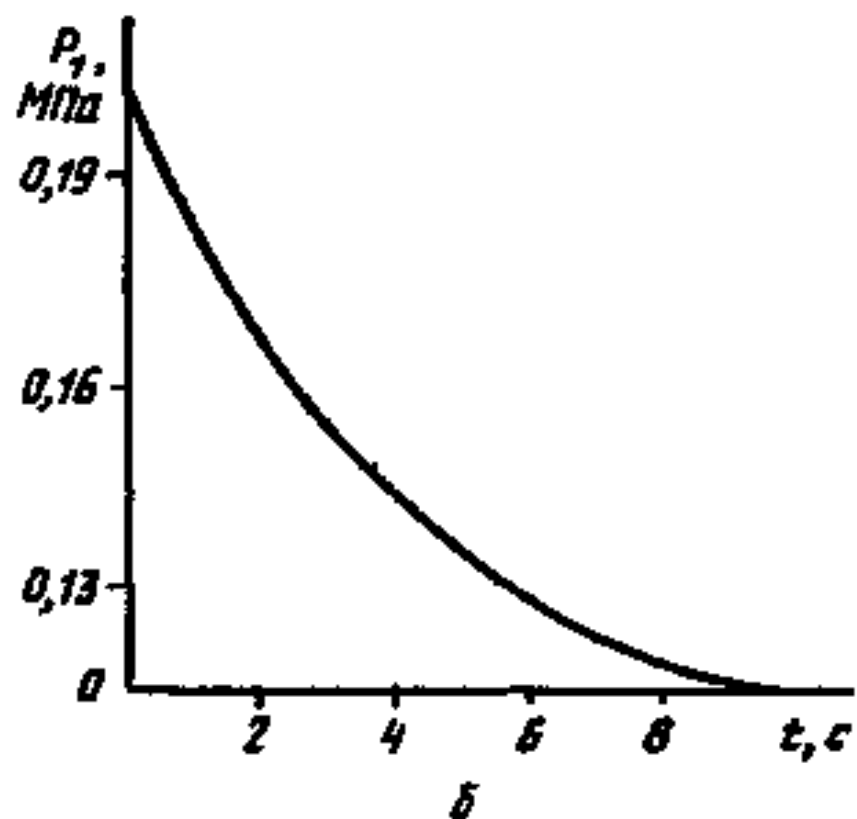
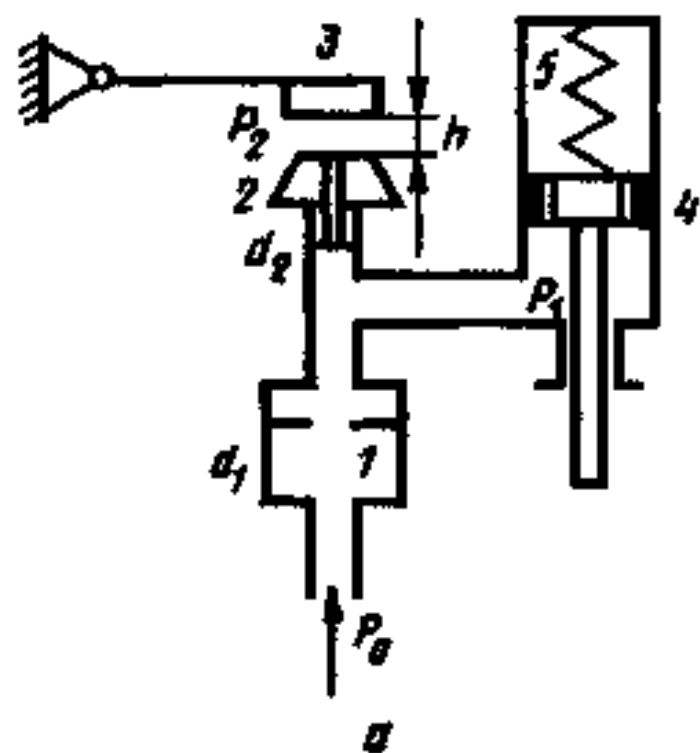


Рис. 5.9. Усилитель типа сопло-заслонка:
 а — схема; б — переходная характеристика

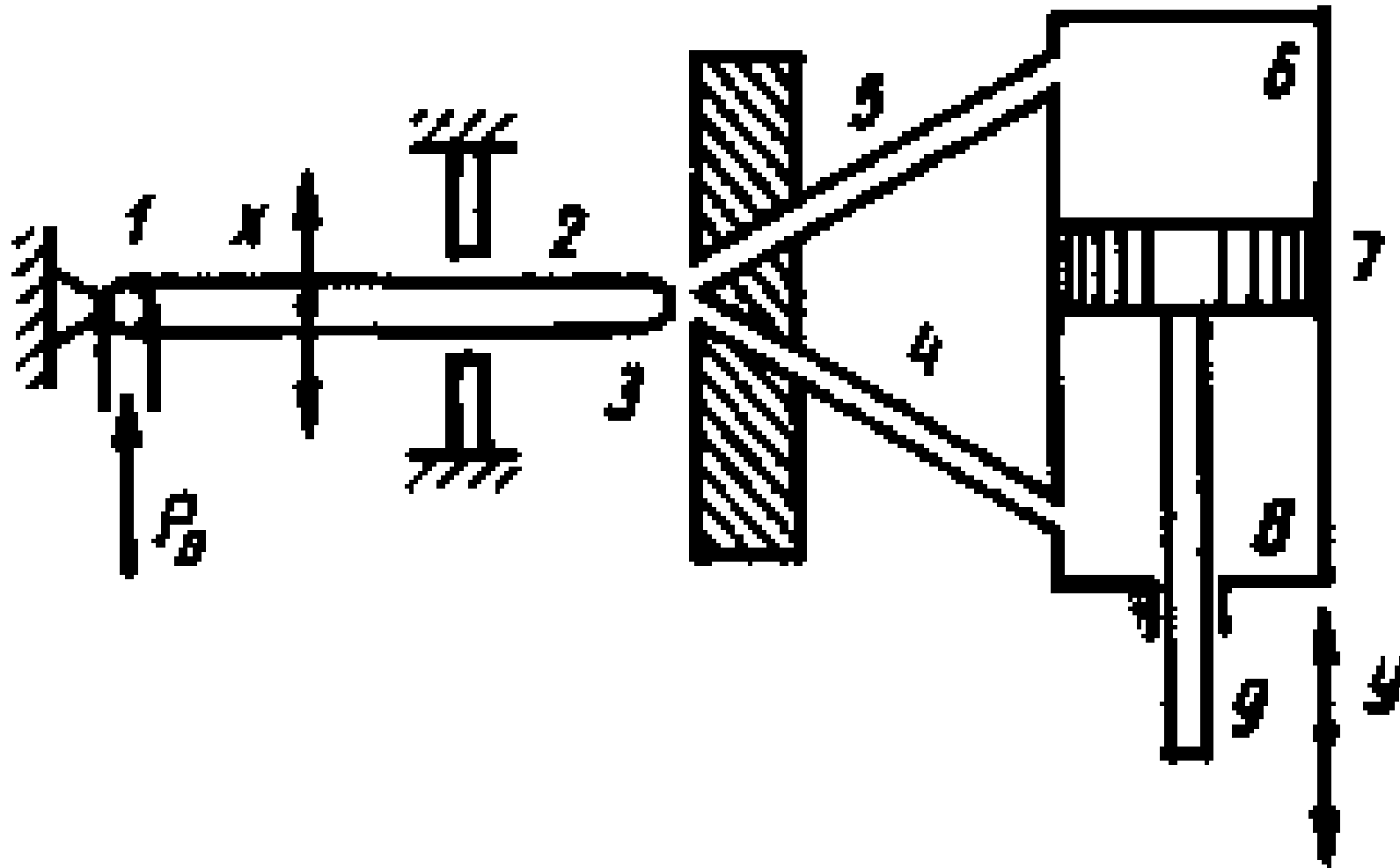


Рис. 5.10. Схема гидравлического усилителя со струйной трубкой

Основное назначение усилителя в
большинстве систем автоматики
— увеличение сигнала,
поступающего от первичных
преобразователей, до уровня
мощности, необходимой для
управления ИМ.

Физическая сущность работы усилителя в САУ будет заключаться в том, что при подаче на вход усилителя сравнительно маломощного сигнала на его выходе появляется сигнал большей мощности, который может управлять передачей энергии от источника к нагрузке, то есть ИМ или другому элементу САУ.

В соответствии с назначением основной показатель усилителя — его коэффициент усиления по

МОЩНОСТИ,

$$K_y = \Delta P_{\text{ВЫХ}} / \Delta P_{\text{ВХ}}$$

где $\Delta P_{\text{ВХ}}$, $\Delta P_{\text{ВЫХ}}$ —

приращение мощности на входе и на выходе усилителя.

Входные величины усилителя в зависимости от его типа — это ток и напряжение, скорость перемещения управляющего элемента и момент сопротивления или расход и давление рабочего тела (в гидравлических и пневматических усилителях). Выходные величины — это ток и напряжение, расход и давление рабочего тела (жидкости, газа) на входе ИМ

Второй основной
показатель усилителя —
быстродействие

При использовании в САУ усилителей с малой инерционностью, например электронных, процесс усиления сигнала произойдет практически мгновенно, то есть передача энергии от источника к нагрузке начнется одновременно с действием управляющего сигнала.

При использовании в САУ инерционных усилителей выходной сигнал требуемой мощности появится с задержкой времени, при этом динамическая характеристика усилителя по выходной координате $y_f(x)$ отражает его реакцию на изменение входного воздействия Δx .

Стабилизаторы

напряжения и тока

Напряжение питающей сети в результате коммутации нагрузки никогда не остается постоянным и может меняться в широких пределах. При коммутации в сети также возникают переходные процессы. Все это сказывается на работоспособности электронной аппаратуры. Из-за изменения напряжения питания могут изменяться: коэффициент усиления усилителя, срок службы, надежность аппаратуры в целом и т.д.

Для обеспечения заданной стабильности напряжения необходим стабилизатор — устройство, поддерживающее на своем выходе заданное значение напряжения с допустимыми колебаниями при изменениях входного напряжения и сопротивления нагрузки.

В отдельных случаях, кроме постоянства питающего напряжения, требуется и постоянство тока.

Для оценки качества работы стабилизаторов вводится понятие коэффициентов стабилизации по напряжению и току:

$$k_{\text{ст}U} = \frac{\Delta U_{\text{ВХ}}}{U_{\text{ВХ.Н}}} : \frac{\Delta U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВЫХ.Н}}};$$

$$k_{\text{ст}I} = \frac{\Delta U_{\text{ВХ}}}{\Delta U_{\text{ВХ.Н}}} : \frac{\Delta I_{\text{ВЫХ}}}{\Delta I_{\text{ВЫХ.Н}}},$$

где $k_{\text{ст.}U}$ — коэффициент стабилизации по напряжению; $k_{\text{ст.}I}$ — коэффициент стабилизации по току; $\Delta U_{\text{вх}} = U_{\text{вх max}} - U_{\text{вх min}}$; $\Delta U_{\text{вых}} = U_{\text{вых max}} - U_{\text{вых min}}$; $\Delta I_{\text{вых}} = I_{\text{вых max}} - I_{\text{вых min}}$; $\Delta U_{\text{вх.н}}$, $U_{\text{вых н}}$, $I_{\text{вых н}}$ — соответственно входное и выходное номинальное напряжения и номинальный выходной ток стабилизатора (ток нагрузки).

Стабилизатор характеризуется
также коэффициентом
сглаживания пульсаций

$$q = \frac{k_{\text{п.вх}}}{k_{\text{п.вых}}} = \frac{U_{\sim \text{м. в.}}}{U_{0\text{ВВ}}} :$$

$$\frac{U_{\sim \text{м. в. в}}}{U_{0\text{ВВЫ}}}$$

Для стабилизаторов переменного тока, в которых важна неискаженная форма выходного напряжения, вводится понятие *коэффициента нелинейных искажений*.

Отношение выходной мощности к входной характеризует КПД стабилизатора, который в зависимости от типа стабилизатора может быть от нескольких процентов до 90%.

Классификация. По мощности стабилизаторы подразделяются на маломощные (до 50 Вт), средней (до 2 кВт) и большой мощности (свыше 2 кВт). По принципу действия — на параметрические, компенсационные и импульсные.

Параметрическими
стабилизаторами называют
стабилизаторы, в которых
стабилизирующее действие
основано на наличии
нелинейного элемента в схеме

Компенсационные стабилизаторы напряжения позволяют получить более высокий коэффициент стабилизации (50...1000) и плавное регулирование выходного напряжения. Они выполняются на электронных лампах или на полупроводниковых приборах.

T

H

E

E

N

D