

3 УСИЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

3.1 Гидравлические усилители.

В качестве источника энергии для усиления сигналов чувствительного элемента используют гидравлические или электрические системы.

Гидравлические усилительные системы автоматических устройств полевых агрегатов могут питаться от гидросистемы трактора или имеют самостоятельную масляную систему.

При питании от гидросистемы роль усилительного устройства выполняет гидрораспределитель. Он усиливает сигнал чувствительного элемента, одновременно преобразовывая его в поток рабочей жидкости, подаваемый насосом системы.

В качестве исполнительных механизмов можно использовать силовые гидроцилиндры или гидромоторы. Они могут быть расположены отдельно от гидрораспределителей или конструктивно объединены в один агрегат.

В системах автоматики сельскохозяйственного производства применяют гидрораспределители с цилиндрическим золотником, со струйной трубкой или типа сопло - заслонка.

На рисунке 3.1 показаны схемы простейших гидрораспределителей с цилиндрическим золотником. Они работают с силовым гидроцилиндром, обеспечивающим прямолинейное возвратно-поступательное движение штока.

Гидроусилитель (рис. 3.1, а) состоит из золотника 1, который управляет потоком масла высокого давления. При смещении штока золотника 1 от среднего положения (например, вниз) нижняя полость цилиндра 4 соединяется каналом 6 с магистралью высокого давления, а верхняя полость - каналом 2 со сливом. Под давлением масла поршень 5 со штоком 3 перемещается вверх. При перемещении золотника 1 вверх от нейтрального положения поршень 5 и шток 3 получают обратное движение. В зависимости от схемы автоматического устройства управление распределителем может быть электрическим или механическим. Гидрорас-

пределитель такого типа называют четырехщелевым, так как при движении его вверх и вниз у него образуется четыре рабочих щели.

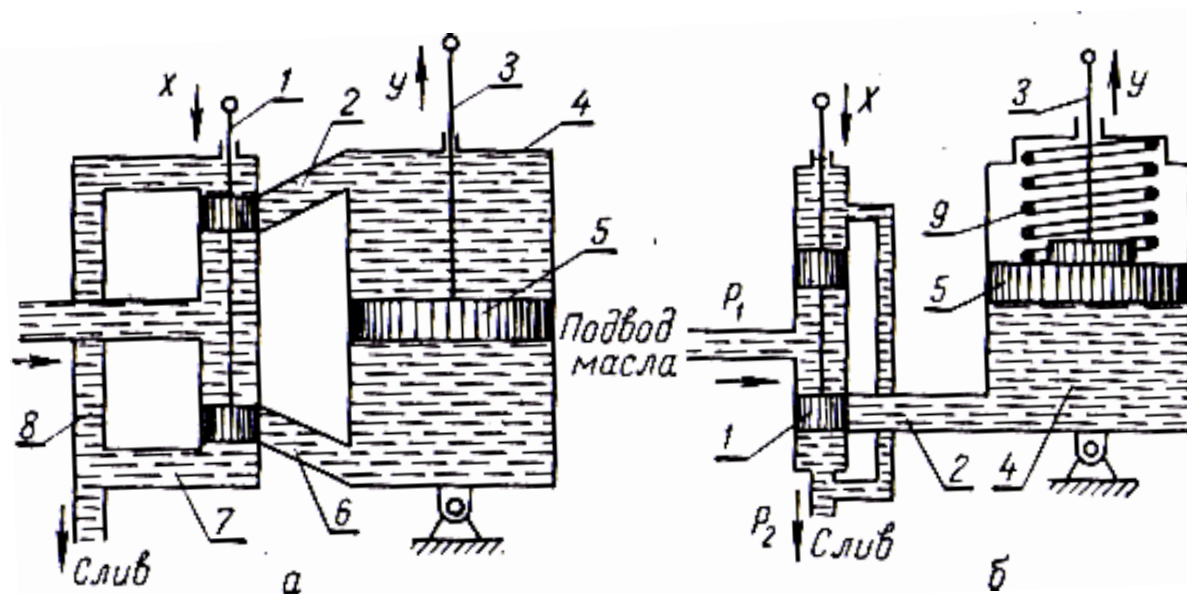


Рис. 3.1- Гидравлические усилители с цилиндрическим золотником гидрораспределителя с исполнительным гидроцилиндром: а - двустороннего действия; б - одностороннего действия; 1- золотник; 2, 6, 7, 8 - каналы; 3 - шток; 4 - гидравлический силовой цилиндр; 5 - поршень; 9 - возвратная пружина.

Описанный механизм обычно называют механизмом двустороннего действия, так как он под действием рабочей жидкости перемещается в обе стороны.

Для упрощения схемы применяют механизмы одностороннего действия (рис. 3.1, б). В этом гидроусилителе масло поступает только в нижнюю полость цилиндра. При смещении золотника 1 вниз от нейтрального положения полость гидроцилиндра соединяется с полостью высокого давления, и поршень 5 перемещается вверх, совершая необходимую работу и одновременно сжимая возвратную пружину 9. При смещении золотника вверх от нейтрального положения полость гидроцилиндра соединяется со сливом, и поршень движется вниз. Этот гидроусилитель при одинаковом давлении рабочей жидкости развивает усилие на штоке почти вдвое меньшее, чем гидроусилитель двустороннего действия. Он называется двухщелевым, так как золотник здесь управляет только двумя щелями.

Верхний поясок золотника является лишь разгрузочным, он уравнивает действие на золотник высокого давления P_1 .

На рисунке 3,2 а показан гидравлический усилитель со струйной трубкой. В корпусе усилителя расположена струйная трубка 3 с конической насадкой. С одной стороны в струйную трубку, упирается пружина 1, начальное натяжение которой можно изменить винтом 2, с другой стороны толкатель 12, соединенный с чувствительным элементом перемещений или иным управляющим элементом. Струйная трубка может поворачиваться на небольшой угол вокруг оси О, перпендикулярной к плоскости рисунка. Против конической насадки трубки расположена плитка с двумя приемными соплами 10, входные окна которых лежат в плоскости вращения трубки. Выходной конический насадок окружен цилиндрическим колпачком 11. Струйная трубка сообщается трубопроводом с источником питания (насосом). Приемные конические расширяющиеся каналы (сопла) соединены трубопроводами 5 и 9 с полостями силового гидроцилиндра 7. Корпус усилителя имеет выход рабочей жидкости на слив.

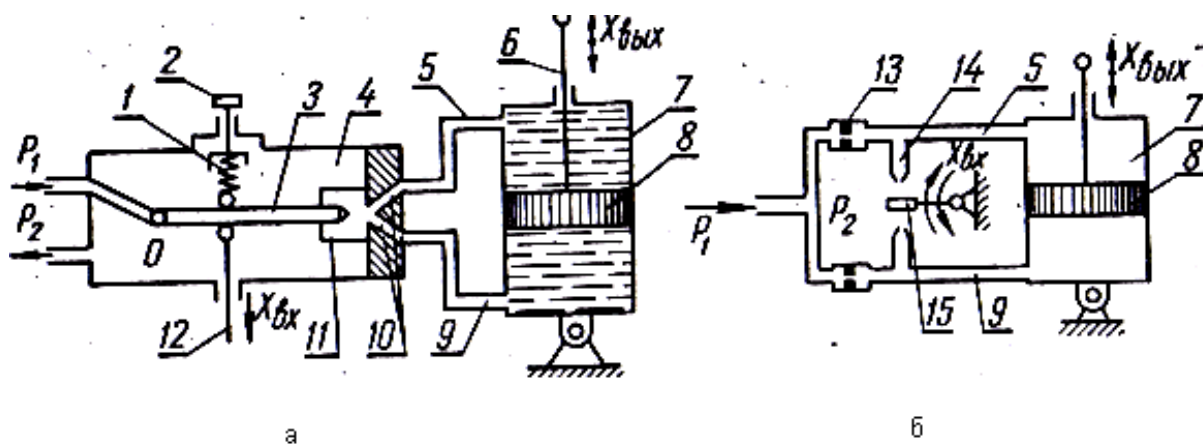


Рис. 3.2 - Гидравлические усилители:

а - со струйной трубкой; б - типа сопло - заслонка; 1 - пружина; 2 - регулировочный винт; 3 - струйная трубка; 4 - корпус усилителя; 5, 9 - каналы; 6 - шток; 7 - цилиндр; 8 - поршень; 10 - приемные сопла; 11 - цилиндрический колпачок; 12 - толкатель; 13 - дроссель постоянного сечения; 14 - сопла; 15 - заслонка.

Расстояние между входными окнами приемных каналов невелико и

обычно равно 0,2-0,5 мм, диаметр входных окон 2,0-2,5 мм. Длина струйной трубки 150-170 мм, диаметр ее 5,0-6,0 мм. Диаметр выходного сечения струйной трубки (конического насадка) 1,8-2,0 мм, а перемещение его 1,5-2,0 мм от среднего положения.

Принцип действия такого гидравлического усилителя основан на преобразовании кинетической энергии движущейся массы жидкости в потенциальную энергию давления. Рабочая жидкость под давлением 6,0-8,0 бар подается в струйную трубку 3. В коническом насадке трубки происходит увеличение скорости потока, что приводит к увеличению запаса кинетической энергии. При среднем (нейтральном) положении трубки струя рабочей жидкости одинаково перекрывает оба входных окна, создает в приемных соплах равные давления и поршень 8 гидроцилиндра не движется. Чувствительный элемент отклоняет трубку от среднего положения, в одном из приемных сопел давление возрастает, а в другом падает. Под действием разности давлений поршень гидроцилиндра перемещается, совершая необходимую работу.

На рисунке 3.2, б показан гидравлический усилитель типа сопло — заслонка. Он состоит из двух дросселей постоянного сечения 13, двух сопел 14 и заслонки 15, расположенной между соплами. Полости сопел связаны каналами 5 и 9 с полостями исполнительного гидравлического цилиндра 7.

Если заслонка 3 расположена точно посередине между соплами, истечение жидкости через оба сопла одинаково, в обеих полостях исполнительного гидроцилиндра устанавливается одинаковое давление и поршень 5 не перемещается. Если под действием чувствительного элемента заслонка 15 перемещается из среднего положения, то утечка жидкости через сопло, к которому она приблизилась, уменьшается, а давление в полости этого сопла и в соответствующей полости гидроцилиндра возрастает. В противоположном сопле, наоборот, вытекание жидкости через сопло возрастает, а давление в его полости понижается. Под действием разности давлений происходит перемещение поршня гидроцилиндра.

Все описанные выше типы гидроусилителей по количеству ступеней

усиления называются одно каскадными.

В некоторых случаях гидравлические усилительные механизмы должны иметь большую выходную мощность. Для этого через распределительный золотник приходится пропускать значительные потоки рабочей жидкости с повышенным давлением. Усилия, прилагаемые к золотнику, возрастают, чувствительность системы снижается.

В то же время многие усилительные механизмы должны иметь минимальный собственный вес и размеры, высокую чувствительность, быстродействие, создавать минимальную нагрузку на датчик.

Для получения большой мощности на выходе при высокой чувствительности и минимальном усилии управления применяют гидравлические усилители, с двумя или несколькими каскадами (ступенями) усиления, чаще всего двух каскадные.

Связанный с чувствительным элементом системы автоматики усилитель первого каскада с ограниченным расходом и малым давлением рабочей жидкости приводит в действие усилитель второго каскада с большим расходом и высоким давлением рабочей жидкости.

Двухкаскадные усилители могут быть конструктивно однородными (например, двойной золотник) и различными (например, сопло - заслонка, золотник).

На рисунке 3.3, а показана принципиальная схема двух каскадного усилителя - двойной золотник. Датчик связан с управляющим золотником 1. Когда он находится в среднем положении, рабочая жидкость, подводимая к нему от гидросистемы, через дроссель 3 по каналам 4 и 6 заполняет обе рабочие камеры 7 и 11 распределительного золотника 10. Одновременно через выпускные окна 2 и 5 жидкость протекает на слив. При этом давление в камерах 7 и 11 равно и распределительный золотник 10 возвратными пружинами 8 устанавливается в среднее (нейтральное) положение. Точность установки золотника в это положение обеспечивается отсутствием воздействия одной пружины на другую, так как ход пружин ограничен шайбами 9, упирающимися в выточ-

ку на корпусе.

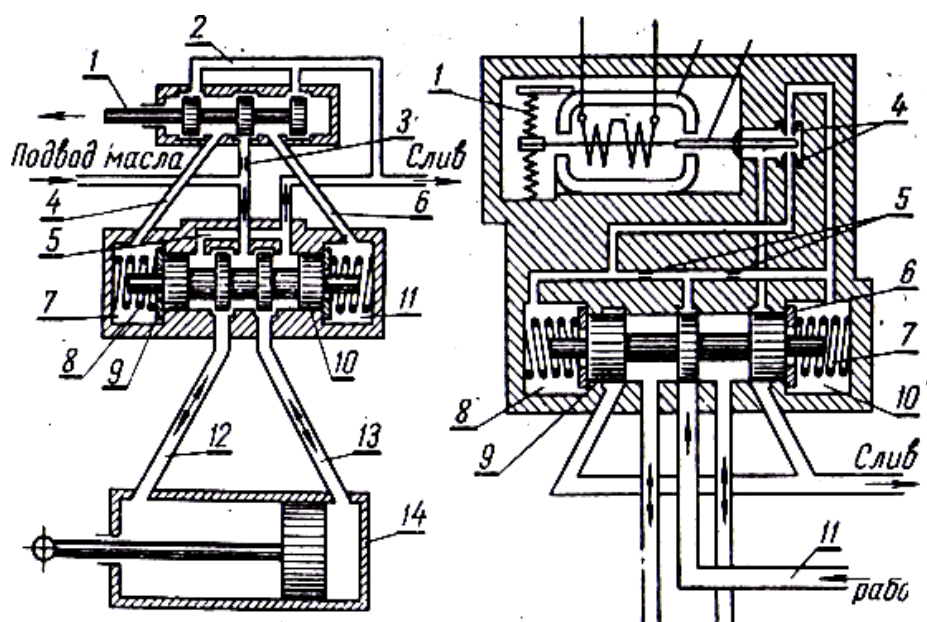


Рис. 3.3 - Принципиальные схемы двухкаскадного гидравлического усилителя:

а - двойной золотник; 1 - управляющий золотник; 2, 4, 5, 5, 12, 13 - каналы; 3 - дроссель; 7, 11 - рабочие камеры распределительного золотника; 8 - возвратные пружины; 9 - ограничительная шайба; 10 - распределительный золотник; 14 - силовой гидроцилиндр; б - сопло-заслонка и золотник; 1 - пружина; 2 - электромагнит; 3 - управляющая заслонка; 4 - сопла; 5 - дроссели; 6 - шайба; 7 - пружины; 8, 10 - камеры золотника; 9 - распределительный золотник; 11 - масло подводящий канал.

При перемещении управляющего золотника, например, влево, полость камеры 7 соединяется со сливной полостью, а полость камеры 11 - с магистралью высокого давления. Под действием этого давления распределительный золотник 10 перемещается в левую сторону. Суммарная жесткость пружин 8, перепад давлений в камерах 7 и 11, а следовательно, и смещение управляющего золотника 1 со среднего положения обуславливают перемещение распределительного золотника.

При смещении распределительного золотника влево рабочая жидкость попадает по каналу 1 - в левую полость силового гидроцилиндра 14, а правая по-

лость гидроцилиндра каналом 13 соединяется со сливом. Под действием рабочей жидкости поршень гидроцилиндра перемещается вправо. При смещении управляющего золотника вправо распределительный золотник также смещается вправо, а поршень силового гидроцилиндра влево.

У двухкаскадного гидроусилителя первый каскад выполнен по схеме сопло заслонка (рис.3.3, б). Гидроусилителем управляет электромагнит 2. Рабочая жидкость из напорной магистрали по каналу 11 подводится к распределительному золотнику 9 и одновременно через дроссели 5 к системе управления - соплам 4, разделенным управляющей заслонкой 3. Если сигнал от датчика отсутствует, заслонка 3 под действием пружин 1 занимает среднее положение. Давление в камерах 8 и 10 распределительного золотника при этом одинаковое, и золотник под действием пружин 7 занимает среднее нейтральное положение.

При появлении сигнала от датчика заслонка 3 смещается и соотношение зазоров между соплами и заслонкой изменяется. Одновременно изменяется давление в камерах 8 и 10, в одной увеличивается, в другой уменьшается. Под действием разности давлений золотник перемещается на величину, определяемую перепадом давления и суммарной жесткостью пружин 7. При перемещении золотника рабочая жидкость поступает к силовому гидроцилиндру и его поршень совершает рабочий ход.

3.2 Электрические усилители

В системах электро автоматике большое распространение получили электрические реле. Реле срабатывает от сравнительно слабого сигнала, но включает при этом электрическую цепь, по которому проходит ток значительной величины. Это - промежуточное звено между цепью слабого тока и цепью значительно большей мощности. При действии на реле электрического сигнала чувствительного элемента системы автоматики они в основном приводят в действие одну или несколько управляемых электрических цепей.

Наиболее распространены электромагнитные реле (рис. 3.4).

Принцип их действия базируется на притягивании стального якоря 1 к сердечнику 3 электромагнита, по обмотке 4 которого пропускают управляющий электрический ток. Если тока в управляющей цепи нет, якорь оттягивается от сердечника возвратной пружиной 6. Когда управляющий сигнал замыкает электрическую цепь катушки, создаваемый ею магнитный поток проходит через сердечник, ярмо 5, якорь и воздушный зазор б между якорем и сердечником. При этом создается усилие, которое притягивает якорь к сердечнику, и контакты 2 цепи, ведущей к исполнительному органу, замыкаются.

Такие реле называются нейтральными электромагнитными реле.

В системах автоматики применяют также поляризованные электромагнитные реле. Преимущество их в том, что направление перемещения якоря зависит от полярности подаваемого на обмотку напряжения и поляризованные реле являются реверсивными элементами. Это особенно ценно при использовании реле в системах автоматического регулирования, когда знак подаваемого напряжения определяется знаком рассогласования.

Эту реверсивность создает вспомогательный источник энергии (магнит или электромагнит), поляризующий магнитную систему.

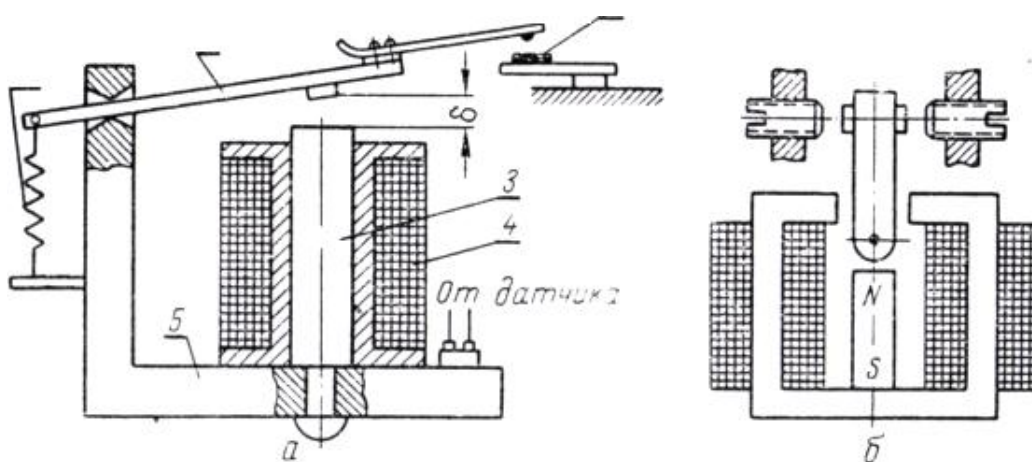


Рис.3.4 - Электромагнитные реле:

а - нейтральное: б - поляризованное; 1 - якорь; 2 - контакты исполнительной цепи; 3 - сердечник электромагнита; 4 - обмотка катушки; 5 - ярмо; 6 - возвратная пружина.

Для управления такими реле требуется небольшая мощность.

Поляризованное реле, (показанное на рисунке 3.4, б) имеет два симметричных магнитных контура. Подвижная система (якорь) располагается в общей ветви и реагирует на разность усилий, созданных потоками каждого из магнитных контуров. Если тока в обмотке нет, на якорь действует только поток постоянного магнита.

Обмотки подключаются к источнику питания так, что направление потока в одной половине зазора совпадает с направлением потока постоянного магнита, а в другой не совпадает. Под действием суммарного усилия якорь перемещается к одному из полюсов. При изменении направления тока якорь переместится к другому полюсу.

Эти электромагнитные реле имеют существенные недостатки, в первую очередь некоторое запаздывание срабатывания, обусловленное наличием подвижных инерционных масс, и ограниченное число переключений в единицу времени.

В последнее время в системах автоматики при управлении быстро протекающими процессами, требующими большой точности момента срабатывания или большой частоты срабатывания, применяют бесконтактные электронные реле. Их электрическая цепь имеет только два состояния равновесия. Поэтому при подаче небольших управляющих напряжений величина напряжения в цепи резко переходит из одного равновесного состояния в другое, что аналогично замыканию или размыканию контактов электромагнитного реле.

В связи с отсутствием подвижных деталей такие реле практически безинерционные и обеспечивают любую частоту срабатываний в единицу времени. Для управления такими реле требуется небольшая мощность (10^{-6} - 10^{-9} Вт). На выходе реле может быть получена мощность до 1 Вт. Для скачкообразного перехода из одного состояния в другое в схеме (рис. 3.5) должны быть нелинейные элементы. В данном случае это два триода (лампы) Л1 и Л2. Действие схемы основано на том, что в каждый данный момент анодный ток может протекать только через одну лампу.

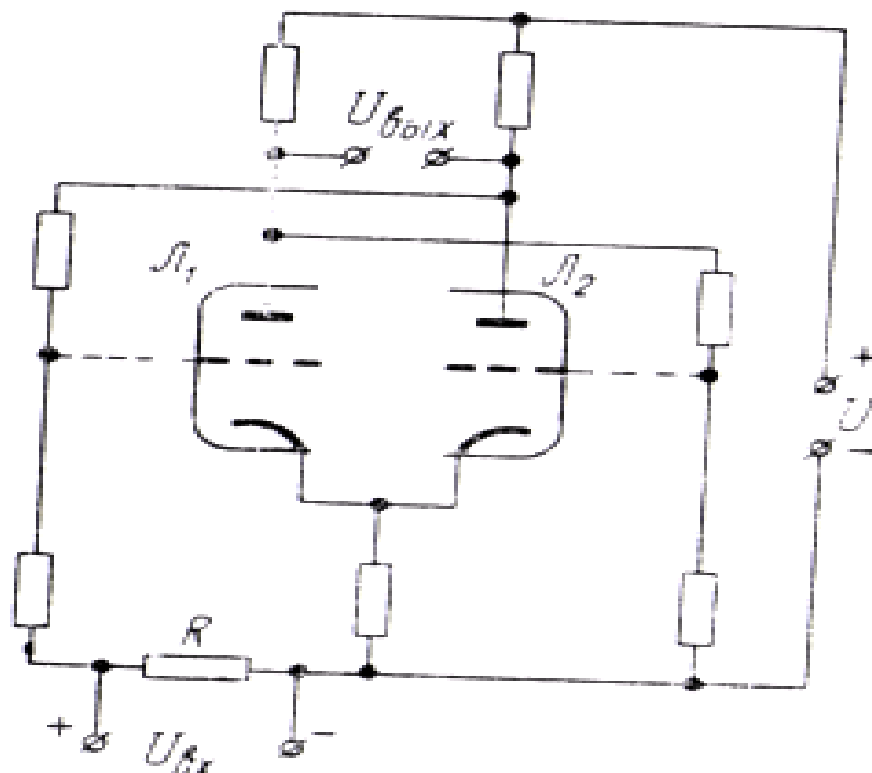


Рис. 3.5 - Схема бесконтактного электронного реле.

Если подать на сопротивление R напряжение сигнала $U_{вх}$ такой полярности, чтобы оно добавлялось к напряжению питания U , лампа Л1, окажется открытой, а лампа Л2 - закрытой. Если же на вход системы подать ток другой полярности, произойдет обратный скачок тока. Такое реле работает аналогично поляризованному.

Фотореле предназначено для подачи сигнальных импульсов при изменении окружающей освещенности. В сельском хозяйстве такие реле используют для автоматического включения дополнительного освещения птицеферм, перевода обогрева парников и теплиц на дневной или ночной режим и т. д.

В качестве датчиков используют фотоэлементы. Различают фотоэлементы: с внешним фотоэффектом (вакуумные и газонаполненные), с внутренним фотоэффектом (фотосопротивления), фотодиоды и фототриоды. В сельскохозяйственном производстве наиболее распространены фотоэлементы с внутренним и внешним фотоэффектом.

Фотосопротивление - это полупроводниковый прибор, уменьшающий свое электрическое сопротивление под действием лучистого потока. Ток через фотосопротивление может проходить в любом направлении.

Действие фотоэлемента с внешним фотоэффектом основано на том, что при попадании на его поверхность света в окружающее пространство вылетают электроны.

Фотоэлементы обладают большой чувствительностью, но абсолютные значения получаемых от них фототоков обычно очень незначительны. В связи с этим в автоматических системах обычно используют фотоэлектронные реле, представляющие собой комбинацию фотоэлемента с усилительной электронной лампой, в анодную цепь которой включается обмотка электромагнитного реле с большим сопротивлением.

Магнитный усилитель (рис. 3.6) состоит из двух дросселей I и II, которые подмагничиваются постоянным током. Магнитная проницаемость ферромагнитных материалов при переменном токе зависит от величины подмагничивающего действия постоянного тока. Обмотки 1 и 2 переменного тока обоих дросселей намотаны на оба сердечника так, что направления переменных магнитных потоков во внутренних сердечниках противоположны. Поэтому электродвижущие силы, индуцированные в обмотке 3 постоянного тока переменными магнитными потоками Φ , взаимно компенсируются.

Выходная величина магнитного усилителя -напряжение U обмотки 3 постоянного тока. Эта обмотка называется управляющей, или подмагничивающей. Выходная величина магнитного усилителя переменный ток в обмотках 1, 2 и в нагрузочном сопротивлении R_H .

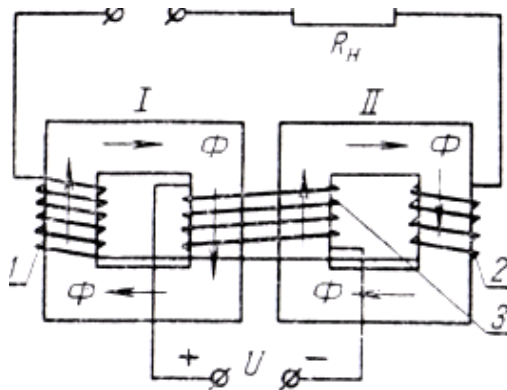


Рис. 3.6 - Схема магнитного усилителя:

1, 2 — обмотки переменного тока 3 — обмотка постоянного тока.

Протекающий по обмотке управления постоянный ток меняет насыщение сердечника. С увеличением силы тока уменьшается магнитная проницаемость и реактивное сопротивление катушек 1 и 2, а величина тока I растет.

Электромагнитный усилитель представляет собой генератор постоянного тока, приводимый во вращение каким-либо двигателем. Индуцируемая в обмотке якоря генератора электродвижущая сила пропорциональна величине магнитной индукции и числу оборотов машины. Меняя магнитное поле электромагнитов статора, можно в широких пределах изменять величину электродвижущей силы, а следовательно, и мощности, отдаваемой генератором во внешнюю цепь.

В электромашинном усилителе ток от чувствительного элемента (датчика) подводится к обмотке возбуждения, создавая определенную величину магнитного поля статора. Мощность, отдаваемая генератором, пропорциональна магнитному полю статора. Электромашинные усилители дают коэффициент усиления до 1000.