

4 ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Исполнительные элементы обычно представляют собой конечные звенья автоматических устройств. На объект управления они воздействуют или непосредственно, или через какой-либо регулирующий орган машины — рулевое управление трактора, вариатор скорости комбайна, электроподогревательный элемент системы водоподогрева. Исполнительные элементы автоматических устройств сельскохозяйственного производства разделяются на гидравлические, электрические, механические и комбинированные.

4.1 Гидравлические исполнительные элементы

Исполнительный элемент гидравлического типа для получения прямолинейного движения - обычный силовой гидроцилиндр. У гидроусилителей двустороннего действия при подаче рабочей жидкости в полость, где расположен шток поршня, скорость перемещения больше, а максимальное усилие меньше; при подаче рабочей жидкости в противоположную полость скорость перемещения поршня, наоборот, уменьшается, а максимальное усилие увеличивается.

В некоторых случаях необходимо использовать гидравлические исполнительные механизмы с вращательным движением выходного вала. Они бывают двух типов - однолопастные (рис.4.1, а) и двухлопастные (рис. 4.1, б)

При подаче масла в одну из лопастей такого механизма жидкость давит на лопасть 2, отчего происходит поворот выходного вала 1. Полости уплотняют пластинами 3, которые поджимаются к внутренней поверхности цилиндра пружинами 4.

Однолопастный гидроусилитель дает сравнительно большие углы поворота выходного вала (до 270°), но подшипники вала воспринимают значительные усилия, которые приводят к быстрому срабатыванию. Этот недостаток устранен в двухлопастном гидроусилителе. Однако угол поворота в нем примерно в два раза меньше.

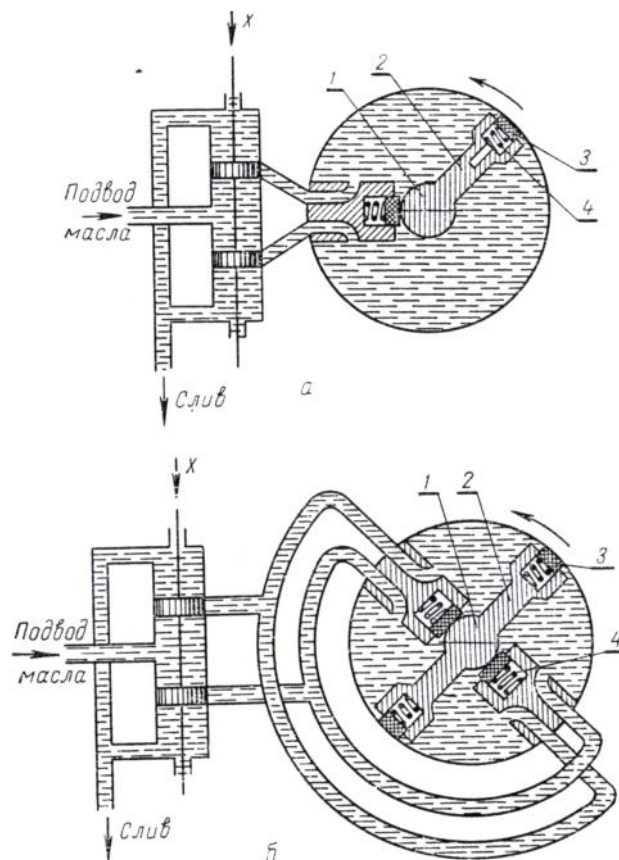


Рис.4.1- Гидравлический исполнительный механизм с вращающимся поршнем:
 а - однолопастной; б - двухлопастной; 1 - силовой вал; 2 - лопасть; 3 - уплотняющая
 пластина; 4 - пружина.

4.2 Электрические исполнительные элементы

Наибольшее распространение в качестве исполнительных элементов автоматики получили электромагниты. Они весьма разнообразны по конструкции (рис.4.2), но всегда включают неподвижный стальной магнитопровод 1 с расположенной в нем обмоткой 2 и подвижный якорь 3. Протекающий по обмотке ток создает магнитный поток Φ , замыкающийся через воздушный зазор 6 и якорь. Сила, с которой притягивается якорь, определяется известной из теории электромагнитного поля формулой Максвелла. У электромагнитов постоянного тока с увеличением воздушного зазора резко уменьшаются тяговые усилия. Это характерно для электромагнитов, приведенных на схеме (рис. 4.2, а, б, в). В них тяговое усилие обратно пропорционально квадрату воздушного зазора между магнитопроводом и якорем. Для больших перемещений такие электромагниты будут иметь значительные габариты и по-

треблять большой ток. Чтобы сделать тяговые характеристики более пологими, применяют специальные формы магнитной системы с цилиндрическим якорем (рис. 4.2, г).

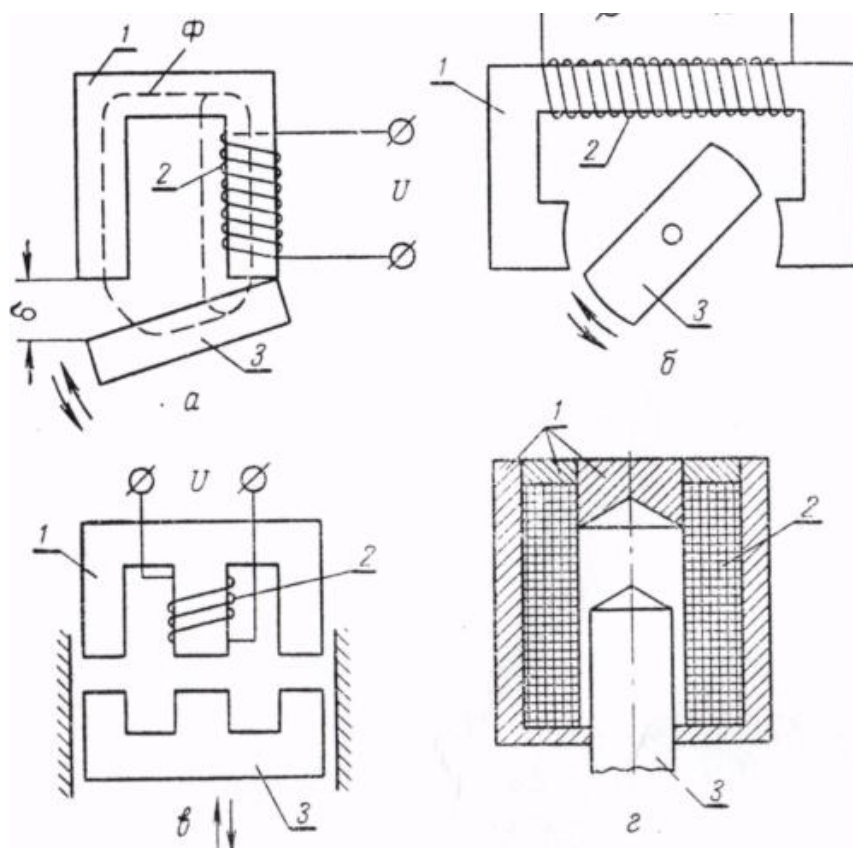


Рисунок 4.2 – Формы электромагнитов исполнительных механизмов.

а- клапанный; б- поворотный уравновешенный; в- прямоходный; г- с цилиндрическим якорем. 1- магнитопровод; 2-обмотка; 3-якорь.

Своеобразным электромагнитным механизмом является устройство сцепления в так называемых магнитодиэлектрических муфтах.

Релейные исполнительные элементы (реле) широко применяются в автоматических системах. Наибольшее распространение получили контактные электрические реле, реагирующие на различные электрические параметры.

К основным параметрам, характеризующим работу реле, относятся следующие:

Параметр срабатывания – минимальное значение входного сигнала, при котором реле действует (срабатывает). Этот параметр характеризует чувствительность реле. Например, у таковых реле параметр срабатывания составляет от

десятков микроампер до десятков ампер.

Параметр отпускания – максимальное значение входного сигнала, при котором реле возвращается в исходное положение.

Коэффициент возврата – представляет собой отношение параметра отпускания и срабатывания. У электрических реле он всегда меньше единицы (от 0,4 у электромагнитных, до 0,99 у электронных).

Рабочий параметр – наибольшее значение входной величины, при котором реле длительно находится во включенном состоянии и работает нормально (воспринимающий элемент не перегревается).

Срок службы – допустимое значение срабатываний реле (для различных реле число срабатываний может составлять от нескольких тысяч до нескольких десятков миллионов).

Электромагнитное реле – типичный и наиболее распространенный вид электрических реле. На рисунке 4.3, а. в качестве примера показано устройство реле клапанного типа. В электромагнитную систему реле входят скоба 1, сердечник 2, полюсный наконечник 3, якорь 4 и втягивающая катушка 5. Якорь и сердечник изготовлены из магнитомягкого материала. Когда по обмотке реле протекает ток, якорь притягивается к сердечнику, поворачивается относительно призмы 6 и действует на замыкание контактов 7. При исчезновении тока якорь и контакты возвращаются в исходное положение усилием пружины 8. Наконечник 3 сделан из немагнитного материала (латунь или медь), чтобы под влиянием остаточного магнитного потока якорь после отключения тока не оставался притянутым к сердечнику. Электромагнитные реле могут быть постоянного и переменного тока промышленной и высокой частоты. Реле постоянного тока делятся на нейтральные и поляризованные. У нейтральных реле воспринимающий орган одинаково реагирует на постоянный ток независимо от его полярности, а у поляризованных полярность сигнала влияет на направление действующего на якорь усилия.

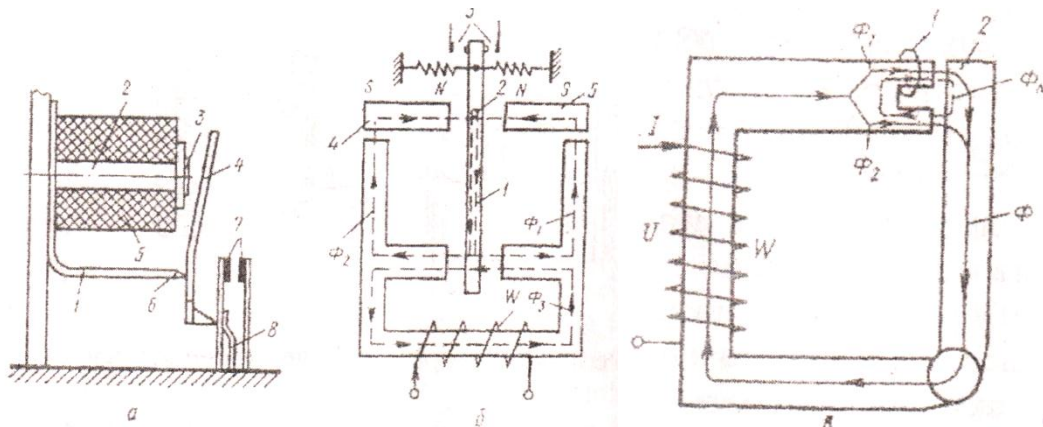


Рисунок 4.3- Схемы конструкций реле: а – клапанного типа; б – поляризованного реле; в – переменного тока.

Принцип действия поляризованных реле иллюстрируется рисунком. Если тока в рабочей обмотке W нет, то якорь 1 находится в нейтральном положении, потому что магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 создаваемые постоянными магнитами, равны и противоположны. Контактная группа 3 будет находиться в разомкнутом состоянии. При подаче в рабочую обмотку тока той или иной полярности возникает поток Φ_3 , который накладывается на потоки Φ_1 и Φ_2 (с одним суммируется, а из другого вычитается). Равновесие нарушается, якорь 1 притягивается к магниту 4 или 5 и, поворачиваясь на оси 2, замыкает левую или правую пару контактов 3. Для создания потоков Φ_1 и Φ_2 могут быть использованы электромагниты. У электромагнитных реле переменного тока сердечник набирается из листовой трансформаторной стали с целью уменьшения потерь на вихревые токи. Для устранения вибрации контактов, вызываемой периодическим изменением значения и направления синусоидального тока, а следовательно, и усилия, создаваемого его магнитным полем, на торец электромагнита насаживается медный короткозамкнутый виток (рис.4.3,в). Магнитный поток Φ делится на два составляющих потока Φ_1 и Φ_2 . Поток Φ_1 наводит в короткозамкнутом витке ток, магнитный поток Φ_K которого суммируется с потоком Φ_1 и вычитается из потока Φ_2 (геометрически). В результате получаются потоки Φ_1 и Φ_2 , сдвинутые один относительно другого на угол φ . Каждый из потоков создает тяговое усилие, а их результирующее усилие будет иметь тем меньше пульсаций, чем больше угол φ .

Реле с магнитоуправляемыми контактами, называемые также **герконами** (герметизированные контакты), представляют собой стеклянную ампулу (рис.4.4), из которой выкачан воздух - *вакуумные герконы*, или заполненную инертным газом (азотом, аргон) - *газонаполненные герконы*. В ампулу впаяны тонкие упругие ферромагнитные пластинки (электроды 2), выполняющие одновременно роль контактов, упругих элементов и части магнитопровода. На пластины герконов наносят покрытия из хорошо проводящих материалов (серебра, золота, радия). Ток, протекающий по катушке 3, при подаче сигнала на вход реле, создает магнитный поток, замыкающийся внутри катушки по пластинкам, которые намагничиваются и приобретают противоположную полярность.

Между пластинками возникают силы притяжения, которые замыкаются, и на выходе появляется сигнал. При снятии входного сигнала пластины возвращаются в исходное положение. Промышленность выпускает ряд типов герконов (КЭМ-1, КЭМ-2, КЭМ-3, МК4, МКВ, МКП, МУК, МУП, МКО и др.) с размерами ампулы: длиной 20 ... 50 мм и диаметром несколько миллиметров. Намагничивающая сила колеблется от 25А (для МКО) до 250А (для МКП), время срабатывания 50...2500_{мкс}, коммутируемый ток до 1,0А и более при напряжении до 50...60В, число срабатываний $10^6 \dots 10^9$, сопротивление контактного перехода 0,05...0,2Ом выпускаются различные типы реле с герконами: РЭС 42 – с одним контактом КЭМ – 2; РЭС 43 – с двумя кантатами КЭМ – 2; РЭС 44 – с тремя контактами КЭМ – 2 и др.

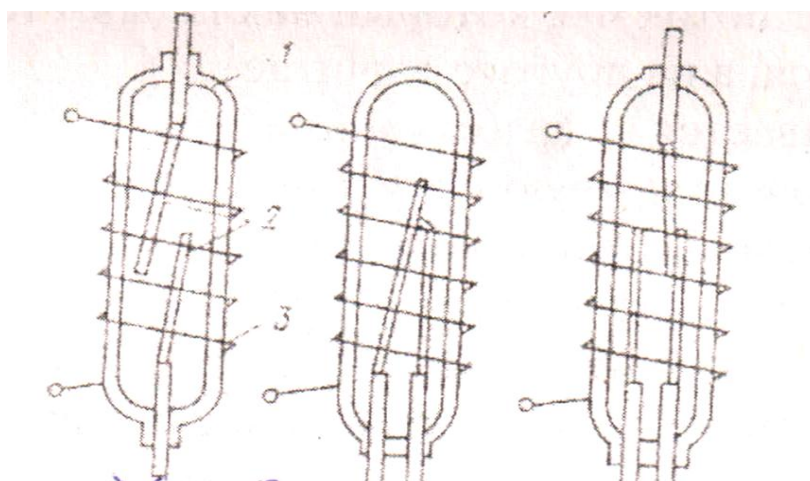


Рисунок 4.4 – Геркон (герметизированный контакт).

Реле времени представляют собой устройства, конструкция которых содержит специальный узел, обеспечивающий задержку появления (исчезновения) выходного сигнала после подачи (снятия) входного. Выдержки времени до 5 с можно получать посредством несложных схемных решений, которые позволяют замедлить нарастание или спадание токов в обмотках электромагнитных реле постоянного тока. Для этого, как показано на рисунке 4.5, параллельно обмотке реле можно включить резистор (а), полупроводниковый диод (б), конденсатор (в) или использовать короткозамкнутый виток. Шунтирование обмотки реле резистором или диодом (рис.4.5,а,б) позволяет после отключения ключа 5 поддерживать протекание тока по обмотке в прежнем направлении за счет ЭДС самоиндукции, возникающей в обмотке. Подбором емкости конденсатора C и сопротивления R можно в широких пределах менять продолжительность времени задержки срабатывания реле (рис.4.5,в).

Для создания выдержки времени больших размеров широко применяют *электромагнитные реле времени* с электромагнитным, пневматическим и различными механическими замедлениями, устройств пристраиваемых к реле, электронные (полупроводниковые), моторные и др.

В реле времени постоянного тока с *электромагнитной задержкой* задержка в срабатывании или отпуске создается электромагнитным демпфированием, осуществляемым специальной короткозамкнутой обмоткой или гильзой из меди, латуни или алюминия, размещенной на магнитопроводе реле. Эти реле просты и надежны, выдержка времени составляет 0,15 ... 10 с и зависит от толщины немагнитной прокладки между якорем и сердечником и натяжения пружины. Недостатки реле – большие габариты и небольшой диапазон выдержек времени. В электромагнитном реле времени с *пневматической задержкой* задержка создается пневматическим механизмом, пристроенным к приводному механизму электромагнитного типа. Реле типа РВП-72 имеет выдержку времени 0,2...180 с. Оно рассчитано на переменное напряжение 127,220 В и имеет разные наборы контактов: замыкающие, размыкающие с выдержкой времени при замыкании, а также мгновенно срабатывающие контакты.

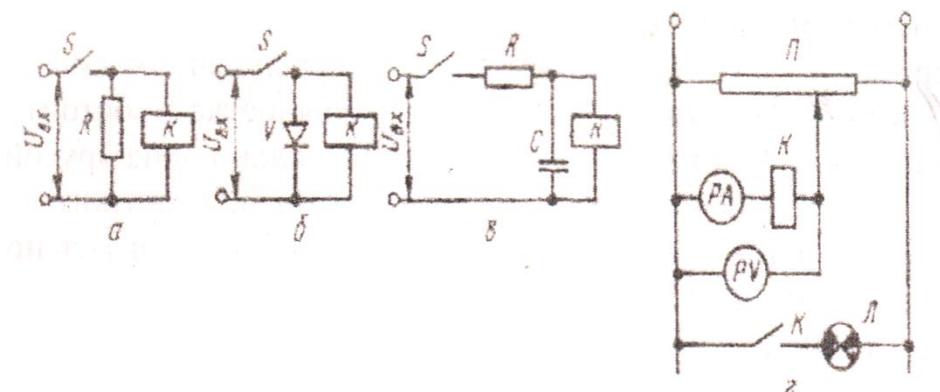


Рисунок 4.5 - Схема увеличения выдержки времени и исследования реле.

Для получения различных по величине регулируемых выдержек времени по нескольким выходным цепям, что позволяет применять их при программном управлении, широкое применение находят **моторные реле времени**. Привод в этих реле выполняется от синхронного электродвигателя, вращение от которого через редуктор и муфту сцепления с электромагнитным приводом передается на кулачковый валик, кулачки которого переключают выходные контакты через определенные заранее установленные промежутки времени. Величина выдержки времени регулируется изменением передаточного числа редуктора и положением кулачков. Выпускают различные типы моторных реле; так, для реле серии ВС-10 с синхронным двигателем пределы выдержек времени составляют 2...60 с для ВС-10-31; 15 с ... 9 мин для ВС-1-34 и 1...24 ч для ВС-10-38. Число выходных цепей равно трем или шести. Для программного управления периодическими технологическими процессами широкое применение находят командные электропневматические приборы (КЭП). Так, КЭП-12У может управлять 12 электрическими или пневматическими цепями. Реле выбирают в соответствии с техническими данными, электрическими режимами работы и условиями их эксплуатации. Тип реле, зависит от рода тока, напряжения питания, величины коммутируемых токов и выходного напряжения, времени срабатывания и отпускания, числа контактов, габаритов и массы. Особое внимание необходимо обращать на соответствие номинальных данных обмоток реле и контактов режимам их работы в различных системах автоматики.

Рабочие напряжения и токи в катушках реле должны соответствовать пас-

портным данным выбранного реле. Отклонение напряжения обмоток реле нежелательно. При выборе учитывают не только величину, но и род коммутируемого тока, характер нагрузки, сопротивления контактов, количество и частоту переключений. Коммутация активных и активно-индуктивных нагрузок вызывает возникновение искрового разряда при размыкании цепи, при необходимости применяют искрогасительные контуры.

Шаговые искатели являются электромагнитными импульсными переключателями, передвигающими контактные щетки при каждом импульсе с одного неподвижного контакта (ламели) на другой. Переключение может происходить в начале импульса – искатели прямого действия и после окончания импульса – искатели обратного действия.

В шаговом искателе прямого действия (рис.4.6,а) ламели располагают по дуге. Они занимают $1/3$ или $1/2$ окружности, и потому каждая щетка 2 состоит из трех или двух лучей, сдвинутых на 120 или 180° относительно одна другой (в данном случае – из двух). Когда один луч щетки выходит из контактного ряда, другой входит в него, делая коммутацию непрерывной.

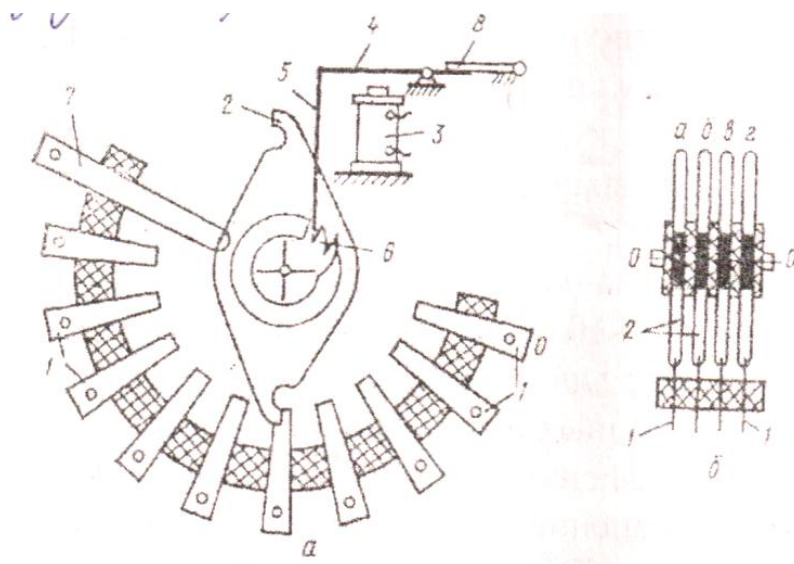


Рисунок 4.6 - Шаговый искатель прямого действия с двухлучевыми щетками: а- конструкция искателя; б – схема соединения ламелей.

Располагаясь по дуге окружности в несколько контактных рядов, ламели образуют контактное поле. Каждый контактный ряд имеет свою щетку, соеди-

ненную через скользящий контакт с выводом 7. Помимо рабочих ламелей, на каждый ряд предусмотрена одна нулевая ламель 0, соответствующая нулевому (исходному) положению щетки. В рассматриваемом искателе контактное поле состоит из четырех рядов и четырех щеток а, б, в, г (рис.4.6,б), которые состоят из двух параллельных пружин охватывают ламели с двух сторон.

При подаче импульса якорь 4 (рис.4.6,а) притягивается к сердечнику электромагнита 3 и собачка 5 толкает зуб храпового колеса 6, жестко соединенного с ротором и с щеткам. Ротор поворачивается и переводит щетки по ламелям в следующее контактное положение. После исчезновения импульса пружина 8 возвращает якорь в исходное положение.