**Лабораторная работа № 1 а**

«Изучение конструкции и принципов работы электромагнитных реле постоянного тока (типа НМШ)»

**Цель работы:** Изучить конструкцию и принцип работы электромагнитных реле постоянного тока (типа НМШ)

**Оборудование и технологическая документация:** реле постоянного тока (типа НМШ)

**1. Теоретические сведения**

**1.1. Принцип действия реле и их классификация**

Наиболее распространенными элементами систем железнодорож­ной автоматики и телемеханики являются реле и приборы релей­ного действия, при помощи которых осуществляются процессы автоматического управления, регулирования и контроля движения поездов, а также различные схемные зависимости.

Основным отличием реле и приборов релейного действия от дру­гих элементов автоматики и телемеханики является скачкообраз­ное изменение выходной величины *у* при плавном изменении вход­ной величины *х* (рис. 1). При изменении входной величины от нуля до *х*сp (срабатывания) выходная величина *у* остается постоянной и равной нулю (или близкой к нулю). После достижения входной величиной значения *х*ср скачкообразно изменяется выходная величина от нуля до *у1.* При дальнейшем изменении входной вели­чины выходная величина не изменяется и остается равной *у1.* При уменьшении входной величины до *х0* (отпускания) выходная вели­чина скачкообразно уменьшается до нуля и остается неизменной.

y

y1

 *0* *x0 xср x*

3

2

1

4

5

 Рис. 1 Характеристика реле Рис. 2. Схема электромагнитного реле

В устройствах железнодорожной автоматики и телемеханики, как правило, применяют реле и приборы релейного действия, в которых входными и выходными являются электрические величины (ток и на­пряжение). Если скачкообразное изменениетока в выходной цепи достигается физическим размыканием цепи, то такой элемент назы­вают контактным реле**,** или просто реле.Если скачкообразное изменение тока в выходной цепи обусловливаетсяизменением внут­реннего состояния элемента (внутреннего сопротивления проводи­мости, индуктивности и т. п.) без физического размыкания цепи, то такой элемент называют прибором релейного действия, или бесконтактным реле.

Основной частью реле (рис. 2) является электромагнит — наиболее простой преобразователь электрического сигнала в меха­ническое перемещение. Электромагнит состоит из обмотки 1 с сер­дечником *2,* ярма *3* и подвижной части 4, называемый якорем. Якорь воздействует на исполнительный орган – контакты 5. При прохожде­нии тока по обмотке возникает магнитный поток; магнитные силовые линии замыкаются через воздушный зазор, пронизывают якорь, который под действием электромагнитных сил притягивает­ся, замыкая контакты. Это явление называется срабатыванием (возбуждением) реле. При выключении тока якорь под действием силы тяжести (собственного веса) или сил реакции контактных пружин возвращается в исходное состояние, размыкая контакты. Это явление называется отпусканием (обесточиванием) реле.

Для условного обозначения состояний элементов автоматики и телемеханики, в том числе и реле, применяют двоичную систему счисления: возбужденное состояние реле обозначают символом 1, обесточенное — символом 0.

Контактные реле получили наибольшее распространение в экс­плуатируемых устройствах железнодорожной автоматики и теле­механики благодаря их простоте и надежности работы. К их до­стоинствам следует отнести возможность одновременного независимого переключении нескольких выходных цепей постоянного и пере­менного тока, что обусловлено наличием раздельных групп контак­тов у этих элементов. При этом выходные цепи оказываются галь­ванически не связанными одна с другой и с входной цепью.

Достоинствами реле также являются малые потери мощности в контактном переходе, практически бесконечное отношение сопротив­лений контакта в разомкнутом и замкнутом состояниях, независи­мость от воздействия электрических и магнитных нолей, высокая электрическая прочность и др.

Однако контактные реле имеют относительно большие размеры и массу, небольшой срок службы, особенно при работе в импульсном режиме, недостаточное быстродействие, обусловленное наличием механических перемещений при работе реле. Указанные недостатки в основном могут быть устранены применением бесконтактных реле, у которых отсутствуют подвижные трущиеся элементы. Бесконтактные приборы обладают большим быстродействием, имеют малые размеры и массу, менее подвержены воздействию вибрации, наблюдающейся при проследовании подвижного состава. Бесконтактные приборы получают все более широкое внедрение.

Вместе с тем бесконтактные приборы релейного действия имеют и существенные недостатки, которые связаны с трудностью построения бесконтактных элементов, отвечающих одному из основных требова­ний к устройствам СЦБ — исключению опасных положений при по­вреждении отдельных элементов схем. При использовании бескон­тактных реле возникает трудность одновременного коммутирования нескольких выходных цепей, гальванически не связанных друг с дру­гом. Указанные недостатки ограничивают область применения бес­контактных реле в устройствах железнодорожной автоматики и те­лемеханики, поэтому в ответственных исполнительных цепях, а также при необходимости коммутации нескольких гальванически не связан­ных выходных цепей сохраняются, как правило, контактные реле, ко­торые непрерывно совершенствуются.

В перспективе наиболее приемлемым следует признать оптималь­ное сочетание контактных и бесконтактных приборов. Применение тех или иных приборов в конкретных системах автоматики и телемехани­ки определяется на основании эксплуатационных, технических и экономических требований, предъявляемых к вновь разрабатывае­мым и проектируемым системам.

Рассмотренные классификация и основ­ные характеристики относятся лишь к контактным реле.

По надежности действия реле подразделяются на I и низшие клас­сы надежности.

К реле I класса надежности относятся реле, у которых возврат якоря при выключении тока в обмотках обеспечивается с максималь­ной гарантией и осуществляется под действием собственного веса (силы тяжести). Реле I класса надежности имеют также следующие дополнительные свойства, обеспечивающие высокую надежность их действия:

несвариваемость фронтовых контактов, замыкающих наиболее ответственные цепи при возбужденном состоянии реле; для этого фронтовые контакты изготовляют из графита с примесью серебра, а остальные контакты — из серебра;

надежное контактное нажатие и сравнительно большие меж­контактные расстояния (нажатие на фронтовые контакты не менее 0,3 Н, на тыловые — не менее 0,15 Н), зазор между контактами при крайних положениях якоря должен быть не менее 1,3 мм; исключение залипания якоря при выключении тока в обмотке реле, что обеспечивается наличием антимагнитных штифтов на якоре.

Реле I класса надежности применяют во всех системах автоматики и телемеханики без дополнительного схемного контроля отпускания якоря.

У реле низших классов надежности возврат якоря при выключении тока в обмотках реле может обеспечиваться как под действием собственного веса, так и под действием сил реакции контактных пру­жин. Эти реле, как правило, используют в схемах, не связанных непо­средственно с обеспечением безопасности движения поездов (дис­петчерский контроль, схемы наборной группы маршрутно-релейной централизации, кодовая аппаратура диспетчерской централизации и др.). При использовании этих реле в ответственных цепях (дешифраторы автоблокировки и АЛС, путевые реле импульсных рельсо­вых цепей и др.) предусматривают обязательный схемный контроль притяжения и отпускания якоря реле при непрерывной импульсной работе. Если же эти реле работают в ответственных цепях с непрерыв­ным питанием, то применяют их дублирование (параллельное или последовательное включение обмоток реле и последовательное вклю­чение контактов).

По принципу действия реле подразделяют на следующие типы:

**-** электромагнитные, в основу действия которых положено свойство электромагнита притягивать якорь и переключать связанные с ним контакты при протекании по обмотке тока. Электромагнитные реле получили наиболее широкое распространение в железнодорожной и промышленной автоматике и телемеханике;

- индукционные (двухэлементные), работающие от взаимодей­ствия переменного магнитного потока одного элемента и тока, инду­цируемого в легком подвижном секторе переменным магнитным пото­ком другого элемента. Индукционные реле работают только от пере­менного тока;

- электротермические, основанные на явлении расширения тел при нагревании; чаще всего в электротермических реле применяют биметаллические пластины, изгибающиеся при нагревании, и замыка­ющие контакты, связанные с биметаллическими пластинами.

По роду питающего тока реле подразделяются на реле постоянного, переменного и постоянно-переменного тока.

Реле постоянного тока подразделяются на нейтральные, поляризованные и комбинированные.

В зависимости от времени срабатывания реле делятся на быстродействующие — с временем срабатывания на притя­жение и отпускание до 0,03 с; нормальнодействующие — с временем срабатывания до 0,3 с; медленнодействующие — с временем срабатывания до 1,5 с; временные (реле выдержки вре­мени) — с временем срабатывания свыше 1,5 с.

Реле имеет два состояния — рабочее (возбужденное) и нерабочее (обесточенное). В рабочем состоянии реле возбуждено током, якорь его притянут, верхние, нормально разомкнутые (фронтовые) контак­ты замкнуты. В нерабочем положении через обмотку реле ток не про­текает (или он ниже тока отпускания), якорь находится в отпущен­ном положении, при этом замыкаются нижние, нормально замкнутые (тыловые), контакты.

Напряжение и ток, при которых якорь притягивается до упора и замыкаются фронтовые контакты, называют напряжением и током срабатывания, а напряжение и ток, при котором проис­ходит отпускание якоря, — напряжением (током) отпус­кания. Номинальное рабочее напряжение всегда несколько выше напряжения срабатывания (обычно в 1,5 раза).

Отношение напряжения (тока) отпускания ***UО***к напряжению (то­ку) срабатывания ***UСР***характеризует коэффициент возврата реле

***kВ=UО /UСР*** или ***kВ =IО/IСР.***

Для большинства реле, используемых в устройствах СЦБ, коэффи­циент возврата находится в пределах от 0,25 до 0,5.

В устройствах автоблокировки реле, кроме специальных типов, рассчитаны на номинальное рабочее напряжение 12 В, а в стан­ционных устройствах, как правило, — на 24 В.

На железных дорогах применяют реле трех видов: малогабарит­ные штепсельные реле (НМШ, АНШ, ОМШ, АШ), предшествующие им большие штепсельные реле (НШ, КШ) и более поздние ­штепсельные реле Ленинградского (Санкт-Петербургского) завода (РЭЛ, ПЛ).

При проектировании и новом строительстве устройств предусмат­ривают использование малогабаритных штепсельных реле, которые изготовляются двух типов: в защитном кожухе (колпаке) для установки в релейных шкафах и на стативах и открытые (без кожуха) для установки в релейных блоках электрической централи­зации.

Применяемые в устройствах железнодорожной автоматики и теле­механики реле имеют специальную маркировку (условное наименова­ние), состоящую из букв и цифр, занимающих определенное место в обозначении. Первая буква или сочетание двух первых букв в обозначении указывают на физический принцип действия реле: Н — нейтральное, П — поляризованное, К – комбинированное, И — импульсное, ДС – индукци­онное переменного тока (двухэлементное секторное). Буква М, стоя­щая на втором месте в условном обозначении штепсельных реле, ука­зывает на малогабаритное исполнение реле. Буква М отсутствует у малогабаритных реле автобло­кировки, у которых буква А означает, что это реле автоблокировки малогабаритное. У пусковых реле в условном наименовании имеется буква П, а у реле с выпрямителями — буква В.

Конструкция реле, которая характеризуется в основном видом электрического контактного соединения с другими приборами, обо­значается буквой Ш (штепсельное).

Условные буквенные обозначения некоторых типов реле расшиф­ровываются следующим образом: НМШ — нейтральное малогаба­ритное штепсельное; НМПШ — нейтральное малогабаритное пуско­вое штепсельное; ИМВШ — импульсное малогабаритное штепсельное с выпрямителем; НШ — нейтральное штепсельное (боль­шое); ДСШ— двухэлементное секторное штепсельное.

У медленнодействующих на отпускание реле в обозначении имеет­ся дополнительная буква М, а у реле с замедлением на срабатывание, достигаемым с помощью термоэлемента, — буква Т, например НМШМ—нейтральное малогабаритное штепсельное медленнодей­ствующее; НМШТ — нейтральное малогабаритное штепсельное с термоэлементом.

Цифра после указанных букв характеризует контактную систему реле. У штепсельных реле цифра 1 указывает на наличие восьми контактных групп на переключение 8 *фт (ф* — фронтовой, *т* — тыловой контакты); цифра 2 обозначает четырехконтактные реле (4 *фт);* цифра 3 указывает на наличие у реле двухконтактных групп на пере­ключение и двух фронтовых контактов (2 *фт,* 2 *ф)*; цифра 4 обознача­ет четыре полных тройника и четыре фронтовые контакта (4 *фт, 4ф);* цифра 5 указывает на наличие двух тройников на переключение и двух тыловых контактов (2 *фт,* 2 *т*).

У некоторых типов реле (ДСШ, ИМШ и др.) цифры, характеризующие контактную систему, не ставят. Второе число, которое пишется через черточку, указывает на значение общего сопротивления обмо­рок постоянному току при последовательном включении обмотки (НМШ1-1800, АНШ2-1600). Если обмотки включают раздельно или они имеют различное сопротивление, то его значение указывают дробью: в числителе указывают сопротивление первой катушки, а в зна­менателе — второй.

Полные номенклатуры некоторых типов реле расшифровываются так: НМШ1-1800 — нейтральное малогабаритное штепсельное реле с восемью контактными группами и общим сопротивлением обмоток, включенных последовательно, 1800 0м; НМПШ2-400— нейтральное малогабаритное пусковое штепсельное реле с четырьмя контактными группами на переключение и сопротивлением обмоток 400 Ом; НМПШЗ-0,2/220 — нейтральное малогабаритное пусковое штепсель­ное реле с контактной системой 2 *фт,* 2 *ф* и сопротивлением обмоток 0,2 и 220 Ом.

Рассмотренная выше система обозначений выдерживается не для всех типов реле. Например, у огневых и аварийных реле первая буква указывает на назначение реле: ОМШ2-40 — огневое малогабаритное штепсельное четырехконтактное с сопротивлением обмоток 40 Ом; АШ2-110/220 — аварийное штепсельное четырехконтактное на номи­нальное напряжение 110 и 220 В. У нейтрального реле типа РЭЛ бук­вы в обозначении указывают: реле электромагнитное разработки Ле­нинградского электромеханического завода.

Условные графические обозначения реле в электрических схе­мах приведены в табл. 1.

# Таблица 1

**Условные графические обозначения реле**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Реле | I и II классы надежности | III класс надежности |
| Нейтральное |  |  |
| Нейтральное с замедлением на отпускание якоря |  |  |
| То же с выпрямителем |  |  |
| Поляризованное |  |  |
| То же с преобладанием одной полярности |  | - |
| Комбинированное |  |  |
| Переменного тока |  |  |
| То же двухэлементное |  | - |

Реле в защитном кожухе изготовляют для работы при температу­ре окружающей среды от —50 до +60 °С и относительной влажности до 90 *%* (при температуре +20 °С), а открытые реле, предназ­наченные для установки в релейных блоках, — при температуре окру­жающей среды от +5 до +35 °С и относительной влажности до 80% (при температуре +20°С).

**1.2. Конструкция нейтральных реле**

Электромагнитные реле постоянного тока получили наиболее широкое распространение, так как они просты по устройству и ненадежны в работе. Реле постоянного тока подразделяют на нейтральные, поляризованные и комбинированные.

Нейтральные реле не реагируют на направление тока в обмотке (нейтральны к полярности тока). Якорь нейтрального реле притяги­вается, переключая контакты при любой полярности тока в обмот­ках. После выключения тока якорь возвращается в исходное состоя­ние. Таким образом, нейтральное реле является двухпозиционным.

Электромагнитная система нейтрального малогабаритного реле типа НМШ (рис.3) состоит из сердечника 1 с двумя катушками *2,* Г-образного ярма *3* и якоря *4* с противовесом.



 Рис. 3. Конструкция и нумерация контактов реле

Бронзовый упор на якоре исключает его залипание, так как препятствует касанию якоря в притянутом положении к полюсу сердечника. Якорь двумя тягами *5* управляет контактной системой. Фронтовые контакты 7 изготовляют из графита с серебряным наполнением, **а** общие *8* и тыловые *9* - из серебра. Контактирующий материал помещается на концы контактных пружин. Сочетание контактов графит-серебро исключает возможность сваривания фронтовых контактов с общими при пропускании по ним тока.

При отсутствии тока в обмотках реле якорь под действием силы тяжести противовеса находится в опущенном положении, общие контакты замыкаются с тыловыми. При прохождении тока через об­мотки реле намагничивается сердечник, магнитные силовые линии замыкаются через воздушный зазор и якорь, который притяги­вается к сердечнику. Тяга перемещается вверх, размыкая тыловые и замыкая общие контакты с фронтовыми. Концы контактных пружин, через основание *6* выведенные наружу, образуют штеп­сельную розетку. Реле закрывается прозрачным кожухом *12* с ручкой 11. Кожух крепится к основанию реле затяжным винтом *10.* Для включения реле в схему выведенные наружу контакты встав­ляют в гнезда штепсельной розетки, к лепесткам которой припаи­вают монтажные провода.

Шпули катушек нормально действующих реле изготовляют из фе­нопласта, а медленнодействующих из красной меди. За счет мед­ных шпулей достигается замедление на отпускание якоря до 0,2 с. Для увеличения замедления до 0,6 с на месте первой катушки, расположенной у основания, устанавливают сплошную медную гильзу.

Первая катушка подключается к выводам 1 и *3,* вторая, по­мещенная со стороны якоря,— к выводам *2 и 4.* Катушки могут включаться раздельно, последовательно и параллельно.

Фронтовые *(ф)* и тыловые *(т)* контакты, работающие с одним общим контактом (о), образуют контактную группу или тройник. Реле типов НМШ1 и НМШМ1 имеют восемь контактных групп и обоз­начаются 8 *фт.* Номер каждого контакта нейтрального реле со­ставляют из двух цифр, первая из которых указывает номер кон­тактной группы, а вторая — тип контакта. Все цифровые обоз­начения общих контактов оканчиваются цифрой 1, фронтовые — 2 и тыловые —3. Например, номер 72 обозначает, что это фронтовой контакт седьмой группы, 71—общий контакт, 73—тыловой контакт. Контакты рассчитаны на переключение цепей при токе нагрузки до 2 А. Выводы от обмоток подключаются к выводам *1-3* и *2-4* (см. рис. 5). При последовательном включении обмоток соединяют перемычкой выводы *2-3,* а при параллельном — *1-2* и *3-4.*

**2. Порядок выполнения работы**

* 1. Ознакомиться с принципом действия реле и их классификацией.
	2. Зарисовать схему электромагнитного реле.
	3. Записать условные обозначения реле.
	4. Ознакомиться с маркировкой реле.
	5. Ознакомиться с классами надежности реле.
	6. Исследовать конструкцию нейтрального реле.
	7. Составить отчет о проделанной работе

**3. Контрольные вопросы**

* 1. Пояснить принцип действия электромагнитных реле
	2. Чем отличаются реле первого класса надежности о других реле
	3. Классифицировать реле по принципу действия, по роду питающего тока,

 по времени срабатывания

* 1. Что такое ток срабатывания, ток отпускания, коэффициент возврата
	2. Маркировка реле применяемых в устройствах автоматики и телемеханики
	3. Условные графические обозначения реле первого, второго и третьего

 класса надежности

3.7. Конструкция нейтральных реле