Дата проведения занятия 22 октября 2020 г.

Номер пары: 27 (28).

Группа: 21А

Тема занятия: Релейные элементы.

Срок выполнения задания 26.10.2020

**По запросу преподавателя**, для проверки конспекта, скинуть фото конспекта в социальной сети «В контакте» Орлову А.А. (https://vk.com/id421045327) личным сообщением.

Проверка освоения теоретического материала будет произведена выполнением проверочной работы.

Все вопросы, которые возникнут в процессе работы, можете задавать в социальной сети «В контакте» Орлову А.А. (https://vk.com/id421045327) личным сообщением.

**Задание.**

Используя предложенные справочные материалы (текст после вопросов и заданий) и другие источники информации (учебники: Шишмарев В.Ю. Автоматика. стр. 99-116, Загинайлов В.И., Шеповалова JI.Н. Основы автоматики, стр. 96-99), составить конспект по теме занятия.

**В конспекте обязательно должны быть выполнены задания и ответы на вопросы**

1. Поясните, что такое реле. Отметьте, назначение основных элементов.
2. Поясните, как можно классифицировать реле?
3. Перечислите и кратко поясните основные параметры и характеристики реле.
4. Поясните устройство и принцип действия электромагнитного реле. Перечислите виды электромагнитных реле, укажите их особенности.
5. Поясните, что такое реле времени, на чем основывается его принцип действия? Отметьте, в чем особенность программного реле времени.

**Общие сведения**

Реле — это устройство, в котором при плавном изменении входной (управляющей) величины и достижении ею определенного значения происходит скачкообразное изменение выходной (управляемой) величины.

Реле являются одними из основных и наиболее ответственных коммутационных элементов автоматических систем.

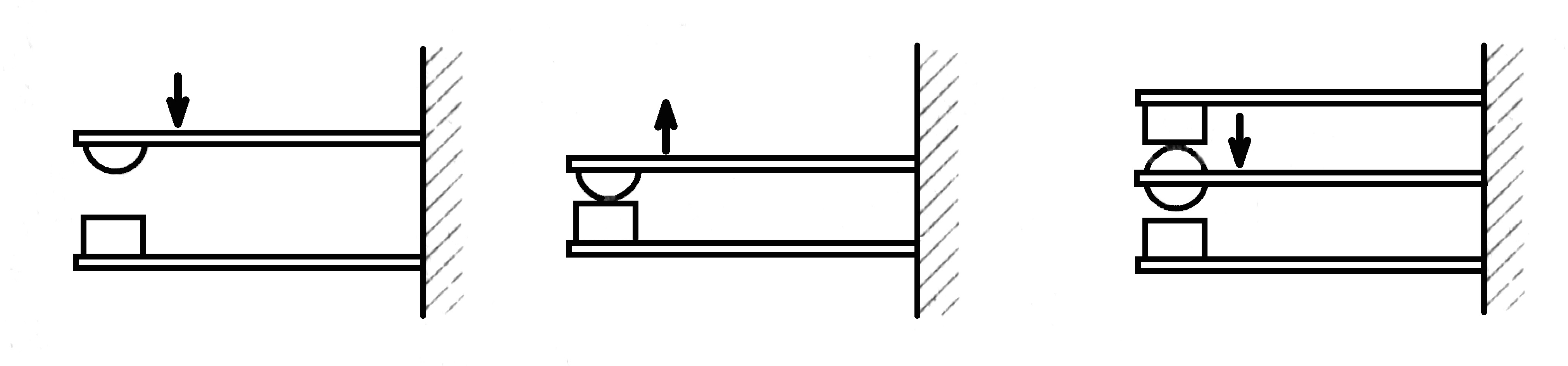
В конструкции любого электрического реле можно выделить пять основных функциональных элементов: *воспринимающий*, *преобразующий*, *сравнивающий*, *исполнительный* и *регулировочный*. В различных конструкциях реле эти элементы могут быть или явно выражены, или объединены друг с другом.

Воспринимающий и преобразующий элементы непосредственно реагируют на входную величину и преобразуют ее в другую физическую величину (в контактных реле, например — в механическую силу), необходимую для дальнейшей работы реле.

Воспринимающий элемент в зависимости от назначения реле и рода физической величины, на которую он реагирует, может иметь различные исполнения как по принципу действия, так и по устройству. Например, в реле максимального тока или реле напряжения воспринимающий элемент выполнен в виде электромагнита, в реле давления — в виде мембраны или сильфона, в реле уровня — в виде поплавка и т. д.

Сравнивающий элемент (у контактных реле — это обычно пружина) сравнивает значение преобразованной величины с заданным значением и при превышении установленного (заданного) значения передает первичное воздействие на исполнительный элемент.

Исполнительный элемент (у контактных реле — подвижная контактная система)при срабатывании реле воздействует непосредственно на управляемую цепь, замыкая или размыкая свои контакты. Различают три группы контактов реле: замыкающие, размыкающие и переключающие.

рис. 1. Контакты реле.

Конструктивное исполнение контактов отличается большим разнообразием, однако наибольшее распространение получили поворотные и мостовые контакты.

Условия работы контактов прежде всего определяются напряжением в сети, мощностью и характером нагрузки, а также частотой коммутации, т.е. числом включений и отключений в единицу времени.

Регулировочный элемент используют для настройки реле, при его помощи изменяют параметры срабатывания реле.

У некоторых реле помимо выше перечисленных присутствует *замедляющий элемент*, обеспечивающий замедление действия реле. Он создает выдержку времени между моментом времени, когда воспринимающий элемент воспринимает входную величину, и моментом срабатывания исполнительного элемента.

Классификация реле.

Функции, выполняемые реле, и их конструкции чрезвычайно разнообразны. В связи с этим реле классифицируют по ряду различных признаков:

* 1. **по виду физической величины, на которую реле реагирует**. В соответствии с этим различают реле *электрические, акустические, механические, магнитные, тепловые, оптические* и т.п. При этом следует отметить, что реле может реагировать не только на значение конкретной величины, но и на разность значений (дифференциальные реле), на изменение знака величины (поляризованные реле) или на скорость изменения входной величины.
  2. **по параметру от которого реле приходит в действие** реле подразделяют на *токовые*, *напряжения*, *мощности*, *времени*, с*корости* и т.п.
  3. **по назначению (применению)** электрические реле делят на реле *защиты*, *управления*, *автоматики*, *связи* и т. п.

*Реле защиты* применяются для отключения элементов электрической цепи при возникновении неноминальных режимов их работы, в этих реле могут быть реализованы два способа воздействия на отключение выключателя: прямой и косвенный. В реле прямого действия исполнительный элемент воздействует непосредственно на отключающий механизм привода выключателя. Эти реле, как правило, монтируют в привод выключателя. У реле косвенного действия его контакты замыкают цепь питания обмотки управления приводом механизма выключателя.

*Реле управления* применяют для управления электроприводами (двигателями, электромагнитными тормозами и т. п.).

*Реле автоматики* используют в схемах автоматического управления. Это обычно электромагнитные реле постоянного тока, которые в зависимости от исполнения могут выполнять функции реле тока, напряжения, времени или промежуточных реле. Последние выполняют одну из трех функций: усилителя мощности, размножителя контактов или блокировки памяти.

* 1. **по роду тока в обмотке** различают электромагнитные *реле постоянного* и *переменного тока* промышленной и высокой частоты. В свою очередь, реле постоянного тока делятся на *нейтральные* и *поляризованные*. Нейтральные реле не различают полярности питающего обмотку напряжения и одинаково реагируют на постоянный ток обоих направлений, протекающий по его обмотке. У поляризованных реле в зависимости от направления тока протекающего через обмотку изменяется направление действующего на якорь усилия, и соответственно при протекании через обмотку реле токов разных направлений, срабатывают разные контакты.
  2. **по выполняемой функции** реле подразделяют на *основные***,** реагирующие на изменение основных электрических величин, и *вспомогательные*. К вспомогательным можно отнести *промежуточные реле*, предназначенные для размножения числа контактов и передачи сигнала от одних реле к другим реле или аппаратам с одновременным повышением коммутационной способности управляемых цепей; *реле выдержки времени*, осуществляющие функции управления по временному фактору; *сигнальные реле*, фиксирующие действия основных реле и управляющие световыми и звуковыми сигналами.
  3. **по способу включения воспринимающего элемента** различают реле *первичные*, *вторичные* и *промежуточные*. Первичные реле включаются непосредственно в контролируемую цепь. Вторичные реле включаются в контролируемую цепь через измерительные трансформаторы тока или напряжения. Воспринимающие элементы промежуточных реле включаются в цепь через исполнительные органы первичных или вторичных реле и служат обычно для размножения и (или) усиления сигнала.
  4. **по принципу действия исполнительных элементов** различают *реле контактные* и *бесконтактные*. Контактные реле воздействуют на управляемую цепь путем замыкания или размыкания ее своими контактами. Бесконтактные реле осуществляют управление путем скачкообразного (релейного) изменения параметров своего исполнительного элемента, включенного в управляемую цепь.
  5. **по времени срабатывания** реле делят на *быстродействующие (время срабатывания tcp* = 1—50 мс), *нормальнодействующие (tcp* = 50—150 мс) и *медленнодействующие (tcp* = 0,15—1 с). Реле с временем срабатывания менее 1 мс называют *безынерционными,* а с *tcp* > 1 с — *реле выдержки времени.*

Параметры и характеристики реле.

Несмотря на различия в принципе действия и конструкции, реле описываются рядом параметров и характеристик, важнейшие из которых приведены ниже.

* *Статическая характеристика*, показывает зависимость выходной величины *y* от входной *x* и имеющая для большинства реле гистерезисную форму. Вид характеристики зависит от типа реле.
* *Параметр срабатывания* **-** минимальное значение входной величины, при которой происходит срабатывание реле, то есть переключение его контактов. Параметр срабатывания характеризует чувствительность реле.
* *Рабочий параметр* **-** это установившееся значение входной величины, при которой реле находится в номинальном рабочем режиме.
* *Параметр возврата* (*параметр отпускания*) **-** максимальное значение входной величины, при которой происходит возврат реле в исходное состояние, в котором оно находилось до срабатывания.

Заданное значение величины срабатывания или отпускания, на которое отрегулировано реле, называется *уставкой по воздействующей величине*.

* *Время срабатывания* (*t*ср) **-** это интервал времени от момента подачи входной величины до момента скачкообразного изменения выходной величины Это время зависит от конструкции реле и значения входного параметра (обычно 4р=0,001. . .0,25 с).
* *Время отключения (отпускания)* (*t*отп) **-** интервал времени от момента снятия входного сигнала до момента прекращения воздействия исполнительного элемента на управляемую цепь.

Срабатывание и отключение реле не мгновенно а с замедлением объясняются тем, что вследствие большой индуктивности обмоток реле ток возрастает и спадает не мгновенно, а постепенно.

* *Коэффициент возврата* **-** отношение параметра отпускания к параметру срабатывания.
* *k*в *= x*отп*/x*ср [1]
* *Коэффициент запаса при срабатывании* **-** отношение рабочего параметра к параметру срабатывания.
* *k*з ср *= x*раб*/x*ср [2]
* *Коэффициент запаса при отпускании* **-** отношение параметра отпускания к рабочему параметру.

*k*з отп *= x*отп*/x*раб [3]

Коэффициент запаса при срабатывании всегда больше единицы, а при возврате всегда меньше единицы.

* *Номинальная потребляемая мощность*

*S*ном = *U*ном\**I*ном. [4]

К реле управления и автоматики предъявляются повышенные требования в отношении коммутационной и механической износостойкости. Наиболее слабый элемент контактных реле — контактная система. Исходя из требований износостойкости, для реле устанавливаются: допустимая частота срабатывания в единицу времени и срок службы (или наработка). Помимо этого контакты реле принято характеризовать следующими эксплуатационными параметрами: предельными значениями тока, напряжения, мощности и числом включений.

*Предельно допустимый ток* *I*п определяется температурой нагрева контактов, при которой они еще не размягчаются и сохраняют необходимые физико-механические свойства.

*Предельно допустимое напряжение* *U*п определяется напряжением пробоя изоляции контактов и пробоя промежутка между разомкнутыми контактами.

*Предельно допустимая мощность* *P*п представляет собой мощность электрической цепи, которую контакты реле могут разорвать без образования на них устойчивой электрической дуги. Эта мощность определяется условиями погасания дуги между контактами после их размыкания.

Эти параметры зависят главным образом от материала, формы и размеров контактов, контактного давления и наличия специальных дугогасительных устройств.

Весьма важным параметром, характеризующим усилительные свойства реле, является *коэффициент усиления реле по мощности*, который определяется как отношение предельно допустимой мощности *Р*п к мощности входного сигнала *Р*ср, при котором происходит срабатывание реле:

*kР = Р*п*/Р*ср [5]

**Электромагнитные реле**

Из всех типов реле в электроустановках наиболее широкое распространение получили электромагнитные реле, принцип действия которых, основан на взаимодействии магнитного поля обмотки, по которой протекает ток, с ферромагнитным якорем. Воспринимающим органом электромагнитных реле является обмотка, а коммутирующим — контакты.

Электромагнитные реле могут иметь различную конструкцию, но наиболее часто используются конструкции двух типов: с поворотным якорем и с втяжным якорем. Внешний вид реле этих типов показан на рисунках 2 и 3.

В состав реле с поворотным якорем входят следующие элементы: U-образная скоба 1, кронштейн 2, ось 3; контактные группы 4, пружина 5, контакты 6, траверса 7, якорь 8, сердечник 9, катушка 10.

|  |  |
| --- | --- |
| Реле%20с%20поворотным%20якорем | Клапанное реле |
| рис. 2 Реле с поворотным якорем | рис. 3. Реле с втяжным якорем |

Реле с втяжным якорем состоит из: катушки 1, подвижного контакта 2, неподвижного контакта 3, якоря 4, пружины 5, сердечника 6, корпуса реле 7.

По роду входного тока различают реле постоянного и переменного тока. В свою очередь, реле постоянного тока подразделяют на нейтральные и поляризованные.

**Реле постоянного тока**

Схема простейшего **нейтрального электромагнитного реле** показана на рисунке 4.

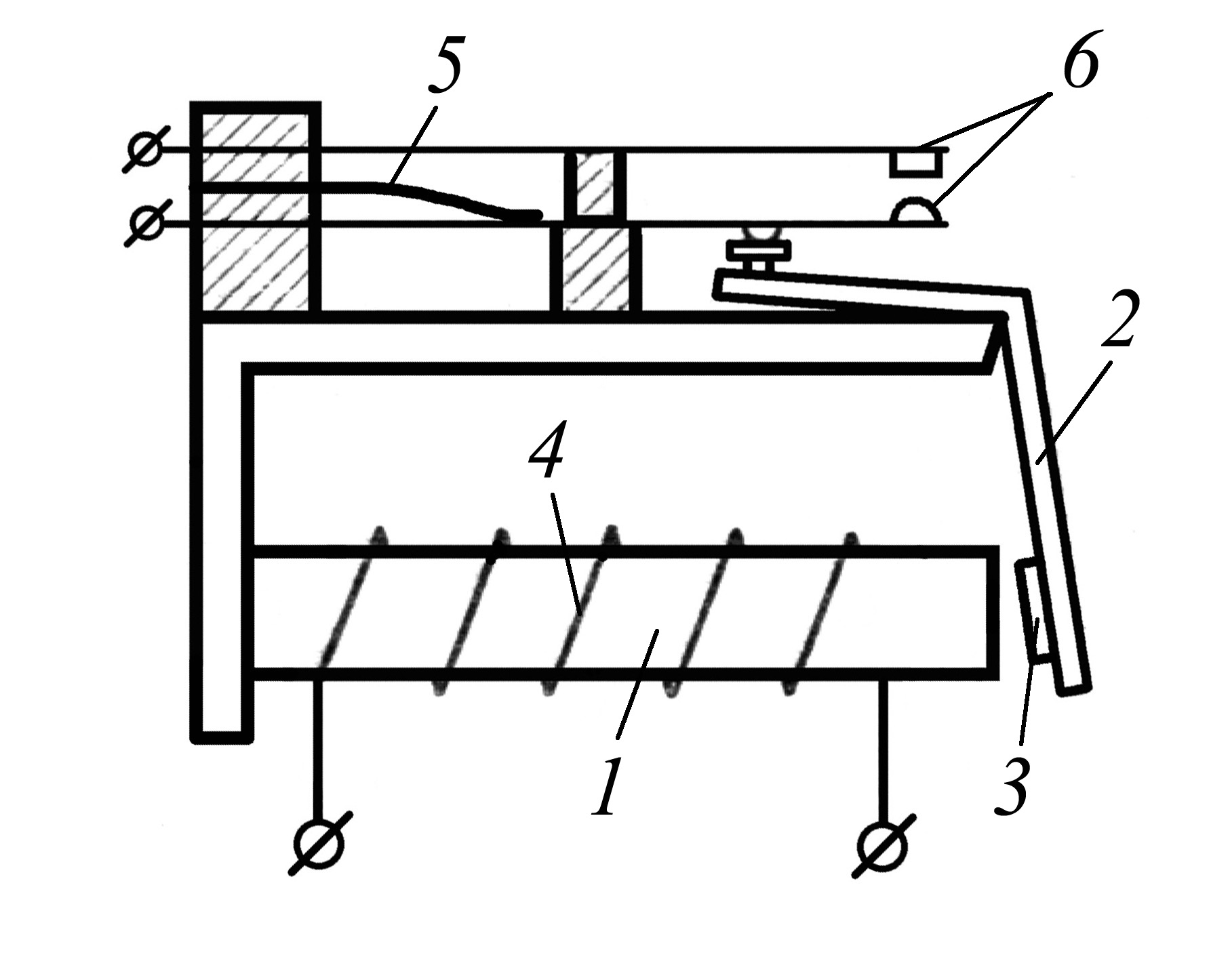


рис.4. нейтральное реле постоянного тока.

Работает реле следующим образом. При протекании электрического тока по обмотке реле 4, под действием возникающего магнитного поля подвижный якорь 2 притягивается к неподвижному сердечнику 1. Перемещение якоря приводит к замыканию контактов 6. При отсутствии тока якорь и контакты возвращаются в исходное положение усилием противодействующей пружины 5. Чтобы под влиянием остаточного магнитного потока якорь не оставался притянутым к сердечнику, на нем укреплен небольшой штифт (полюсный наконечник) 3 высотой 0,1—0,2 мм. Якорь и сердечник реле изготовлены из магнитомягкого материала, а штифт — из немагнитного материала (латунь или медь).

**Поляризованные реле** в отличие от неполяризованных реагируют не только на силу, но и на направление (полярность) тока в обмотке.

Поляризованные реле характеризуются высокой чувствительностью, большой скоростью срабатывания, имеют от одной до семи независимых обмоток. Такие реле являются незаменимыми элементами автоматики в электрических следящих системах.

Направление перебрасывания якоря реле зависит от полярности напряжения на его обмотке: «плюс» на начале обмотки и «минус» на конце вызывает замыкание якоря с правым контактом.

Включение поляризованного реле в схему производится при помощи соединительной (штепсельной) колодки.

Поляризованное реле, так же как нейтральное электромагнитное реле, имеет подвижный якорь и неподвижную обмотку. Однако сердечник реле содержит постоянный магнит, который поляризует реле, т.е. делает его чувствительным к направлению тока. На рис. 5 показана одна из конструктивных схем поляризованного реле. В этой конструкции один из полюсов магнита 1 раздваивается с помощью магнитопровода 4, на который надеваются две катушки 5*.* Эти катушки обычно соединяются последовательно так, что при одном направлении тока в правой половине магнитное поле усиливается, а в левой — ослабляется, а при другом — наоборот. В результате в зависимости от направления тока якорь 2замыкает либо левый контакт 3, либо правый*.* Такая конструкция реле удобна для применения в качестве дифференциального реле, т. е. реле, реагирующего на разность токов в катушках,питаемых от разных цепей.

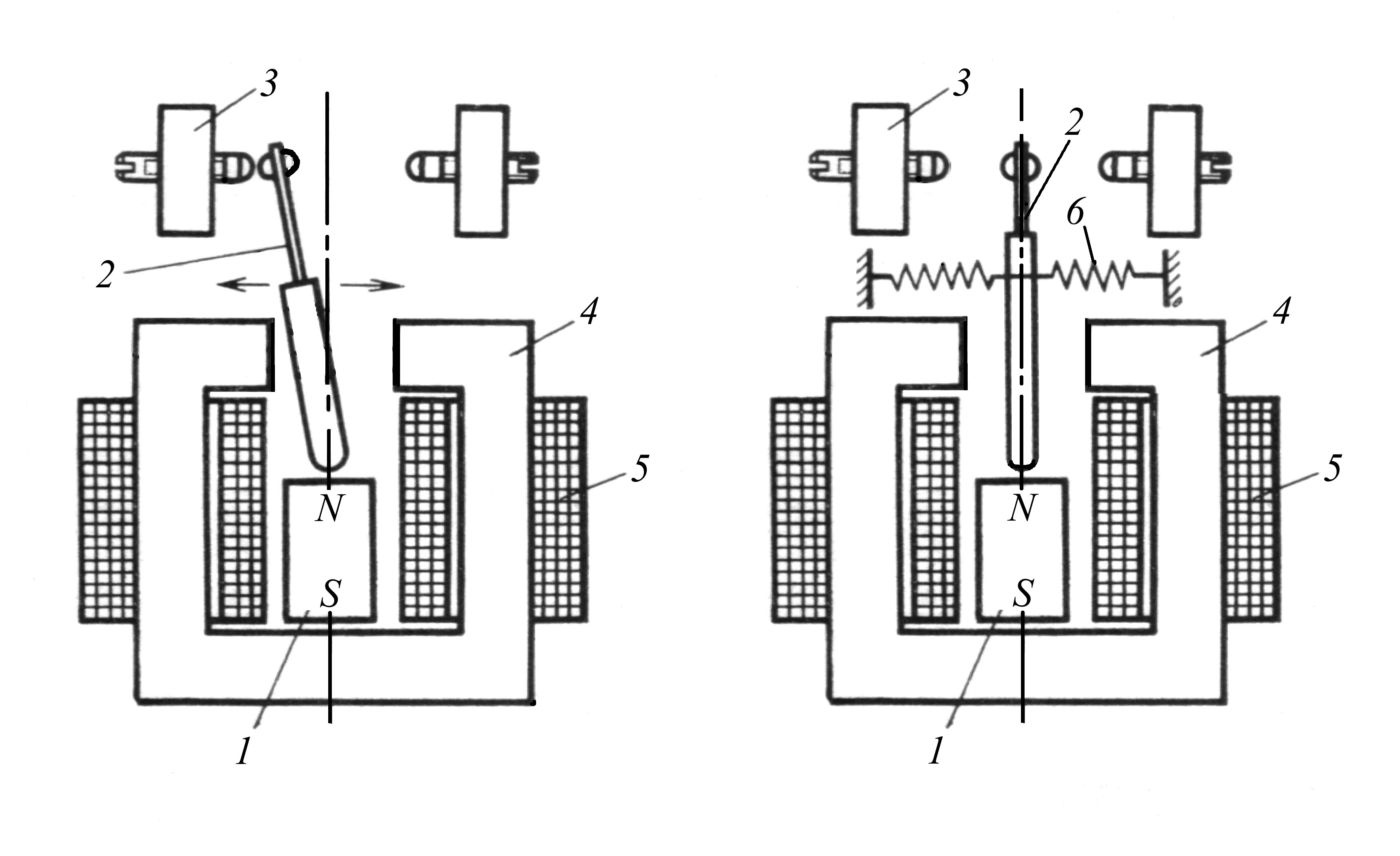


рис. 5. Двух и трехпозиционные поляризованные реле.

Поляризованное реле может быть двухпозиционным или трехпозиционным реле. *Двухпозиционное поляризованное реле* не имеет противодействующей пружины. Поэтому якорь симметрично отрегулированного реле при выключении тока в катушке остается в том положении, в каком он был при наличии тока. Если снова пропустить ток того же направления, то якорь не изменит своего положения. Если пропустить ток обратного направления, то якорь перебросится в другое положение. Несимметричной регулировкой реле можно получить двухпозиционное поляризованное реле с «преобладанием». Для этого контакты реле надо сместить в сторону одного из полюсов. При прекращении тока в результате преобладающего влияния одного полюса якорь будет возвращаться в исходное положение. Такое реле не будет реагировать на ток обратного направления.

*Трехпозиционное реле* получается в том случае, если в симметрично отрегулированном реле имеется пружина 6, возвращающая якорь в среднее положение. В таком реле при отсутствии тока оба контакта разомкнуты и в зависимости от направления тока замыкается тот или иной контакт.

**Реле с герметизированными магнитоуправляемыми контактами** (герконовые реле), обладает высоким быстродействием, надежностью и очень большим сроком службы.

Главным узлом этих реле являются магнитоуправляемые контакты (МК). Магнитоуправляемыми называют контакты, изменяющие свое состояние посредством механического замыкания или размыкания при воздействии управляющего магнитного поля. Элементы контактов совмещают функции контактов и участков электрических и магнитных цепей. Магнитоуправляемый контакт, помещенный в герметизированный баллон, называется герметизированным магнитоуправляемым контактом, или герконом.

Поскольку детали магнитоуправляемого контакта реализуют функции контактов и участков электрических и магнитных цепей, им дали название *контактные сердечники (КС)*.

Контактные сердечники бывают подвижными и неподвижными. Часто подвижные контактные сердечники выполняются гибкими, в этом случае они играют роль возвратной пружины.

Симметричный замыкающий магнитоуправляемый контакт (рис. 6) является простейшей конструкцией, состоящей из одинаковых подвижных контактных сердечников 1 и *2* , заваренных в стеклянную трубку диаметром от 2,0 до 5,5 мм, которая после изготовления магнитоуправляемого контакта образует герметизированный баллон *3.* Длина баллона составляет от 7,5 до 50 мм. Общая длина (с выводами) язычковых магнитоуправляемых контактов от 20 до 80 мм.

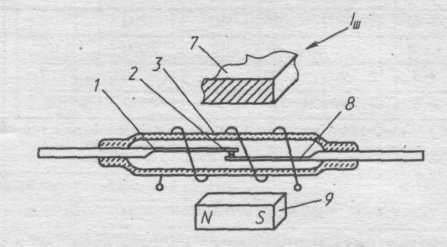
При изготовлении магнитоуправляемого контакта баллон заполняется сухим защитным газом (например, азотом, водородом или их смесью) при различных давлениях или вакуумируется.

Рис 6. Симметричный геркон:

*1* и *2* — подвижные контактные сердечники; *3* — герметизированный стеклянный баллон с контактами; 7 — шина с током; *8* — обмотка с током; *9* — постоянный магнит.

Герконовое реле имеет простую конструкцию (см. рис. 7). Герметичный контакт (геркон) 1 размещается внутри катушки (обмотки) 3 реле. При подаче напряжения на обмотку реле возникает магнитный поток, который проходит по ферромагнитным пластинам геркона намагничивает их и замыкается по воздуху с внешней стороны реле, между пластинами возникает электромагнитная сила, и они замыкаются. Для уменьшения сопротивления контактные поверхности пластин покрыты слоем серебра, золота или их сплавов. Прохождение магнитного потока через воздух увеличивает магнитное сопротивление реле и существенно снижает его чувствительность. Чувствительность герконового реле увеличивается в 1,5—2,0 раза, если оно помещается в ферромагнитный экран и внешний магнитный поток проходит по нему*.* Экран выполняется в виде трубки или П-образной пластины. Кроме того, экран защищает реле от влияния внешних магнитных полей.

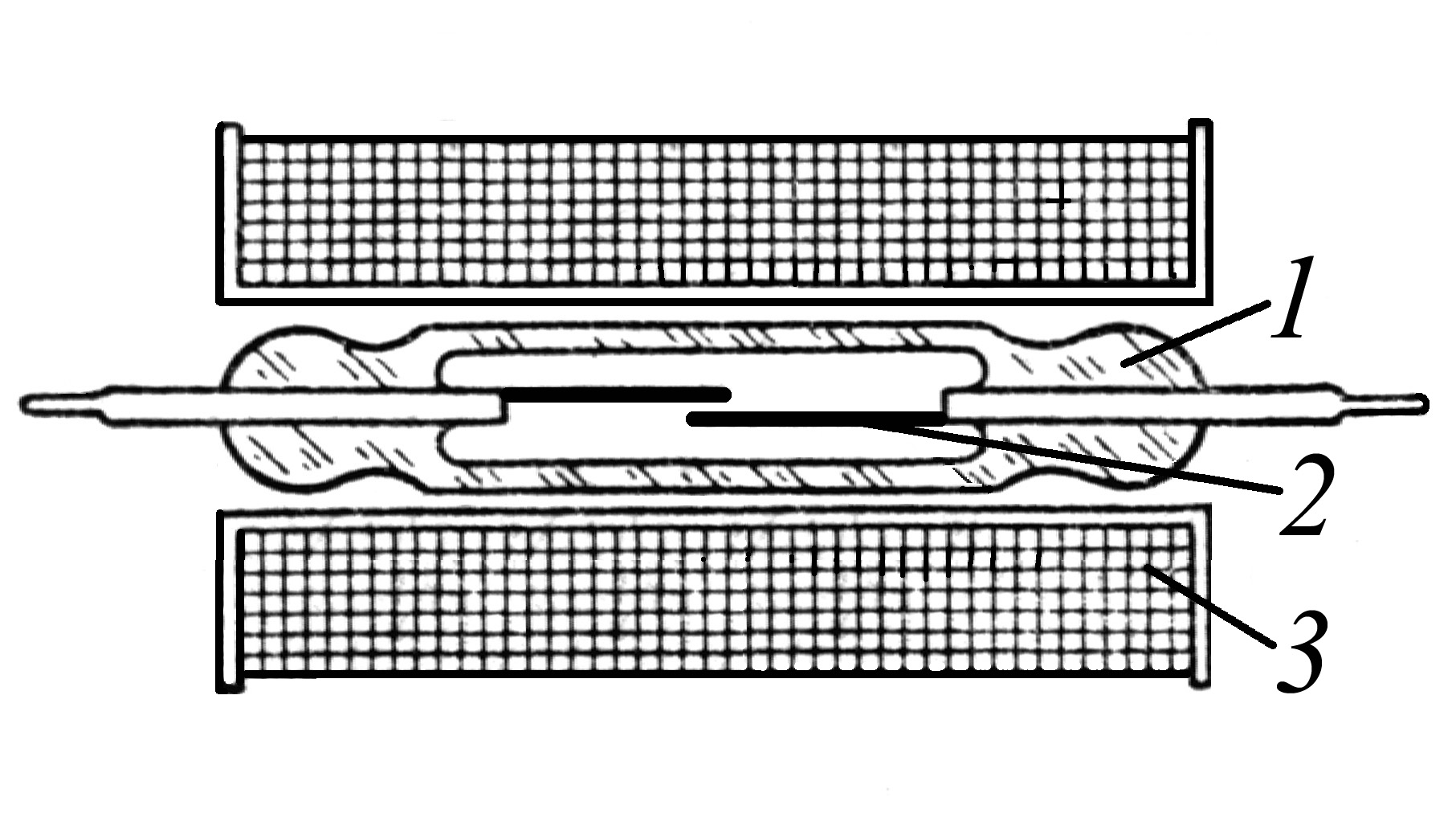


рис. 7. Герконовое реле.

Герконовое реле может быть многоконтактным, в таком реле одна намагничивающая обмотка охватывает несколько герконов. При срабатывании подобных реле контакты герконов замыкаются неодновременно. Это объясняется разбросом параметров герконов и неоднородностью магнитного поля. Кроме того, при срабатывании первого геркона его магнитное сопротивление резко уменьшается и неравномерность распределения магнитных потоков между отдельными герконами возрастает.

Герконовые реле с памятью сохраняют положение контактов после прекращения действия управляющего сигнала, реле без памяти, обеспечивают возврат контактов в разомкнутое (исходное) состояние после снятия управляющего сигнала.

**Реле переменного тока**

Электромагнитное реле переменного тока устроено несколько иначе, чем реле постоянного тока. Действительно, если обычное электромагнитное реле постоянного тока включить в цепь переменного тока, то якорь реле станет вибрировать, поскольку 2 раза за период ток проходит через нуль. Вибрация вызывает шум, ускоряет износ и утяжеляет работу контактов.

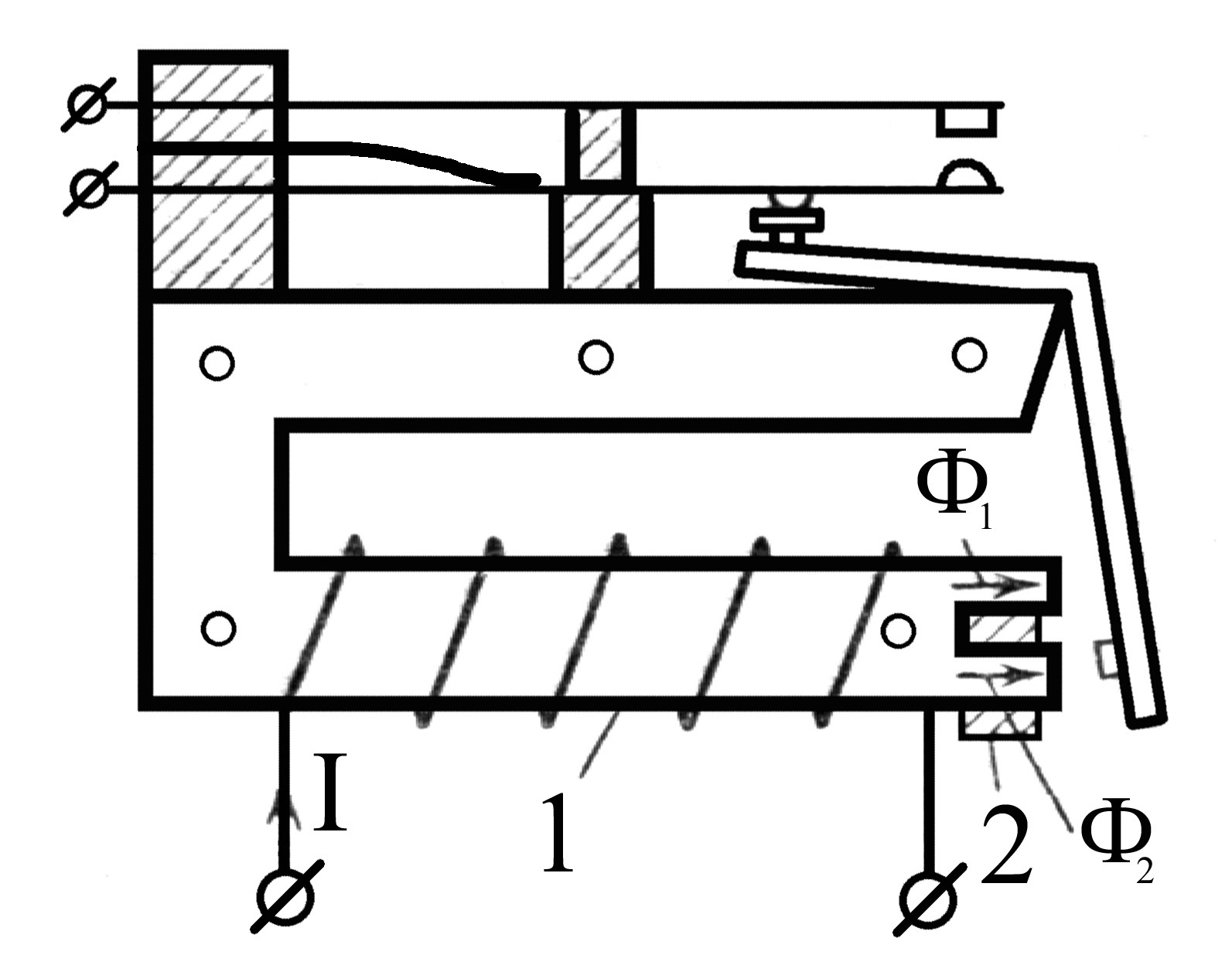
Во избежание вибраций реле переменного тока строится таким образом, чтобы на якорь действовали два магнитных потока, сдвинутых один относительно другого по фазе, вследствие чего тяговое усилие никогда не падает до нуля. Пример реле переменного тока показан на рисунке 8. Полюс сердечника 1 реле раздвоен, и на одну половину его надет медный короткозамкнутый виток 2. При прохождении через виток магнитного потока Ф2 в витке наводится э. д. с. и возникает ток, который в свою очередь создает магнитный поток который складывается с потоком Ф2  и вычитается из Ф1.

Рис. 8. Реле переменного тока.

В результате этого магнитный поток Ф2, проходящий через короткозамкнутый виток, отстает по фазе на угол *φ* от потока Ф1 проходящего через свободную половину полюса. Поэтому тяговое усилие, создаваемое этими магнитными потоками, сохраняя постоянное направление, периодически изменяется с частотой, равной удвоенной частоте приложенного напряжения. Сумма тяговых усилий,создаваемых двумя потоками Ф1 и Ф2, сдвинутыми на угол *φ*, никогда не равна нулю. Суммарное тяговое усилие незначительно колеблется около среднего значения, обеспечивая надежную работу реле и почти полное устранение вибраций.

В некоторых конструкциях реле сдвиг по фазе осуществляется с помощью двух сердечников и двух обмоток, в цепь одной из которых включается емкость.

Для уменьшения потерь на вихревые токи и гистерезис сердечник реле переменного тока собирается из листовой электротехнической стали.