

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра электромеханики

М.И. ЦИКАНОВСКАЯ, С.В. МИТРОФАНОВ

РЕЛЕ. КОНТАКТОРЫ И ПУСКАТЕЛИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
“ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ”

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Оренбургский государственный
университет»

Оренбург 2005

ББК 31.26 я 73

УДК 621.318.5(076.5)
Ц 59

Рецензент
доцент В.Б. Фатеев

Ц 59 Цикановская М.И.
Реле. Контактторы и пускатели: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине “Электрические и электронные аппараты”/М.И. Цикановская, С.В. Митрофанов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 35 с.

В методических указаниях приведены лабораторные работы по дисциплине “Электрические и электронные аппараты”. Для каждой лабораторной работы приведены подробные указания к выполнению. Имеется инструктаж по технике безопасности.

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине “Электрические и электронные аппараты” предназначены для студентов электротехнических специальностей всех форм обучения.

ББК 31.26 я 73

© Цикановская М.И.,
Митрофанов С.В., 2005
© ГОУ ОГУ, 2005

Введение

Лабораторные работы по дисциплине “Электрические и электронные аппараты” являются одним из видов учебных занятий, обеспечивающих связь между теорией и практикой, знакомящих студентов с конструкцией электрических аппаратов.

Основной задачей лабораторных занятий является проработка и закрепление лекционного материала. Также важным является обучение студентов методике эксперимента, обработке экспериментальных исследований, их анализу и сравнению с теоретическими положениями.

Данное руководство может быть использовано как дополнительный материал к лекционному курсу.

1 Лабораторная работа № 2 Исследование реле максимального тока

1.1 Цель работы

Изучить конструкцию реле, реагирующих на превышение тока в контролируемой цепи и их основные характеристики.

1.2 Предмет исследования

С помощью реле максимального тока осуществляется максимальная токовая защита, реагирующая на увеличение токов в защищаемой электрической установке. Для успешной работы в установках защиты реле максимального тока должны обеспечивать высокий коэффициент возврата. При построении многоступенчатых схем защиты реле должны обеспечивать селективность их работы. Селективность достигается за счет соответствующего выбора у реле токов срабатывания и времени срабатывания. Таким образом, важнейшими характеристиками, характеризующими работу реле максимального тока, являются временные характеристики, т.е. зависимость времени срабатывания реле от величины протекающего в обмотке управления тока, а также регулировочные характеристики, т.е. зависимость величины тока срабатывания от тока уставки. Важной характеристикой является и величина коэффициента возврата, характеризующая чувствительность реле.

В работе исследуется два типа реле максимального тока.

1.2.1 Электромагнитное максимальное реле тока РТ-40

Общий вид реле показан на рисунке 1. Магнитная система состоит из П-образного шихтованного сердечника 1 и Г-образного якоря 3. В сердечнике электромагнита под катушками 2 имеются вырезы, предназначенные для снижения вибрации подвижной системы при больших и несинусоидальных токах. При пиках синусоидального тока участки сердечника с уменьшенным сечением насыщаются и ограничивают величину магнитного потока.

Положение якоря в начальном и конечном положениях фиксируются упорными винтами, закрепленными контргайками или пружинными пластинками для предохранения от самоотвинчивания. Якорь реле удерживается в начальном положении с помощью противодействующей спиральной пружины 4, один конец которой связан с якорем, а другой с указателем уставки 5. При повороте указателя уставки изменяется противодействующий момент пружины и соответственно ток срабатывания реле. Необходимое положение указателя уставки определяется по делениям, нанесенным на шкале 6. Жесткость противодействующей пружины $1,0 \text{ Н}\cdot\text{мм}/90^\circ$, при повороте указателя от минимальной уставки до максимальной (угол поворота около 90°) момент противодействующей пружины увеличивается в 4 раза (пропорционально квадрату тока).

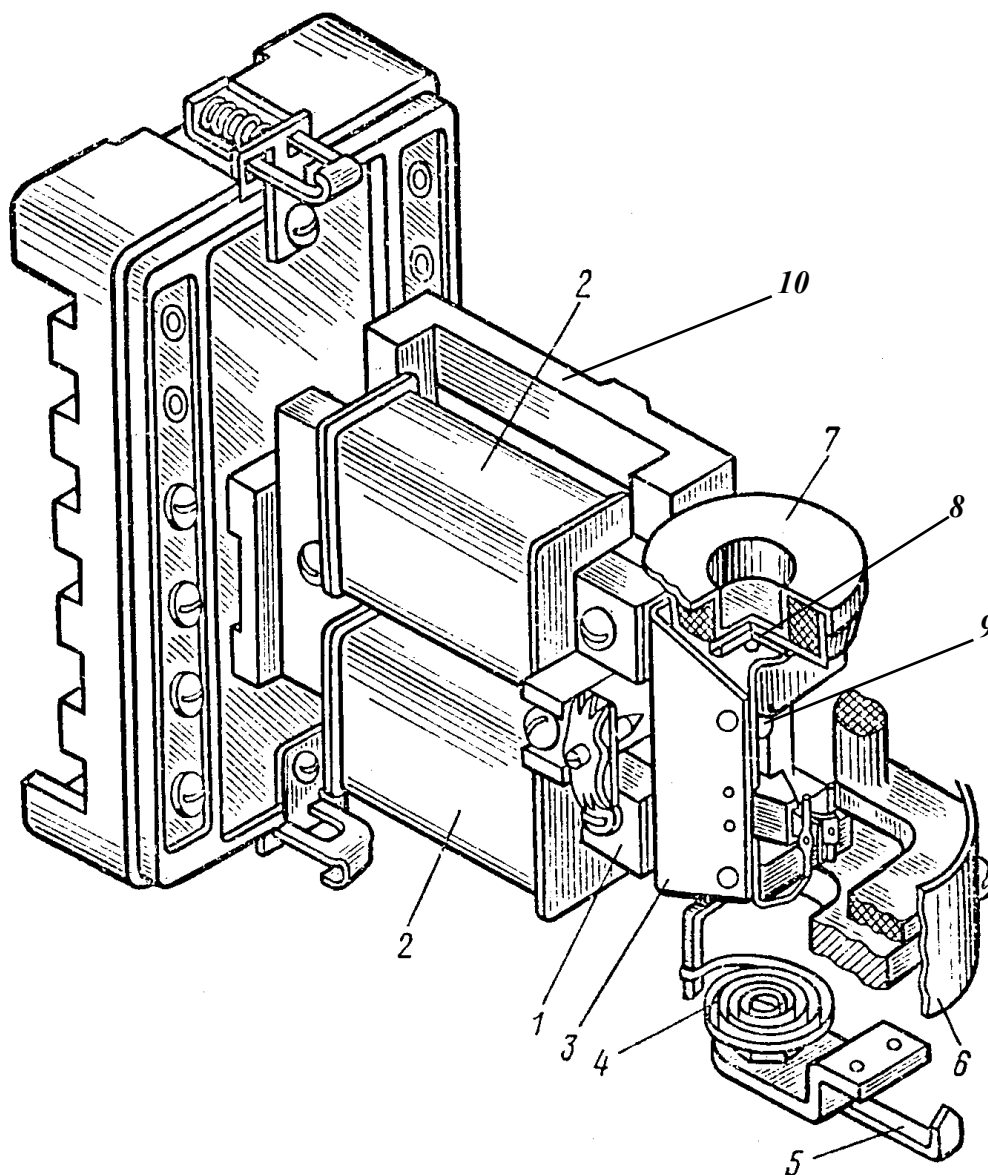


Рисунок 1 – Общий вид электромагнитного реле РТ-40

К якору прикреплены опорная скоба и пластмассовая колодка с двумя подвижными мостиковыми контактами из серебра. К верхней части скобы приклепан полый барабанчик 7 с радиальными перегородками внутри, полость барабанчика заполнена хорошо просушенным кварцевым песком. Барабанчик является гасителем вибраций (колебаний) подвижной системы. Между барабанчиком и опорной скобой помещена шайба с узким центральным отверстием (соответствующее отверстие имеется и в скобе) и бронзовая пластина 8, служащая опорной плоскостью для подвески подвижной системы реле. Подвижная система в верхней части опирается бронзовой пластинкой на штифт из нержавеющей стали со сферическим концом, укрепленный на вкладыше 9 на рамке-основании 10 и проходящий через отверстия в опорной скобе и шайбе. В нижней части перемещение оси подвижной системы в горизонтальной плоскости

ограничивается таким же штифтом, проходящим через отверстие в нижней изогнутой части опорной скобы. Сама скоба ограничивает смещение подвижной системы вверх.

На сердечнике расположены две катушки 2, концы которых выведены на зажимы цоколя реле. Перестановкой перемычек на этих зажимах можно осуществлять параллельное и последовательное соединение катушек реле и соответственно изменять величину уставок в два раза. Цифры, нанесенные на шкале, соответствуют последовательному соединению обмоток. Схема внутренних соединений реле приведена на рисунке 2.

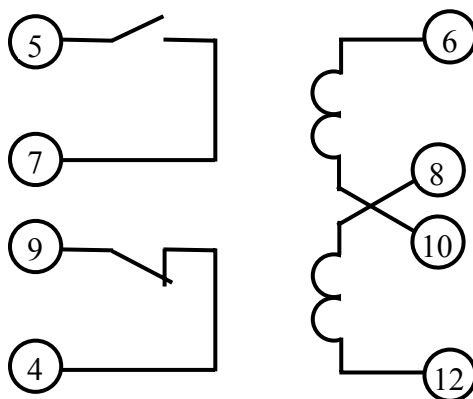


Рисунок 2 – Схема внутренних соединений реле РТ-40

Реле имеет один замыкающий и один размыкающий контакт. Для более четкой работы контактов подвижные контакты выполнены свободно поворачивающимися. Неподвижные контакты приварены к плоским бронзовым пружинам, перемещение которых ограничивается гибкими наружными и жесткими внутренними пружинами.

Все узлы реле смонтированы на рамке-основании 10 (рисунок 1) из алюминиевого сплава, укрепленной на пластмассовом цоколе реле, и закрыты прозрачным полистирольным кожухом. Крепление кожуха к цоколю производится пружинными замками.

Погрешность тока срабатывания реле по отношению к уставке не превышает $\pm 5\%$, разброс тока срабатывания не более 4% на любой уставке.

Коэффициент возврата реле $K_v = \left(\frac{I_v}{I_{сраб}} \right)$ не ниже $0,85$ на первой уставке

и не ниже $0,8$ на остальных, за исключением реле РТ-40/50 и РТ-40/100, у которых коэффициент возврата не ниже $0,7$ на всех уставках.

Время срабатывания реле не более $0,1$ с при токе, равном $1,2 \cdot I_{сраб}$, и не более $0,03$ с при токе $3,0 \cdot I_{сраб}$.

Время возврата реле при скачкообразном уменьшении тока в обмотках реле с $1,2$ – 20 -кратного значения тока срабатывания до $0,7 \cdot I_{сраб}$ (у реле РТ-40/50 и РТ-40/100 – до $0,6 \cdot I_{сраб}$) не более $0,035$ с. Контакты реле средней мощности.

1.2.2 Индукционное максимальное реле тока РТ-80

Индукционное максимальное реле тока РТ-80 (рисунок 3,а) применяется для защиты электрических установок от перегрузок и коротких замыканий.

Конструктивно реле является комбинацией двух систем: индукционной и электромагнитной. Индукционная действует с выдержкой времени, а электромагнитная – без выдержки времени, в качестве отсечки.

Индукционная система состоит из электромагнита *1*, между короткозамкнутыми витками *2* которого помещен алюминиевый диск *8*, охваченный с одной стороны постоянным магнитом *9* (рисунок 3, а). Этот магнит обеспечивает равномерность вращения диска. Диск *8* насажен на ось, закрепленную в подшипниках скобы *12*, которая может вращаться на опорах *7*. В нормальных условиях эта скоба оттянута до упора *5* пружиной *6*. На ось диска насажен червяк *13*. На оси *10* насажен зубчатый сегмент *11*, который в нормальных условиях не сцеплен с червяком *13*.

Электромагнитная система состоит из якоря *20*, укрепленного на оси и расположенного над сердечником электромагнита *1*. Левая половина якоря *20* с укрепленной на оси скобой *15* весит больше правой. Поэтому в нормальных условиях якорь *20* повернут влево. При протекании через обмотку электромагнита *1* тока, превышающего 20-30 % тока уставки, диск реле приходит во вращение, но реле не срабатывает до тех пор, пока по обмотке не потечет ток срабатывания реле.

При вращении диска на него действует две силы: P_1 и P_2 (рисунок 3,б). Сила P_1 создается электромагнитом, а сила P_2 постоянным магнитом. Чем больше скорость вращения диска, тем больше силы P_1 и P_2 . Эти силы стремятся повернуть диск *8* и скобу *12*, но пружина *6* противодействует им.

Если по обмотке протекает ток срабатывания реле, то скорость вращения диска будет такой, что силы P_1 и P_2 преодолевают противодействие пружины *6* и диск *8* со скобой *12* поворачиваются, в результате чего сегмент *11* сцепляется с червяком *13* и начинает подниматься вверх.

С течением времени рычаг *14* сегмента *11* достигает скобы *15*, укрепленной на левой половине якоря *20*, и скоба *15* начнет подниматься вверх. При этом якорь *20* поворачивается на своей оси, и воздушный зазор между сердечником электромагнита *1* и якорем *20* с правой стороны уменьшается. При достижении некоторой величины правый конец якоря *20* притягивается к сердечнику *1*, а левый конец вместе со скобой *15* и пластинкой *17* поднимается вверх настолько, что замкнет контакты *16*. Контакты реле будут замкнуты до тех пор, пока ток в катушке не станет меньше тока возврата реле. Скоба *15* воздействует на указатель срабатывания (флажок). На скобе *12* имеется стальная пластинка *4*, которая притягивается к электромагниту *1* и способствует надежному сцеплению сегмента *11* и червяка *13*.

Если ток в катушке достигнет величины тока возврата реле, пружина *6* отводит скобу *12*, в результате чего сегмент *11* выходит из сцепления с червяком *13*, и реле возвращается в исходное положение. Для регулирования тока

срабатывания от обмотки катушки сделаны отпайки и выведены к гнездам штепсельного мостика 21. Выдержку времени реле регулируют изменением расстояния между скобой 15 и рычагом 14 сегмента. Вращая винт 18, поднимают или опускают рычаг 14. Уставку времени действия реле регулируют по шкале с помощью указателя 3.

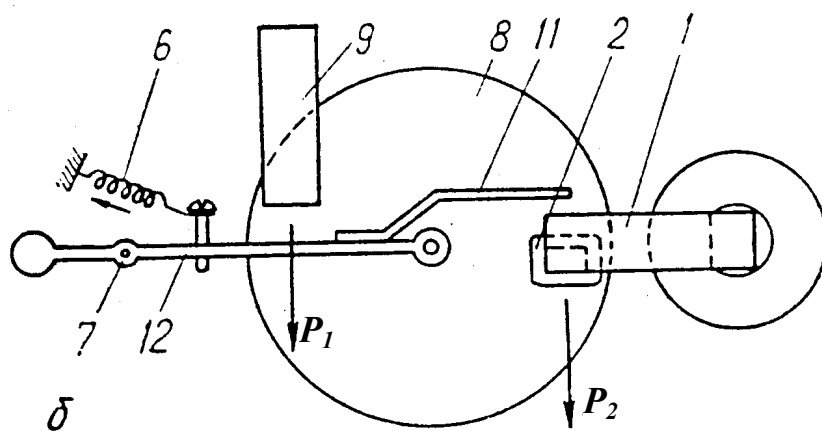
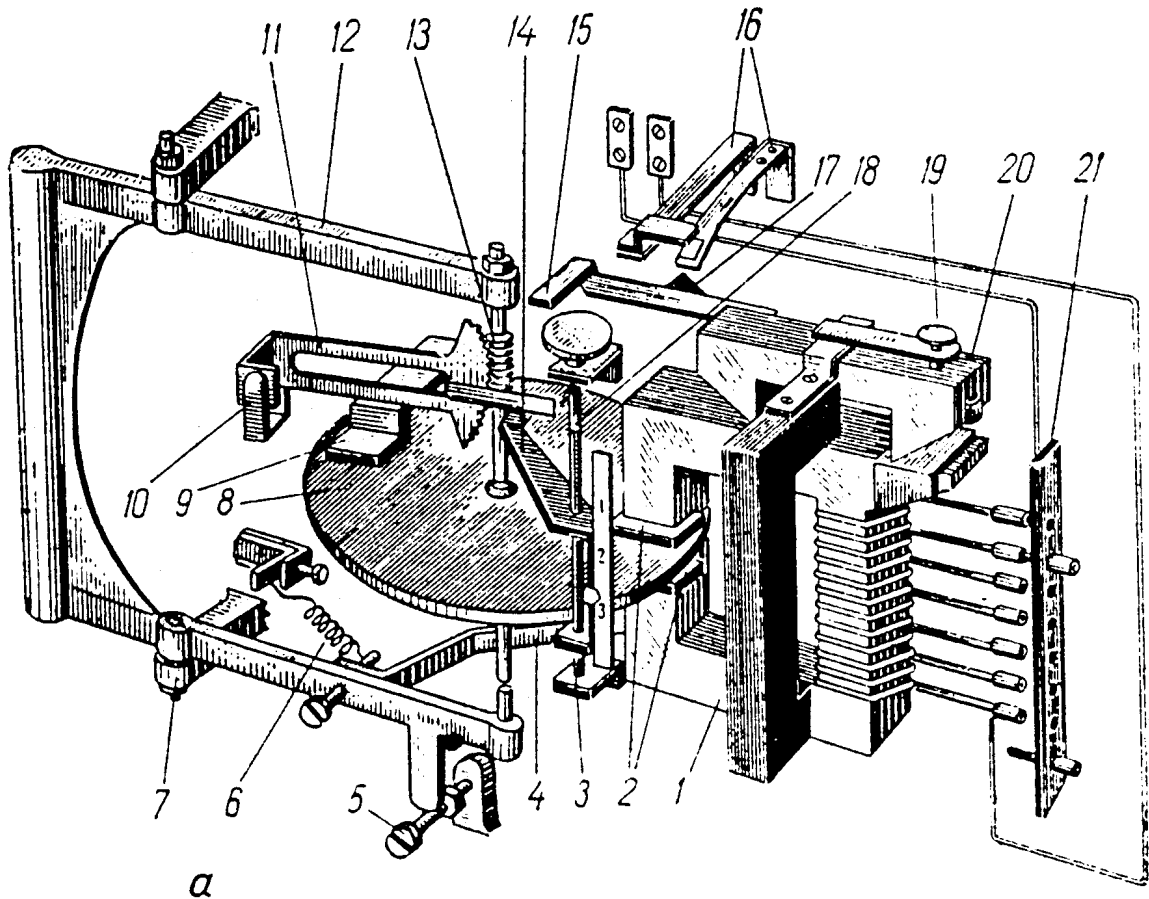


Рисунок 3 – Кинематическая схема реле РТ– 80

Якорь 20 и электромагнит 1 образуют электромагнитное реле максимального тока, позволяющее осуществить защиту с отсечкой. Под отсечкой понимают устройство, позволяющее осуществлять срабатывание реле без выдержки времени. Когда ток, протекающий по катушке, достигает тока срабатывания отсечки, правый конец якоря 20 притягивается к сердечнику 1 и, минуя действия индукционной части реле, замыкает контакты, т.е. реле срабатывает. Время действия отсечки 0,05-0,1 с. Ток срабатывания отсечки регулируют изменением величины воздушного зазора между правой частью якоря 20 и сердечником 1 винтом 19.

Кратность тока срабатывания отсечки можно регулировать в пределах от 2-х до 15-кратного значения тока срабатывания. За единицу кратности тока срабатывания отсечки принимают ток срабатывания реле.

Реле типа РТ-80 имеет ограниченно зависимую токовременную характеристику $t_{сраб} = f\left(\frac{I_p}{I_{сраб}}\right)$. С увеличением тока в обмотке реле силы P_1 и P_2 рас-

тут сначала пропорционально квадрату тока, а затем, с началом насыщения магнитопровода, рост их резко замедляется за счет ограничения магнитного потока при насыщении. Соответственно этому время срабатывания сначала резко уменьшается (зависимая часть характеристики), а затем становится почти неизменным (независимая часть характеристики). Независимая часть характеристики начинается примерно при 8-кратном токе срабатывания. Шкала выдержек времени соответствует 10-кратному току срабатывания.

Главные контакты реле имеют два исполнения: нормальное и усиленное. Контакты нормального исполнения 16 изготавливаются замыкающими. Усиленные контакты выполнены переключающими.

Реле выпускаются 12 различных исполнений с пределами регулирования уставок от 2 до 5 А или от 4 до 10 А.

Ток начала свободного вращения диска составляет не более 30% тока срабатывания индукционного элемента.

Погрешность тока срабатывания индукционного элемента относительно уставки не превышает $\pm 5\%$.

Погрешность тока срабатывания отсечки при уставках индукционного элемента 4 А (для реле $I_{ном} = 10$ А) и 3 А (для реле с $I_{ном} = 5$ А) не превышает $+ 30\%$.

Коэффициент возврата индукционной системы реле 0,8. Коэффициент возврата электромагнитной системы $\kappa_g = 0,4$. Инерционная ошибка реле по времени не зависит от уставок реле и примерно равна 40 мс.

Потребляемая мощность реле при максимальном токе уставки не более 10 В·А.

Коммутационная способность контактов: замыкающие контакты нормального исполнения способны включать при замыкании постоянный или переменный ток 5 А при напряжении 250 В, контакты усиленного исполнения способны шунтировать и дешунтировать управляемую цепь при токах до 150 А, если управляемая цепь питается от трансформатора.

1.3 Описание установки

Принципиальная электрическая схема установки испытания реле приведена на рисунке 4.

Схема подключается к электрической сети переменного тока напряжением 220 В выключателем SA_1 (загорается лампочка HL_1). Изменение тока в катушках реле осуществляется с помощью лабораторного автотрансформатора ATV .

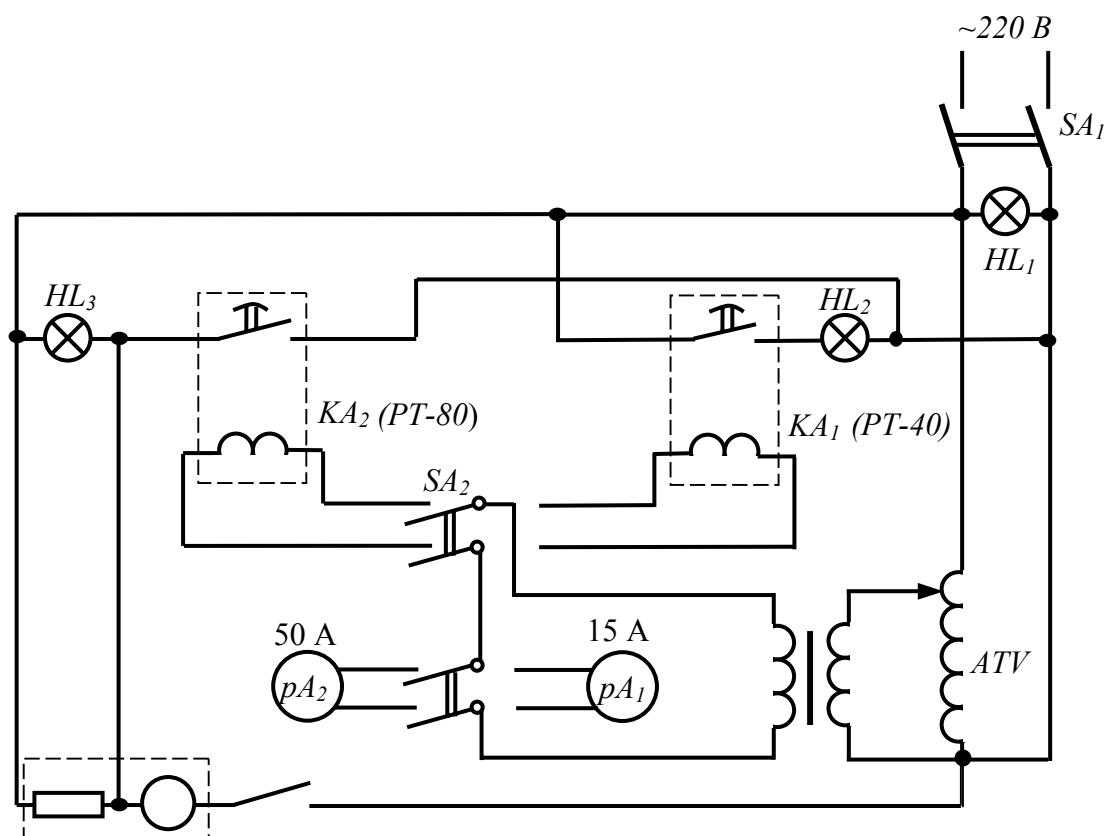


Рисунок 4 – Принципиальная схема установки

Трансформатор TV 220/12 В позволяет получить большие токи в катушках реле. Переключателем SA_2 можно поочередно подключать электромагнитное или индукционное реле. Срабатывание реле $PT-40$ контролируется загоранием лампочки HL_2 , а срабатывание реле $PT-80$ – лампочки HL_3 . Одновременно с подключением индукционного реле начинает работать электросекундомер PT . В момент срабатывания индукционного реле (его контакты замыкаются) электросекундомер останавливается. Переключатель SN служит для отключения электросекундомера PT , когда в нем нет необходимости.

Ток в катушке индукционного и электромагнитного реле измеряется амперметрами pA_1 и pA_2 с несколькими пределами. Переключение осуществляется переключателем SA_3 .

1.4 Техника безопасности

При включенном лабораторном стенде на схему управления подается напряжение 220 В. Других, опасных для жизни напряжений при нормальной работе на стенде не имеется. Изменение уставок срабатывания исследуемых реле должно производиться только при отключенном стенде. В случае аварии необходимо перевести выключатель питания стенда SA_1 в нижнее положение.

1.5 Задание

1.5.1 Изучить конструкцию реле РТ-40.

1.5.2 Экспериментально определить и представить в виде графиков тарировочные характеристики $I_{сраб} = f(I_{уст})$; $I_{в} = f(I_{уст})$; $\kappa_{в} = f(I_{уст})$ (всего три зависимости).

1.5.3 Изучить конструкцию реле РТ-80.

1.5.4 Экспериментально определить и представить в виде графиков тарировочные характеристики $I_{сраб} = f(I_{уст})$; $I_{в} = f(I_{уст})$; $\kappa_{в} = f(I_{уст})$ (всего три зависимости).

1.5.5 Экспериментально определить и представить в виде графиков временные характеристики $t_{сраб} = f(I)$.

Характеристики определяют для комбинаций максимальных и минимальных уставок тока и времени (всего четыре зависимости).

1.5.6 Расчетным путем определить время срабатывания отсечки для значений $I = 1,2 \cdot I_{0\text{сраб}}$ для кратностей тока срабатывания отсечки $\kappa_{0\text{сраб}} = 2, 4, 6$ при уставке тока срабатывания 2 или 5 А.

1.5.7 Экспериментально определить и представить в виде графика зависимость времени срабатывания реле от тока $t_{сраб} = f(I_p)$ при уставках, заданных в таблице 5. Вариант задается преподавателем.

Таблица 5 – Варианты уставок

Вариант	1	2	3	4	5	6
Уставка тока срабатывания, А	2	2,5	3,5	4	5	5
Уставка тока отсечки	2	8	6	4	2	8
Уставка времени, с	1	2	4	3	4	1

1.6 Методические указания

1.6.1 Включение стенда и подготовка к работе.

Перед включением стенда установить переключатели SA_2 и SA_3 в нужное положение. Включить выключатель SA_1 (загорается лампочка HL_1).

1.6.2 Изменение уставок реле

Изменение уставок реле тока срабатывания $I_{уст}$ реле РТ-40 производится поворотом указателя на шкале, уставок срабатывания $I_{уст}$ реле РТ-80 – путем ввертывания винта в соответствующее гнездо на шкале уставок тока срабатывания. Уставка тока отсечки $I_{0уст}$ реле РТ-80 изменяется вращением регулировочного винта над якорем реле. Уставка времени срабатывания $t_{уст}$ реле РТ-80 изменяется перемещением указателя на шкале времени. Фиксация осуществляется завинчиванием винта на указателе.

К пункту 1.5.2. Переключатель SA_2 перевести вправо. Для измерения тока срабатывания вращать рукоятку автотрансформатора ATV по часовой стрелке до момента срабатывания реле (загорается лампочка HL_2), а амперметр показывает величину тока срабатывания. Для определения тока возврата – вращать рукоятку автотрансформатора в обратном направлении до момента возврата реле в первоначальное состояние (гаснет лампочка HL_2). Ток возврата определяется по амперметру.

К пункту 1.5.4. Переключатель SA_2 перевести влево. Для определения тока срабатывания изменять ток в обмотке реле до тех пор, пока не произойдет зацепление червяка с сектором. Через некоторое время реле работает и загорится лампочка HL_3 . После этого плавно уменьшают ток в обмотке реле, фиксируя момент расцепления червячной пары, что и определяет ток возврата индукционной части реле.

К пункту 1.5.5. Установить с помощью автотрансформатора нужную величину тока (начать с тока срабатывания). При установке тока рекомендуется удерживать рамку b (рисунок 3) от поворота. После чего отключить стенд, подключить секундомер (SN – вправо) и снова включить SA_1 . При включении SA_1 синхронно с подключением реле включается секундомер. После срабатывания реле секундомер останавливается. Записать время срабатывания $t_{сраб}$. Включить питание выключателем SA_1 , переключатель SN перевести влево. Повторить опыт для нового значения тока.

1.7 Контрольные вопросы

1.7.1 Для чего предназначены реле максимального тока?

1.7.2 Каким образом регулируется ток срабатывания у электромагнитных и индукционных реле максимального тока?

1.7.3 Почему коэффициент возврата у реле меньше единицы?

1.7.4 Какое значение имеют короткозамкнутые витки на магнитопроводе у индукционного реле типа РТ-80?

1.7.5 Какое назначение имеет электромагнитное устройство у индукционного реле?

1.7.6 Как регулируется ток срабатывания отсечки?

2 Лабораторная работа № 3 Исследование реле времени

2.1 Цель работы

Цель работы – изучение некоторых конструкций реле времени, использующих различные способы замедления (электромагнитное и механическое замедление); снятие рабочих характеристик реле и выявление параметров, влияющих на время срабатывания и отпускания реле.

2.2 Предмет исследования

Реле времени предназначено для выдержки интервала времени между моментом включения катушки реле и замыканием (или размыканием) его контактов, а также моментом выключения катушки реле и размыканием (или замыканием) его контактов.

2.2.1 Реле с электромагнитным заземлением РЭВ-800

Реле серии РЭВ-800 применяется в схемах автоматического управления в качестве электромагнитных реле времени, реле тока, напряжения и промежуточных реле только на постоянном токе.

Устройство реле времени типа РЭВ-800 показано на рисунке 5.

Реле времени представляет собой обычное реле напряжения, на сердечник которого насажена короткозамкнутая обмотка. Выдержка времени получается вследствие того, что при включении катушки реле и нарастании создаваемого ею потока в короткозамкнутой обмотке наводится ЭДС. Последняя вызывает ток такого направления, при котором магнитный поток короткозамкнутой обмотки направлен встречно потоку питающей обмотки. Результирующий поток равен разности этих потоков. Скорость нарастания потока в электромагните уменьшается и время *срабатывания* увеличивается. Замедление электромагнита при срабатывании получается небольшим.

При отключении катушки реле ток в ней спадает. Снижение магнитного потока определяется процессом затухания этого тока. При снижении потока в короткозамкнутой обмотке наводится ЭДС и возникает ток, направленный так, что поток, создаваемый этой обмоткой, препятствует уменьшению потока в системе. Замедленное снижение потока создает *выдержку времени при отпуске*.

Магнитопровод реле изготовлен из низкоуглеродистой стали и крепится на плите с помощью литого алюминиевого цоколя 1, который одновременно служит для крепления контактной системы. Алюминиевый цоколь создает дополнительный контур для вихревых токов, что приводит к увеличению выдержки времени. На сердечнике магнитопровода находится рабочая катушка 2 на напряжение 220 В: катушка бескаркасная, бандажированная, компаундированная, крепится на сердечнике с помощью алюминиевого кольца 14, которое также способствует увеличению выдержки времени.

Короткозамкнутая обмотка в виде сплюснутой гильзы 3 установлена на прямолинейной части магнитопровода. Конструкция реле обеспечивает поворот якоря на призме, что повышает его механическую износостойчивость.

Противодействующее усилие создается пружиной 4. Величина усилия пружины выбирается из условия обеспечения необходимого нажатия в размыкающих контактах реле и возврат якоря в исходное положение после того, как якорь оторвется от сердечника. Регулирование сжатия пружины производится корончатой гайкой 5, которая фиксируется с помощью шплинта. Упор 7 ограничивает ход якоря 5 в отключенном состоянии реле. Первоначальный отрыв якоря от сердечника в основном производится пружиной 8, установленной на якоре. Путем изменения усилия, развиваемого этой пружиной, осуществляется плавное регулирование выдержки времени реле. Пружина верхним концом упирается в тарельчатую шайбу 9, которая удерживается гайками, накрученными

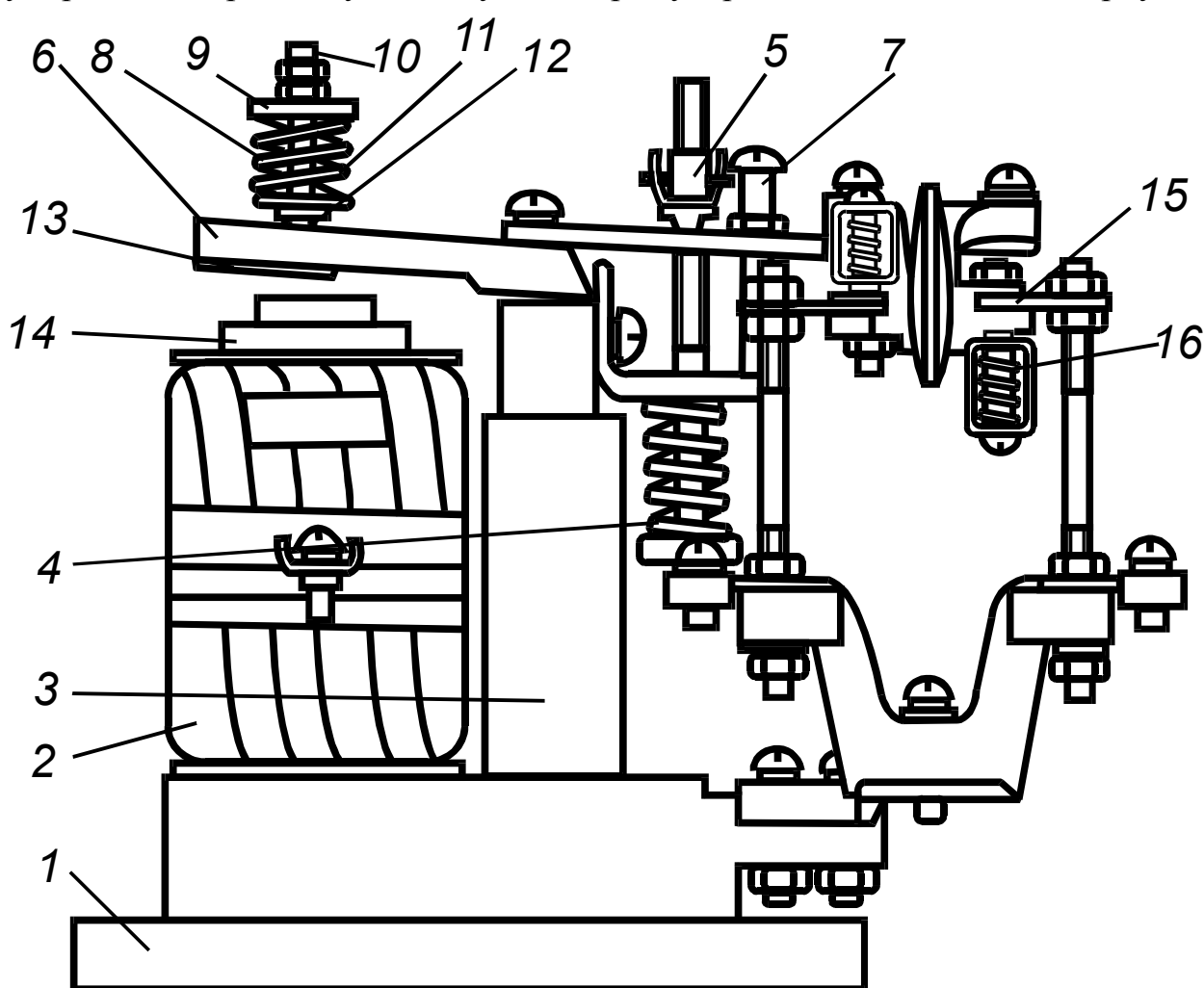


Рисунок 5 – Реле времени с электромагнитным замедлением

на шпильку 10. Нижний конец 11 передает усилие на два латунных штифта 12, свободно перемещающихся в отверстиях якоря. При включении реле штифты 12 упираются в сердечник магнитопровода и пружина 8 дополнительно сжимается, стремясь оторвать якорь 6 от сердечника. Чем сильнее затянуты гайки, накрученные на шпильку 10, тем больше сила пружины, отрывающая якорь от сер-

дечника и тем больше требуется магнитный поток в магнитной системе, чтобы удержать якорь в притянутом состоянии. Выдержка времени, следовательно, при этом будет уменьшаться. Грубое ступенчатое регулирование выдержки времени можно производить путем изменения толщины немагнитной прокладки 13, установленной в торце якоря. Толщина прокладки, не сказываясь практически на величине установившегося магнитного потока при замкнутом якоре, изменяет индуктивность системы и тем самым влияет на скорость изменения потока. С увеличением толщины прокладки скорость изменения потока возрастает и выдержка времени уменьшается и наоборот, с уменьшением толщины прокладки скорость изменения потока уменьшается, а выдержка времени возрастает. Толщина прокладки не должна быть меньше 0,1 мм, т.к. при неоднократном срабатывании может произойти расклепывание прокладки и, как следствие этого, заметное изменение выдержки времени.

Магнитный поток при отключении реле от сети уменьшается не до нуля, а до некоторого значения $\Phi_{ост}$, величина которого зависит от значения магнитного потока в системе до отключения катушки и от ширины петли гистерезиса материала магнитопровода (ширина петли характеризуется коэрцитивной силой материала). Величина $\Phi_{ост}$ ограничивает возможность увеличения выдержки времени реле. Если пружины 8 и 4 натянуты слабо и установлена тонкая немагнитная прокладка, то возможен случай залипания якоря ($\Phi_{ост} > \Phi_{омн}$, где $\Phi_{омн}$ - магнитный поток, при котором происходит отпадения якоря).

В паспорте реле обычно указаны пределы выдержек времени, которые может обеспечить данное реле. Работать с большими выдержками времени не рекомендуется в связи с нестабильностью их значений.

Реле имеет один замыкающий и один размыкающий контакты. Подвижным контактом 15, жестко соединенным с якорем реле, является контактный мостик, снабженный контактной пружиной 16. Подвижные и неподвижные контакты имеют серебряное покрытие.

Точность срабатывания реле $\pm 10\%$ при напряжении на катушке, равном не менее 60% от номинального напряжения.

2.2.2 Реле времени с анкерным механизмом серии ЭВ

Реле времени ЭВ-100 и ЭВ-200 применяются в схемах релейной защиты и противоаварийной автоматики на оперативном постоянном (ЭВ-100) или переменном (ЭВ-200) токе для создания регулируемой с заданной точностью выдержки времени при срабатывании или отпуске и обеспечения определенной последовательности работы элементов схемы. Выдержка времени создается часовыми механизмами серии 210ЧП, специально разработанными для этой цели. Устройство реле серии ЭВ и часового механизма схематически показано на рисунке 6.

Электромагнит реле серии ЭВ-100 состоит из магнитопровода 3, катушки 4 и втягивающегося цилиндрического якоря 2. Для получения оптимальной тяговой характеристики нижний конец якоря имеет коническую форму и при втя-

гивании входит в коническое углубление на сердечнике, помещенном внутри катушки. Для исключения залипания якоря в притянутом положении на его нижнем конце имеется бронзовая шайба. На верхнем конце якоря укреплен рычаг 23 с пластмассовым толкателем, воздействующим на мгновенные контакты

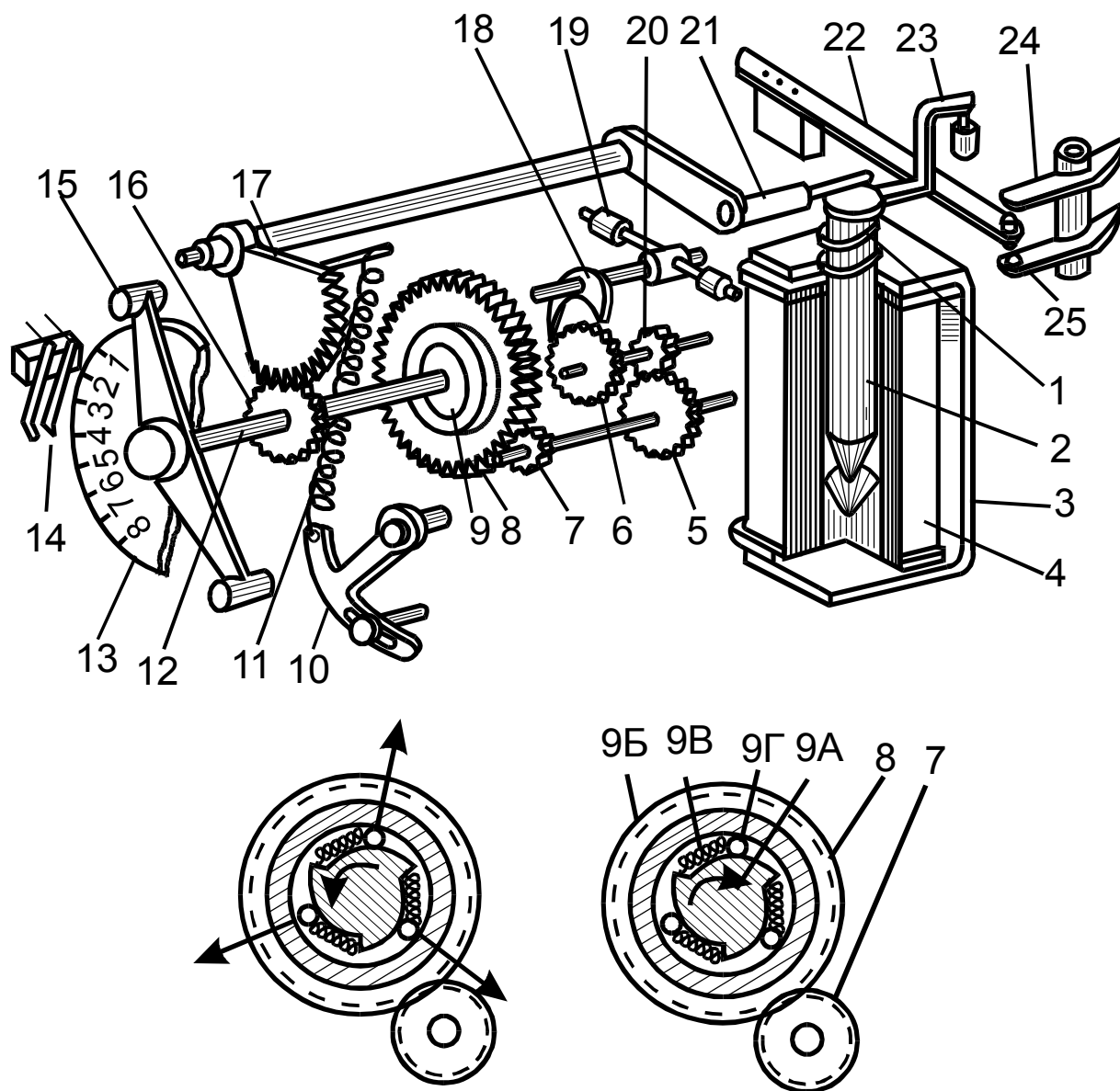


Рисунок 6 – Устройство часового механизма и реле времени ЭВ – 100 и ЭВ – 200

22, 24 и 25 без вдержки времени. При отсутствии возбуждения якорь под действием возвратной пружины 1 поднимает вверх до упора заводной рычаг 21 часового механизма 11, зубчатый сектор 17 поворачивает шестерню 16 на выходном валу 12 и устанавливает подвижные контакты 15, замыкающиеся с выдержкой времени, в начальное положение. Натяжение рабочей пружины может регулироваться с помощью узла 10. При возбуждении электромагнита якорь втягивается, приводит в действие мгновенные контакты и освобождает рычаг 21 часового механизма. Под действием рабочей пружины выходной вал механизма вместе с подвижными контактами 15 начинает поворачиваться. В момент нача-

ла движения выходного вала включается фрикционная муфта 9, расположенная внутри шестерни 8, и приводит в действие замедляющее анкерное устройство. Шестерни 8, 7, 5 и 20 передают усилие рабочей пружины на анкерное колесо 6, сцепленное с анкером 18 и балансиром 19. Под воздействием анкерного колеса анкер начинает колебаться. При каждом колебании анкера анкерное колесо поворачивается на один зуб; период колебания анкера регулируется положением грузиков на балансирах. Вращение выходного вала происходит до тех пор, пока мостик подвижного контакта 15 не замкнет конечные неподвижные контакты 14 и не коснется упора, имеющегося на пластмассовой колодке конечных контактов. Помимо конечного контакта реле могут иметь проскальзывающий контакт, кратковременно замыкающийся после заданной выдержки времени. Выдержка времени проскальзывающего контакта может быть только меньше выдержки времени конечных контактов. Изменение уставок времени срабатывания производится перемещением неподвижных конечных и проскальзывающих контактов на шкале 13. Реле имеет сильную возвратную пружину, рассчитанную на завод часового механизма, поэтому обмотка электромагнита потребляет значительную мощность и может подключаться к источнику напряжения лишь на непродолжительное время.

Реле серии ЭВ-100 выпускается 12 различных исполнений, отличающихся диапазоном регулирования выдержки времени, длительной или кратковременной термической стойкостью и наличием или отсутствием проскальзывающего контакта.

Реле времени ЭВ-200 отличается от реле серии ЭВ-100 только конструкцией электромагнита и передаточных звеньев. Их устройство схематически показано на рисунке 7, часовой механизм и часть деталей на рисунке не показаны.

Электромагнит реле состоит из якоря 4 и магнитопровода 1 с катушкой 2. На крайних полюсах магнитопровода размещены короткозамкнутые витки 3. Фигурная скоба 13 взаимно перпендикулярными осями 5 и 14 связана с якорем и качающимся рычагом 6. Шарнирные связи позволяют якорю поворачиваться во всех направлениях и обеспечивают плотное прилегание якоря к полюсам магнитопровода. К фигурной скобе прикреплен толкатель 11, воздействующий на переключающие контакты мгновенного действия 8, 9 и 10. С шарнирной осью 5 соединена возвратная пружина 12; другим своим концом возвратная пружина соединена с лапкой 7. Подгибкой лапки регулируется натяжение возвратной пружины. Возвратная пружина поднимает вверх фигурную скобу вместе с якорем и качающимся рычагом 6. Качающийся рычаг соприкасается с пальцем заводного рычага часового механизма и при обесточенной обмотке реле держит часовой механизм во взведенном состоянии.

Реле времени ЭВ-200 имеют восемь исполнений, отличающихся диапазонами регулировки выдержки времени и наличием или отсутствием проскальзывающего контакта. Все исполнения имеют мгновенный переключающий контакт.

Реле серии ЭВ-200 выпускается на номинальное напряжение 100, 127, 220 и 380 В, с частотой 50 Гц.

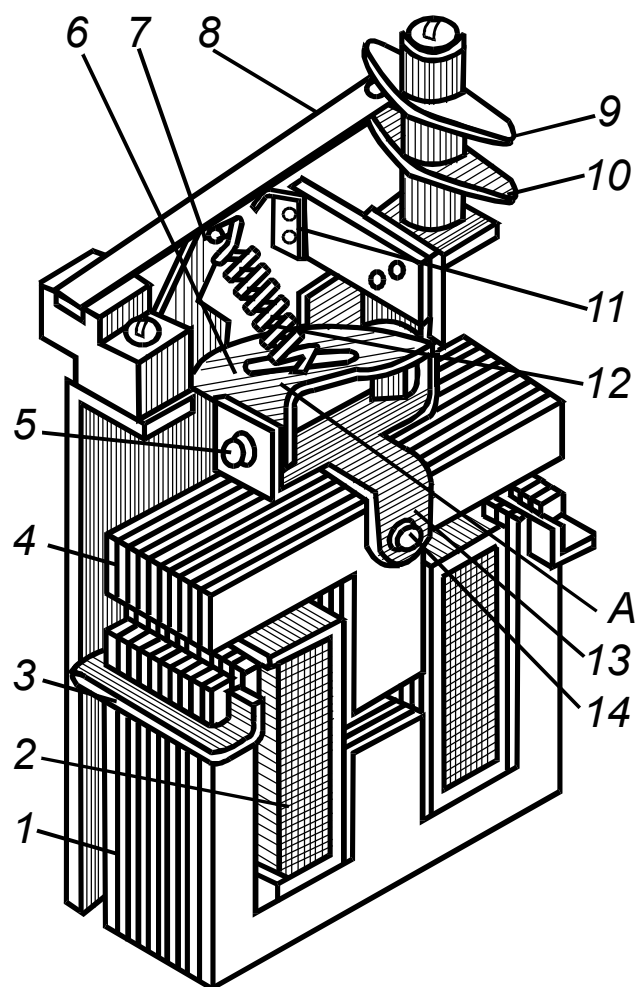


Рисунок 7 – Электромагнит реле времени ЭВ – 200

Напряжение срабатывания реле не более $85 \% U_{ном}$. Мощность, потребляемая обмоткой реле при втянутом якоре, не превышает 20 В·А. Обмотки реле длительно выдерживают напряжение $110 \% U_{ном}$.

2.2.3 Моторное реле времени

Моторное реле времени типа Е-52 применяется в схемах автоматического управления для создания выдержек времени при контроллере или управлении рабочими циклами технологических процессов.

Приводом механизма реле служит синхронный двигатель типа СД-2, имеющий встроенный понижающий редуктор со скоростью вращения 2 об/мин. Кинематическая схема реле приведена на рисунке 8.

Вращение от двигателя 1 через понижающий редуктор 2 передает оси, на которую посажены храповик с торцевыми зубьями 3 и звездочка 11, свободно сидящая на оси реле. При подаче питания на электромагнит сцепления 4 клапанного типа с поворотным якорем рычаг 6, укрепленный на якоре электромагнита, перемещает звездочку 11 вдоль оси реле и вводит ее в зацепление с храповиком 3. Таким образом, вращение оси реле передается жестко соединенному со звездочкой рычагу 9, переключающему контакты контактной системы 12.

Контактная система реле состоит из замыкающего и размыкающего контактов. Замыкающий контакт включен в цепь питания встроенного промежуточного реле типа РПТ-100, контакты которого являются выходными контактами реле

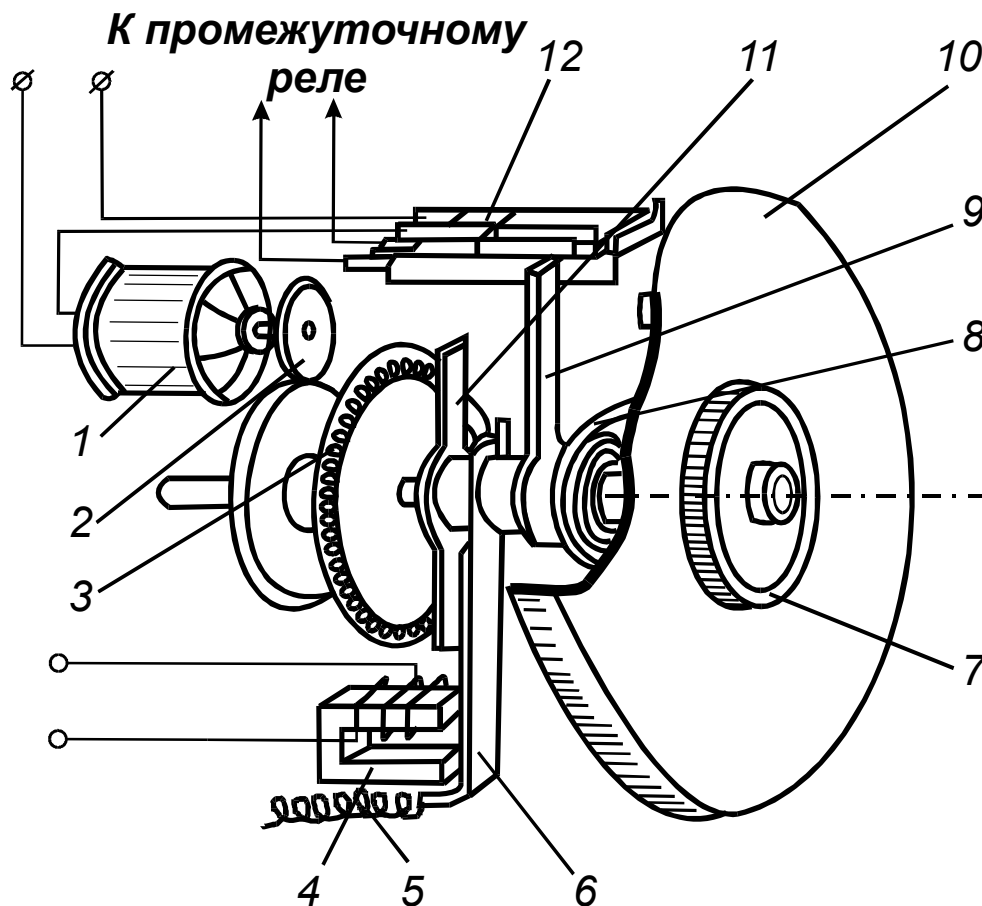


Рисунок 8 – Кинематическая схема реле Е – 52

У-52. Выдержка времени для всех выходных контактов реле Е-52 одинакова. Размыкающий контакт контактной системы 12 включен в цепь питания двигателя. Контактная система отрегулирована таким образом, что размыкание нормально закрытого контакта, отключающего двигатель, происходит после замыкания замыкающего контакта, включающего реле РПТ-100. Возврат механизма реле Е-52 в исходное положение происходит после отключения питания электромагнита сцепления. При этом пружина 5 отводит якорь электромагнита и рычаг 6 выводит звездочку 11 из зацепления с храповиком 3. Спиральная возвратная пружина 8, один конец которой связан с рычагом, а второй неподвижен, раскручивается и возвращает рычаг 6 в исходное положение до упора, укрепленного на шкале времени. При отводе рычага 9 от контактной системы 12 контакты реле переключаются в нормальное положение и промежуточное реле РПТ-100 обесточивается, что вызывает переключение в нормальное положение выходных контактов реле Е-52. Установка выдержки времени производится при снятом кожухе поворотом шкалы так, чтобы против риски на табличке реле было установлено требуемое деление шкалы. Цена деления шкалы 0,5 с. Положение шкалы, соответствующее требуемой установке выдержки времени, фиксируется зажимной гайкой 7. Чем меньше уставка выдержки времени, тем бли-

же расположен рычаг 9 в контактной системе и тем раньше произойдет переключение выходных контактов реле.

Реле Е-52 допускает регулировку выдержек времени от 1 с до 60 с. Реле используется для переменного тока и изготавливается на напряжение 12, 127 и 220 В, с частотой 50 Гц.

2.3 Описание установки

Принципиальная схема испытания приведена на рисунке 9. Выключателем SA_1 схема подключается к источнику постоянного тока напряжением 220 В. Выключателем SA_2 включается электросекундомер PT . Чтобы электросекундомер не работал при включенном выключателе SA_1 , когда напряжение подано на катушку реле РЭВ-800 и якорь реле притянут, последовательно с электросекундомером включаются размыкающие контакты промежуточного реле KL_1 (при включенном выключателе SA_1 контакты реле KL_1 будут разомкнуты). При отключении выключателя SA_1 контакты реле KL_1 замыкаются и электросекундомер PT начинает работать. После отпадания якоря контакты реле РЭВ-800 замкнутся и остановят электросекундомер. Напряжение на включающей катушке реле РЭВ-800 изменяется с помощью сопротивления R , включенного по потенциометрической схеме, и измеряется вольтметром pV .

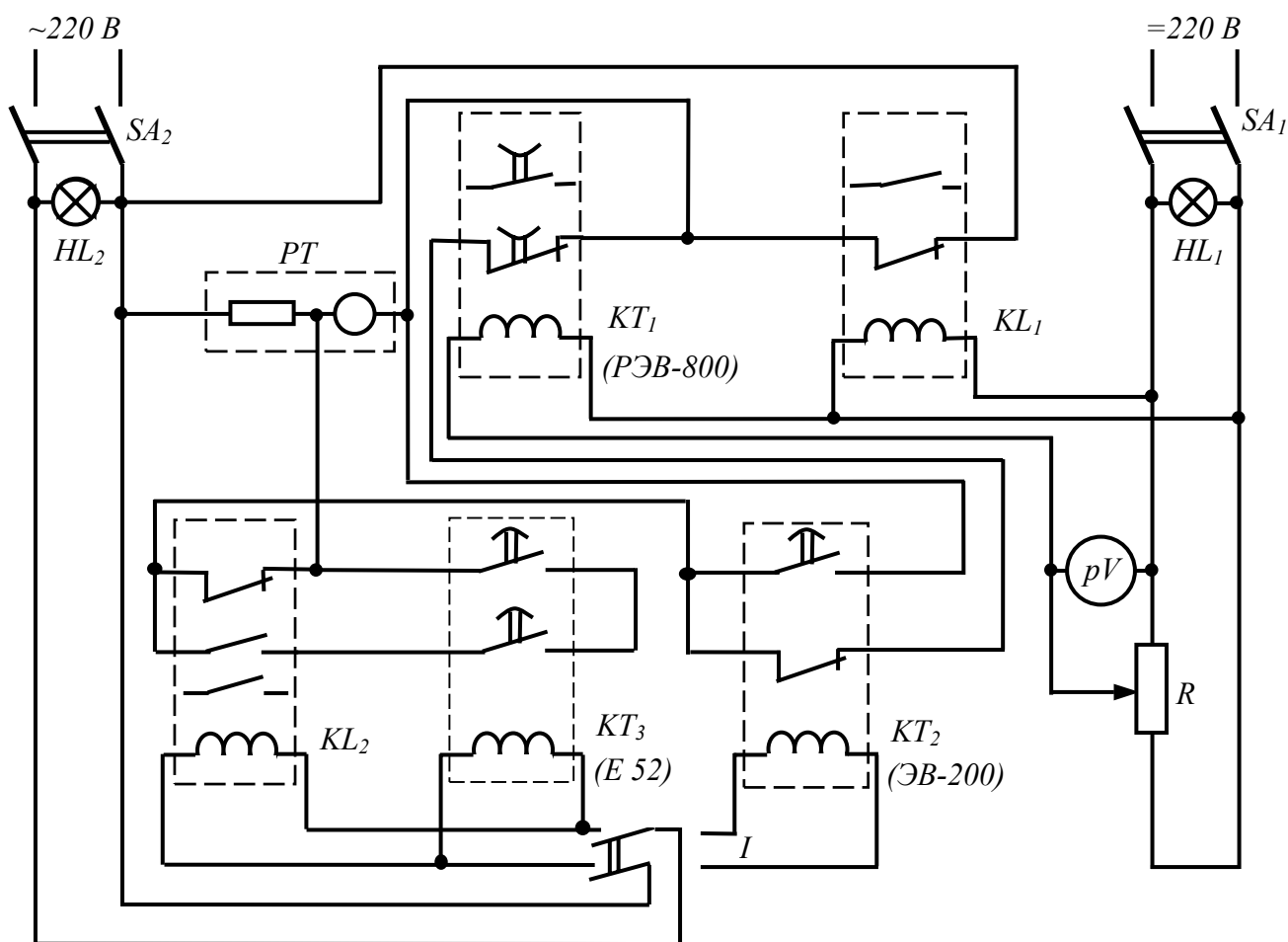


Рисунок 9 – Принципиальная схема испытания

Переключателем SN в положении I к сети переменного тока подключается реле времени ЭВ-200, а в положении II – реле времени и Е-52. При этом электросекундомер PT начинает работать. По истечении определенной выдержки времени замкнутся контакты исследуемого реле и остановят электросекундомер. При подключении схемы к источнику переменного тока загорается лампочка HL_2 , к источнику постоянного тока – HL_1 .

2.4 Техника безопасности

В лабораторной работе используется напряжение 220 В постоянного тока, 220 В переменного тока, опасные для жизни. Поэтому категорически запрещается соприкосновение с деталями установки, находящимися под напряжением. При аварийной ситуации оба выключателя немедленно отключаются. Повторное включение разрешается только лаборанту или преподавателю.

2.5 Задание

2.5.1 Изучить конструкцию и работу реле РЭВ-800.

2.5.2 Экспериментально определить и представить в виде графиков зависимости выдержки времени реле РЭВ-800 от затяжки отключающей пружины $t_{omn} = f(n)$, где n – число оборотов гайки, стягивающей пружину δ (рисунок 5), при напряжении на катушке $U = 210$ В и толщине немагнитной прокладки между якорем и сердечником $\delta = 0,2$ и $0,6$ мм (всего 2 зависимости).

2.5.3 Экспериментально определить и представить в виде графиков зависимости выдержки времени реле РЭВ-800 от толщины немагнитной прокладки $t_{omn} = f(\delta)$ при напряжении на катушке $U = 210$ В и двух состояниях отключающей пружины δ (рисунок 5): затяжка отсутствует ($n=0$) и затяжка пружины δ на величину 6 мм ($n=5$) (всего 2 зависимости).

2.5.4 Экспериментально определить и представить в виде графика зависимость времени отпускания реле РЭВ-800 от величины питающего напряжения $t_{omn} = f(U)$ при трех оборотах гайки возвратной пружины, стягивающей пружину δ .

2.5.5 Изучить конструкцию и принцип действия реле серии ЭВ-100 и ЭВ-200.

2.5.6 Произвести проверку шкалы уставок реле ЭВ-200.

2.5.7 Изучить конструкцию реле Е-52.

2.5.8 Определить время срабатывания реле Е-52 при трех уставках времени: 5,15 и 60 с.

2.6 Методические указания

При всех перестановках на реле РЭВ-800 обязательно отключить выключатели SA_1 и SA_2 , переключатель SN поставить в среднее положение.

К пунктам 2.5.2 и 2.5.3. Натяг регулировочной пружины устанавливается с помощью прокладок толщиной 0.1 мм, устанавливаемых между тарельчатой шайбой и гайкой 9. Установка немагнитной прокладки производится следующим образом: острием ножа слегка отогнуть основную прокладку 13 (рисунок 5) и между нею и сердечником установить добавочную прокладку.

К пункту 2.5.4. Натяг возвратной пружины 4 (рисунок 5) регулируется с помощью прокладок, устанавливаемых между шайбой и корончатой гайкой 5.

К пункту 2.5.6. Переключатель SN поставить в правое положение. Реле включается при помощи выключателя SA_2 .

К пункту 2.5.8. Переключатель SN поставить в левое положение. Реле включается при помощи выключателя SA_2 .

2.7 Контрольные вопросы

2.7.1 Какие пределы выдержки времени могут давать реле с анкерным механизмом и реле с электромагнитным замедлением (при срабатывании и отпуске)?

2.7.2 Объясните принцип действия реле, указанных в вопросе 2.7.1.

2.7.3 Как зависит время отпускания реле с электромагнитным замедлением от силы регулировочной пружины? Объясните эту зависимость.

2.7.4 Как зависит выдержка времени при отпуске реле с электромагнитным замедлением от толщины немагнитной прокладки в рабочем зазоре? Объясните эту зависимость.

2.7.5 Как зависит время отпускания реле с электромагнитным замедлением от длительности пребывания реле под напряжением?

2.7.6 Каким путем устанавливается различная выдержка времени в реле времени с анкерным механизмом?

2.7.7 Как зависит время срабатывания от величины питающего напряжения?

2.7.8 Сравните время срабатывания и время отпускания реле с электромагнитным замедлением и объясните разницу.

3 Лабораторная работа № 4 Исследование контактора и магнитного пускателя

3.1 Цель работы

Ознакомление с конструкцией контакторов постоянного и переменного тока и магнитного пускателя. Исследование работы контактора и магнитного пускателя.

3.2 Предмет исследования

Контактор – это коммутационный аппарат, предназначенный для частых включений и отключений электрических цепей при нормальных режимах работы. Контакторы постоянного тока коммутируют цепь постоянного тока, а контакторы переменного тока – цепь переменного тока.

3.2.1 Контакторы постоянного тока

Контакторы типа КВМ-521 предназначены для дистанционного включения соленоидов приводов выключателей высокого напряжения и выпускаются двухполюсными на токи до 50 А, напряжение 220 В. Собственное время срабатывания – около 0,1 с, а отпускания (возврата) – около 0,05 с. Частота срабатывания достигает 600 включений и отключений в час. Конструкция контактора типа КВМ-521 аналогична конструкции контактора типа КПВ-600, устройство которого показано на рисунке 10.

Все узлы и детали крепятся на основной скобе *б*, имеющей Z-образную форму. Скоба является также магнитопроводом электромагнитного контактора. На нижнем конце скобы с помощью болта укреплен сердечник *20* с полюсным наконечником *19*. На сердечнике находится намагничивающая катушка *21*. На верхнем конце скобы установлено пластмассовое основание *5* с закрепленными на нем дугогасительной катушкой *3*, дугогасительным рогом *2* неподвижного контакта, неподвижным контактом *14*, дугогасительными щеками *15* и дугогасительной камерой *22*. Последняя удерживается на выступе дугогасительного рога неподвижного контакта лишь собственным весом и может быть легко снята без отвинчивания каких-либо деталей.

Скоба *б* имеет прямоугольную прорезь, в которую вставляют якорь *17* Г-образной формы. Якорь несет на себе подвижный контакт *7*, снабженный контактной пружиной *12*. Подвижный контакт может свободно поворачиваться на призме *8*, благодаря чему обеспечивается возможность перекатывания контактной поверхности подвижного контакта по контактной поверхности неподвижного контакта при включении и отключении контактора. Контактная пружина *12* создает в контакте необходимое нажатие и позволяет осуществить провал контактов. Дугогасительным рогом *11* подвижного контакта служит пластина,

закрепленная на Z-образной скобе. Подвижный контакт соединяется с выводной шинкой 9 гибкой связью 10. Вводом является шинка 4.

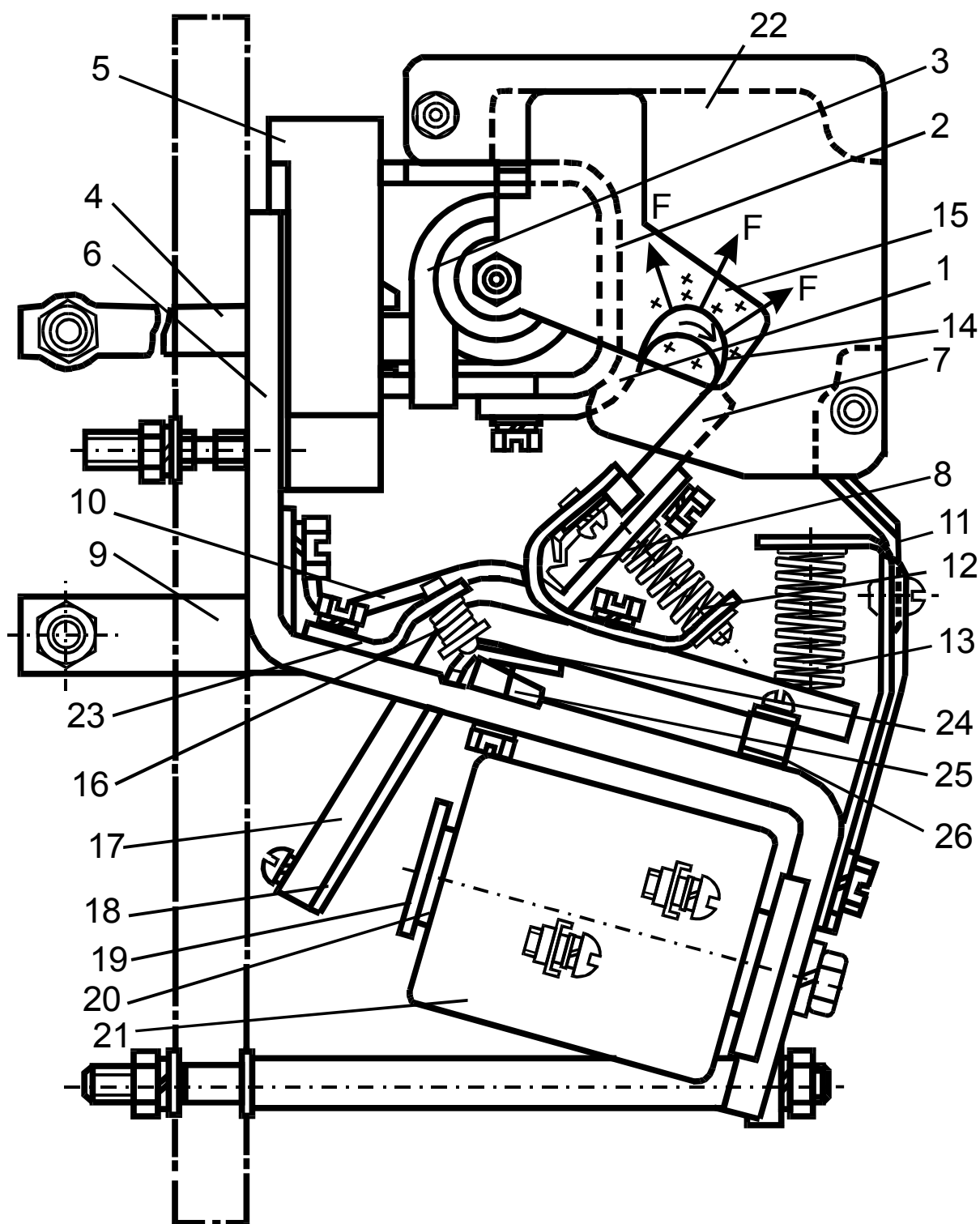


Рисунок 10 – Контактёр постоянного тока типа КПВ-600

Электрическая дуга 14, возникающая при отключении между подвижным и неподвижным контактами, загоняется электродинамической силой в узкую щель дугогасительной камеры 22. Катушка 3 магнитного дутья создает магнит-

ный поток, который по сердечнику и дугогасительным щекам 15 подводится в дуговой промежуток, что приводит к возрастанию силы F .

Возврат якоря в исходное положение после отключения контактора происходит под воздействием возвратной пружины 13. С целью повышения механической износостойчивости вращение якоря 17 выполнено на встречных призмах 24 и 25. На якоре закреплена пластина 18, в которую упирается призма-вставка 25, закрепленная на Z-образной скобе, и штифт-призма 24. Штифт-призма 24 прижимается к пластине 18 цилиндрической пружиной 16, насаженной на этот штифт. Другим концом пружина 16 упирается в фасонную пластину 23. С помощью пружины 16 устраняется возможность появления зазора между пластиной 18 и вставкой-призмой 25.

Конструктивное выполнение узла вращения, исключающее возможность перемещения якоря вдоль призмы, значительно повышает износостойчивость данного узла. Этому способствует также и расположение сердечника, а, следовательно, и участка скобы магнитопровода, на который упирается якорь, под углом 15° к горизонтальной поверхности. Расположение магнитной системы под углом 15° к горизонтальной плоскости устранило смещение при отключении контактора в момент удара якоря об упор 26.

3.2.2 Контактторы переменного тока

Контактторы типа КТ-6000 изготавливаются на номинальные токи 63-630 А и напряжения 380, 500 и 660 В с числом полюсов 1 – 5 (основная модификация – 3), с замыкающими и смешанными контактами. Частота включений до 1200 в час. Механическая износостойкость 1,2 млн. циклов, коммутационная – 0,25 млн. циклов.

На рисунке 11, а показан разрез по магнитной системе, а на рисунке 11, б – разрез по контактной системе и общий вид контактора КТ-6000.

Конструкция контакторов блочная. Блок электромагнитной системы состоит из катушки 1, магнитопровода 2 и якоря 3. Последние изготовлены из листовой стали марки 3114 и имеют П-образную форму. Из-за малой остаточной индукции у стали гарантированный воздушный зазор для исключения возможности залипания якоря в магнитных системах контакторов данного типа отсутствует. Якорь 3 связан жестко с валом 4 контактора. С целью снижения силы удара при включении контактора его магнитопровод амортизирован пружинами и имеет возможность самоустанавливаться на двух бочкообразных шпильках, входящих в прорези.

Подвижные контакты 5 с пружиной 6 укреплены на контактодержателях 7, которые жестко связаны с изолированным валом 4 квадратного сечения, вращающегося в подшипниках скольжения 8. Соединение подвижного контакта с выводом контактора выполнено гибкой связью 9. Неподвижные контакты 10, магнитопровод с катушкой 1 и кронштейны подшипников – все крепится на одной металлической рейке 11.

Дугогасительные камеры 12 отдельные для каждой фазы. Дуга, возникающая на контактах при отключении контактора, под действием интенсивного

магнитного дутья, создаваемого последовательной дугогасительной катушкой 13, загоняется в камеры 12 с широкой щелью. Главные контакты подключаются к внешней электрической цепи выводами 15 и 16. С валом контактора связаны блок-контакты 14.

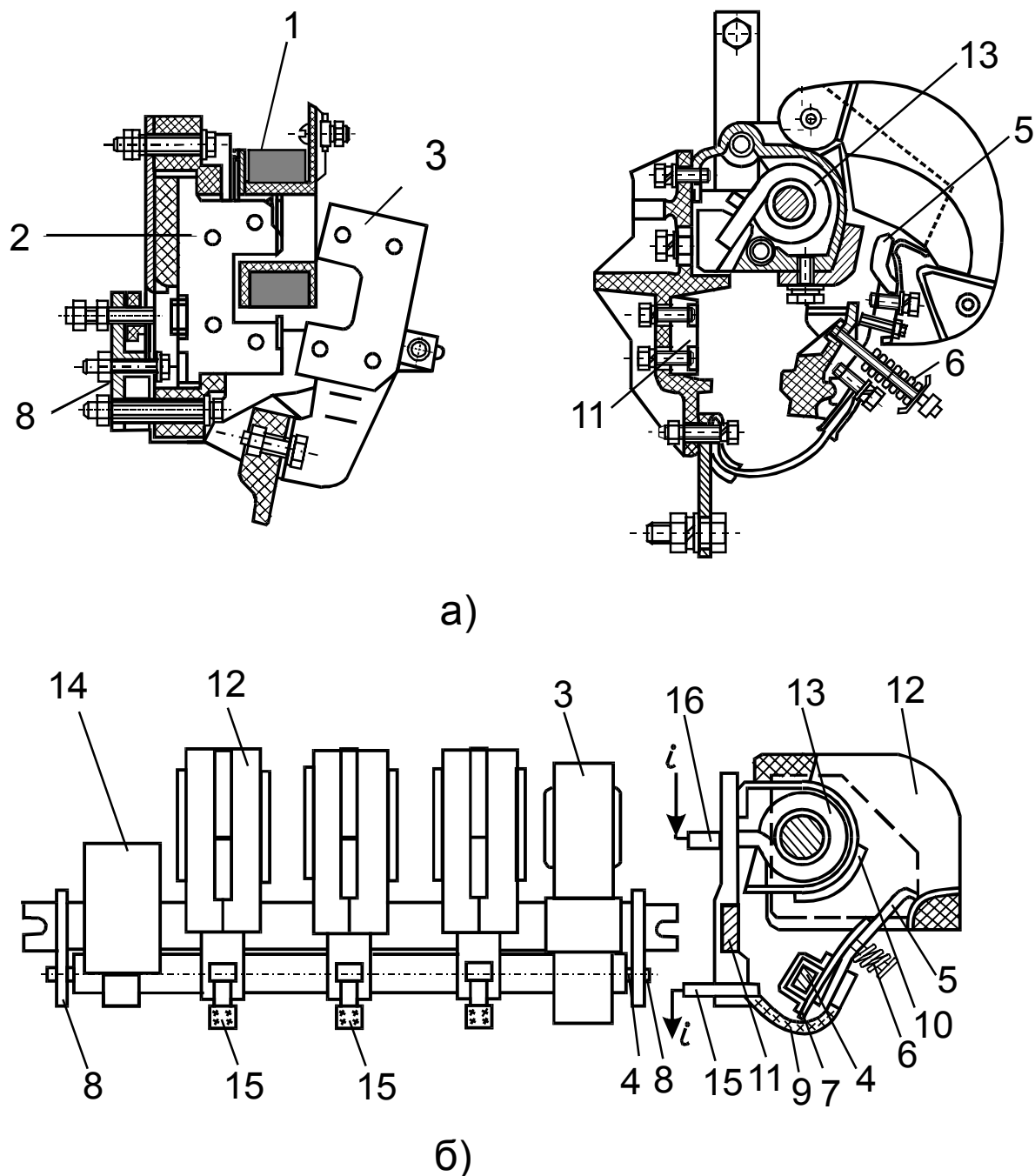


Рисунок 11 – Контактор переменного тока типа КТ-6000: а) магнитная система; б) контактная система.

3.2.3 Магнитные пускатели

Магнитные пускатели состоят из одного или двух контакторов и тепловых реле, смонтированных на общей панели. Магнитные пускатели с одним

контактором называются нереверсивными. Они осуществляют пуск, отключения и защиту асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором от самопроизвольных включений при появлении напряжения после его исчезновения и защиту от тепловых перегрузок. Пускатель с двумя контакторами называется реверсивным и, кроме перечисленных функций, выполняет управление реверсом.

Пускатели серии ПА рассчитаны на управление двигателями мощностью до 75 кВт при напряжении сети до 500 В и допускают частоту включений до 600 в час при ПВ=40%. Их коммутационная износостойкость – 1 млн. включений 7-кратного номинального тока и отключений номинального тока, механическая износостойкость – 5 млн. циклов.

Конструкция контактора серии ПА, применяемого в магнитных пускателях этой же серии, показана на рисунке 12.

Пускатель собирается на металлическом основании 1. Неподвижные контакты 2 помещены внутри изоляционных камер, образованных стенками 6. Токонводящие части у неподвижных контактов имеют петлеобразную форму, чтобы увеличить электродинамические усилия и исключить образование «стоячей» дуги между контактами. Кроме того, опорные точки дуги не остаются неподвижными на поверхности контакторов, что приводит к увеличению восстанавливающейся прочности.

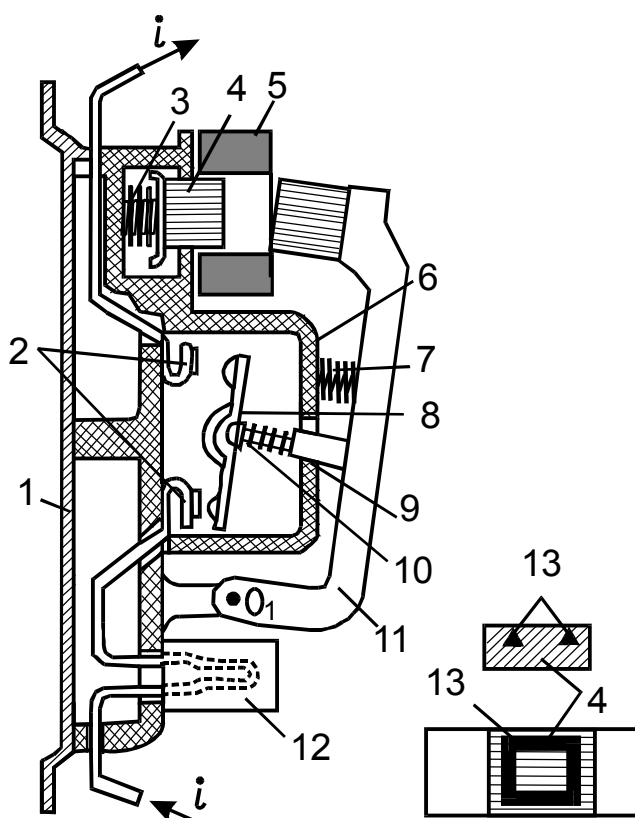


Рисунок 12 – Конструкция магнитных пускателей серии ПА

Подвижные контакты 8 - мостикового типа установлены на детали 11. Нажатие на контактах, укрепленных на головке 10, осуществляется контактными пружинами 9. Двухкратный разрыв цепи улучшает условия гашения дуги.

Небольшое расстояние между контактами усиливает их роль в отводе тепловой энергии от дуги. Гашение дуги производится в закрытой камере 6. Камера общая на три фазы с изолированными ячейками для каждой фазы.

Магнитная система – поворотного типа, Ш-образная. Якорь втягивающего электромагнита пускателя устанавливается на детали 11. Неподвижный магнитопровод 4 электромагнита с катушкой 5 установлены на амортизирующих пружинах 3. Известно, что величина тока, проходящего через обмотку электромагнита переменного тока, растет с увеличением воздушного зазора (при неизменном напряжении), так как при этом уменьшается индуктивное сопротивление катушки электромагнита. Поэтому при относительно большом воздушном зазоре в электромагнитах пускателей серии ПА создается необходимая сила для надежного притяжения якоря при включении. Во включенном состоянии, когда сечение воздушного зазора резко сокращается (0,3 – 0,5 мм), увеличивается индуктивное сопротивление катушки, что приводит к уменьшению тока в катушке и ее мощности. Возврат подвижной системы пускателя в отключенное положение осуществляется за счет веса этой системы и пружины 7.

В пускателях серии ПА найдена удачная конструкция короткозамкнутого витка 13, устанавливаемого на полюсе 4 втягивающего электромагнита для устранения вибрации якоря. Дюралюминиевая рамка плотно впрессовывается в прямоугольный паз на конце полюса (рисунок 12).

Контактор магнитного пускателя имеет блок-контакты (на рисунке 12 не показаны), которые находятся в двух самостоятельных блоках, в пластмассовом корпусе и расположены по бокам от главных контактов. Блоки крепятся к основанию 11 контактора двумя винтами. Контакты блок-контактов мостикового типа. Каждый блок имеет один замыкающий и один размыкающий контакты. Блок блок-контактов имеет выступающий штифт, на который воздействует рычаг контакторов при включении. Возврат в исходное положение при отключении контактора происходит под воздействием возвратной пружины, которая одновременно осуществляет нажатие на контакты. Каждый мостик имеет свою пружину, мостики друг от друга изолированы. Длительный ток блок-контактов равен 10 А, наибольший отключаемый ток – 60 А.

Для защиты двигателя от токов перегрузки в магнитный пускатель встроено тепловое реле 12 типа ТРП, принцип действия которого основан на свойстве биметалла. При перегрузке электродвигателя на 20% реле отключает его в течение 20 мин., если пускатель был нагрет номинальным током до установившейся температуры (при температуре окружающей среды плюс 40° С). Реле ТРП по способу возврата контактной группы могут быть с самовозвратом, с ручным возвратом. От короткого замыкания тепловое реле двигатель не защищает, так как имеет сравнительно большую тепловую инерцию и малую термическую устойчивость.

3.3 Описание установки

Схема испытания контактора постоянного тока типа КМВ-521 приведена на рисунке 13.

Напряжение на катушке контактора KM изменяется с помощью потенциометра R_1 и измеряется вольтметром pV_1 . Ток в обмотке контактора KM измеряется амперметром pA_1 . Потенциометр R_1 к сети постоянного тока 210 В подключается выключателем SA_1 (загорается лампочка HL_1).

Время срабатывания и время отпускания контактора измеряется электросекундомером PT , который подключается к сети переменного тока напряжением 220 В и выключателями SA_2 (загорается лампочка HL_2), S_1 и S_2 (рисунок 14). При срабатывании контактора загорается лампочка HL_3 .

Исследование магнитного пускателя серии ПА производится по схеме (рисунок 14).

Магнитный пускатель в данной установке включается только при полном напряжении сети.

Перед нажатием кнопки «Пуск» необходимо проверить по вольтметру pV_2 , что движок потенциометра R_2 стоит в положении, соответствующем максимальному напряжению. Кроме того, необходимо замкнуть контакты теплового реле.

Питание схемы осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В через выключатель SA_3 (при включении загорается сигнальная лампочка HL_4), напряжение на катушке магнитного пускателя изменяется с помощью потенциометра R_2 , а измеряется вольтметром pV_1 .

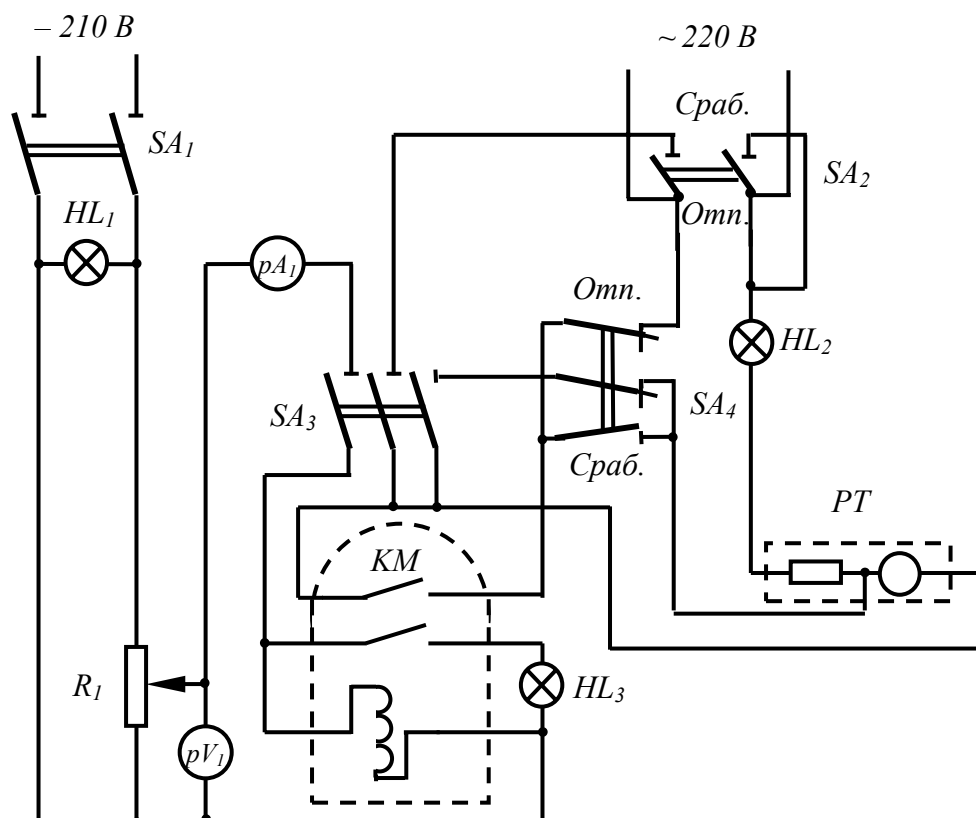


Рисунок 13 – Принципиальная схема испытания контактора постоянного тока

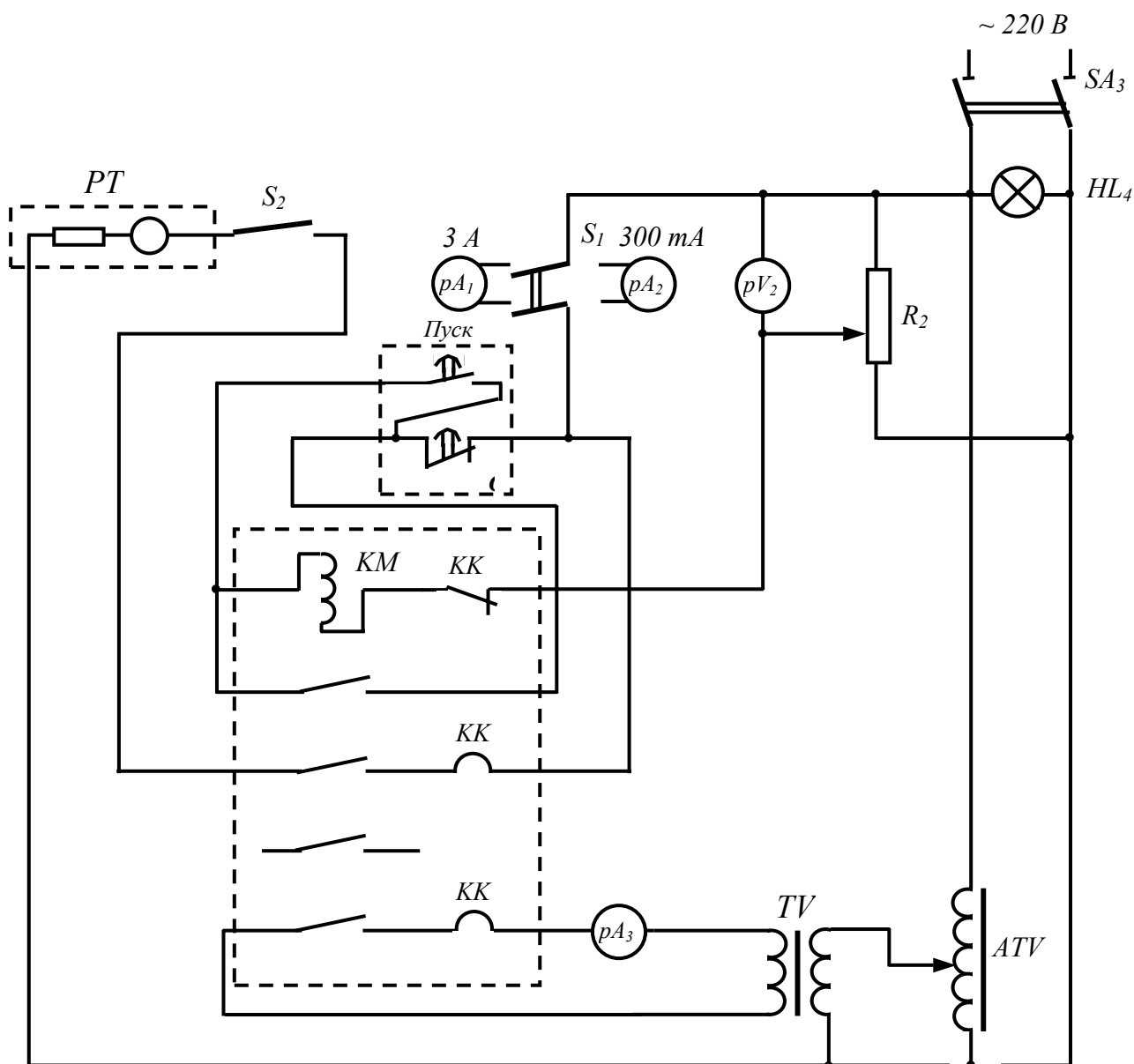


Рисунок 14 – Схема испытания магнитного пускателя

Для измерения токов в обмотке электромагнита пускателя используется амперметры pA_1 и pA_2 на два предела 300 мА и 3 А. Изменение предела измерения осуществляется переключателем S_1 . Для включения и отключения магнитного пускателя предусматривается кнопка. Для получения больших токов нагрузки в схеме предусмотрен автотрансформатор ATV и понижающий силовой трансформатор TV (220/4).

При длительном протекании тока перегрузки по цепи двигателя биметаллический элемент реле KK нагревается и изгибается. При определенном изгибании биметалл освобождает защелку, контакты теплового реле (рисунок 12) размыкаются, обмотка электромагнита при этом обесточивается, якорь отпадает, размыкая главные контакты магнитного пускателя. Величина тока нагрузки изменяется автотрансформатором, а измеряется амперметром pA_3 . Время срабатывания теплового реле магнитного пускателя измеряется секундомером PT ,

который подключается переключателем S_2 . Для ускорения охлаждения биметалла предусмотрен вентилятор.

3.4 Техника безопасности

Все уровни напряжения, используемые в работе, опасны для жизни (–210, ~220 В). В связи с этим категорически запрещается прикасаться к элементам схемы, находящимся под напряжением. При возникновении аварийной ситуации на стенде немедленно отключить выключатели SA_1 , SA_2 , SA_5 . Рукоятки выключателей SA_1 и SA_5 переводятся вниз, а рукоятка выключателя SA_2 – в нейтральное положение.

3.5 Задание

3.5.1 Ознакомиться с конструкцией контакторов переменного и постоянного тока и схемой испытания контактора постоянного тока типа КМВ-521.

3.5.2 Экспериментально определить напряжение срабатывания $U_{ср\text{аб}}$, отпускания (возврата) $U_{о\text{тп}}$ и коэффициент возврата K_e контактора постоянного тока.

3.5.3 Экспериментально определить время срабатывания $t_{ср\text{аб}}$ и время отпускания $t_{о\text{тп}}$ контактора постоянного тока для двух напряжений питания 210 и 160 В.

3.5.4 Ознакомиться с конструкцией магнитного пускателя типа ПА и схемой его испытания.

3.5.5 Экспериментально определить токи в обмотке электромагнита пускателя при разомкнутом и притянутаом положении якоря при напряжении на обмотке 220 В. Рассчитать кратность токов.

3.5.6 Экспериментально определить максимальное напряжение $U_{о\text{тп}}$, при котором отпадает якорь магнитного пускателя.

3.5.7 Экспериментально определить и представить в виде графика зависимость времени срабатывания теплового реле магнитного пускателя от протекающего тока $t(I)$. Указать номинальный ток защищаемого объекта.

3.5.8 Нарисовать схемы включения нереверсивного и реверсивного пускателей для управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором.

3.6 Методические указания

К пункту 3.5.2. Поставить выключатель SA_3 в верхнее положение и включить выключатель SA_1 . Плавно увеличивая напряжение на катушке электромагнита постоянного тока с помощью потенциометра R_1 , определить напряжение срабатывания $U_{ср\text{аб}}$. Затем, плавно уменьшая напряжение, определить напряжение отпускания $U_{о\text{тп}}$. Коэффициент возврата найти, как:

$$k_B = \frac{U_{\text{отп}}}{U_{\text{сраб}}} .$$

По окончании опыта отключить выключатель SA_1 .

К пункту 3.5.3. Для определения времени срабатывания или отпускания включить SA_1 и установить с помощью R_1 нужное напряжение. Поставить переключатель SA_4 и выключатель SA_2 в положение «срабатывание» или «отпускание» и, коммутируя переключателем SA_3 , определить время срабатывания (SA_3 включен – верхнее положение) или отпускания (SA_3 отключен – нижнее положение). По окончании опыта отключить SA_1 , а выключатель SA_2 поставить в положение «ОТКЛ» (нейтральное положение).

К пункту 3.5.5. Подготовить магнитный пускатель к работе, для чего «утопить» кнопку теплового реле. Включить SA_5 и потенциометром R_2 установить по вольтметру pV_2 напряжение 220 В. Для определения тока в обмотке электромагнитной системы (пускового тока) переключатель S_1 поставить в левое положение (подключается амперметр pA_1 со шкалой 3 А). При помощи скобы осуществить фиксацию разомкнутого положения якоря. Нажать на кнопку «Пуск» и записать показание амперметра. *Опыт производить по возможности скорее вследствие большого нагрева обмотки.* Для определения номинального тока в обмотке электромагнита пускателя при притяннутом якоря переключатель S_1 поставить в правое положение (подключается амперметр pA_2 со шкалой 300 мА). Кратность тока:

$$k = \frac{I_n}{I_n} .$$

К пункту 3.5.6. При включенном магнитном пускателе, плавно уменьшая напряжение с помощью R_2 , определить $U_{\text{отп}}$ по вольтметру pV_2 .

К пункту 3.5.7. Установить номинальный ток защищаемого объекта по теплому реле и рассчитать ток, при котором срабатывает защита от перегрузки:

$$I_{\text{сраб}} \geq 1,3I_{н\text{т}} ,$$

где $I_{н\text{т}}$ - номинальный ток теплового реле (откалиброван на шине реле).

Если температура окружающей среды ниже плюс 40°C , поводок механизма уставки теплового реле следует передвинуть в сторону минуса шкалы, учитывая, что одно деление (ступень) соответствует приблизительно изменению окружающей температуры на 10°C .

При включенном магнитном пускателе с помощью автотрансформатора ATV быстро установить по амперметру pA_3 ток $I_{\text{сраб}}$. Выключить SA_5 . Остудить биметалл с помощью вентилятора. Поставить переключатель S_2 в правое положение. Снова включить SA_5 и нажать на кнопку «Пуск». По секундомеру определить время срабатывания (отключения) теплового реле. Повторить опыт для нового значения тока. По окончании снятия зависимости $t(I)$ выключить SA_5 .

К пункту 3.5.8. Схемы включения пускателей приведены в / 1 /.

3.7 Контрольные вопросы

3.7.1 Каково назначение катушек магнитного дутья в контакторах постоянного и переменного тока?

3.7.2 Для чего в контакторах постоянного тока поворот якоря выполняется на встречных призмах?

3.7.3 Каково назначение полюсного наконечника в контакторах постоянного тока?

3.7.4 Как гасится дуга в магнитных пускателях?

3.7.5 Для чего в контакторах переменного тока на полюсах электромагнита устанавливаются короткозамкнутые витки?

3.7.6 Что такое коэффициент возврата электромагнитного механизма? Определение коэффициента возврата.

3.7.7 Что такое время срабатывания контактора? время отпускания?

3.7.8 Каковы защитные функции магнитного пускателя?

3.7.9 Возможно ли использование контактора постоянного тока в цепях переменного тока, а контактора переменного тока – в цепях постоянного тока.

3.7.10 Объясните работу схем управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором.

Список использованных источников

1 **Чунихин А.А.**, Электрические аппараты. Общий курс: учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп./А.А. Чунихин. – Энергоатомиздат, 1988. – 720 с.: ил.

2 **Таев И.С.**, Электрические аппараты управления/И.С. Таев. – М.: Высшая школа, 1969, с. 70-73.

3 **Алексеев В.С.**, Реле защиты/В.С. Алексеев, Г.П. Варганов, Б.И. Панфилов, Р.З. Розенблюм. – М.: Энергия, 1976 – 464 с.

4 **Розанов Ю.К.**, Электрические и электронные аппараты: учебник для вузов / Под. ред. Ю.К. Розанова/Ю.К. Розанов. – М.: Информэлектро, 2001, – 420 с.: ил.

5 **Цикановская М.И.**, Электромагниты и реле: методические указания к лабораторным работам по курсу “Электрические аппараты”/ М.И. Цикановская. – Оренбург: ОрПИ, 1982. – 44 с.

6 **Цикановская М.И.**, Методические указания к лабораторным работам по электрическим аппаратам. Часть 1/ М.И. Цикановская. – Оренбург : ОрПИ, 1991. – 42 с.

7 **Цикановская М.И.**, Контактторы. Магнитные усилители: методические указания к лабораторным работам по курсу “Электрические аппараты”/ М.И. Цикановская. – Оренбург: ОрПИ, 1982. – 48 с.