

Лабораторная работа № 6

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВОЗДУШНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Цель работы: ознакомиться с конструкцией автоматических выключателей, техническими требованиями, предъявляемыми к выключателям. Снять защитную характеристику.

1 Предмет исследования

Автоматические воздушные выключатели (автоматы) предназначены для защиты и отключения электрических сетей, а также защищаемых электрических объектов в аварийных режимах.

В номинальном режиме автомат должен находиться во включенном состоянии неограниченное время, допускается включение и отключение сети при номинальном токе.

К аварийным режимам относятся короткое замыкание в сети, снижение напряжения сверх допустимого, потеря фазы и токи значительно превышающие номинальные (токи перегрузки).

При коротком замыкании в сети протекают токи в сотни и тысячи раз превышающие номинальные, они оказывают очень большие термические и электродинамические воздействия. Элементы токопровода должны обладать термической стойкостью за время короткого замыкания и нагреваться до температуры $250-300^{\circ}\text{C}$, оставаясь работоспособными и динамической стойкостью – выдерживать ударные усилия в сотни килограмм.

При снижении напряжения нарушаются технологические процессы, останавливаются электрические двигатели, а это для них режим короткого замыкания. При потере фазы возникают токи перегрузки.

Автомат должен реагировать на возникшие в сети аварийные режимы и автоматически отключать поврежденный участок.

Поврежденный участок или объект надо отключить так, чтобы не были повреждены и обесточены объекты, связанные с аварийными. Защита, осуществляемая системой автоматов, должна быть селективной (избирательной).

Для обеспечения селективности защиты автоматы должны иметь реагирующие на аварийные режимы устройства с достаточным пределом регулирования их параметров.

По быстродействию срабатывания автоматы можно разделить на две группы: быстродействующие и с нормальным временем срабатывания.

К автоматам, не требующим быстродействия, относятся универсальные и установочные.

Универсальные автоматы не имеют защитного корпуса, устанавливаются в распределительные щиты. На лицевую панель выводится только рукоятка управления. Универсальные автоматы могут быть токоограничивающими (отключают ток в момент его нарастания до начала движения механизма свободного расцепления и за счет сопротивления дуги ограничивают до допустимой величины) и селективными в которых имеется электродинамический компенсатор контактного нажатия. Контакты размыкаются с замедлением, обеспечивая селективность. В отличие от универсальных установочные автоматы имеют пластмассовый защитный корпус и могут устанавливаться в общественных зданиях и жилых помещениях. Время отключения в этих автоматах находится в пределах 10-15 мс. Быстродействующие автоматы имеют собственное время отключения 0,1÷5 мс. Такие автоматы устанавливают для защиты полупроводниковых преобразователей, мощных подстанций.

Существует большое разнообразие конструкций автоматов, но все они не имеют принципиальных функциональных отличий.

Устройства, реагирующие на аварийные режимы, могут отличаться, иметь различную элементную базу.

О взаимодействии отдельных элементов автомата при включении и отключении можно понять из рис. 1.

В указанном положении автомат отключен и силовая цепь разомкнута.

Для включения и отключения автомата служит четырехзвенный рычажношарнирный механизм (механизм свободного расцепления) – звенья 14, 16, 17, 20. Функцию кривошипа выполняет рукоятка управления, звено 14. Упор 13 удерживает механизм в «мертвом положении», когда все звенья находятся на одной линии, при замкнутых контактах. В этом положении обеспечивается необходимое контактное нажатие. Автомат включается (и отключается) с помощью рукоятки 14. В некоторых автоматах для включения имеется электромагнитный привод 15.

Отключение автомата осуществляется возвратной пружиной 18, для этого достаточно вывести механизм свободного расцепления из мертвой точки, поднять шарнир 0₄ вверх с помощью рамки 12.

Рамка 12 связана с элементами защиты от аварийных режимов.

При перегрузках срабатывает биметаллическое тепловое реле 5 с косвенным нагревом (элементы 6,7) от тока сети.

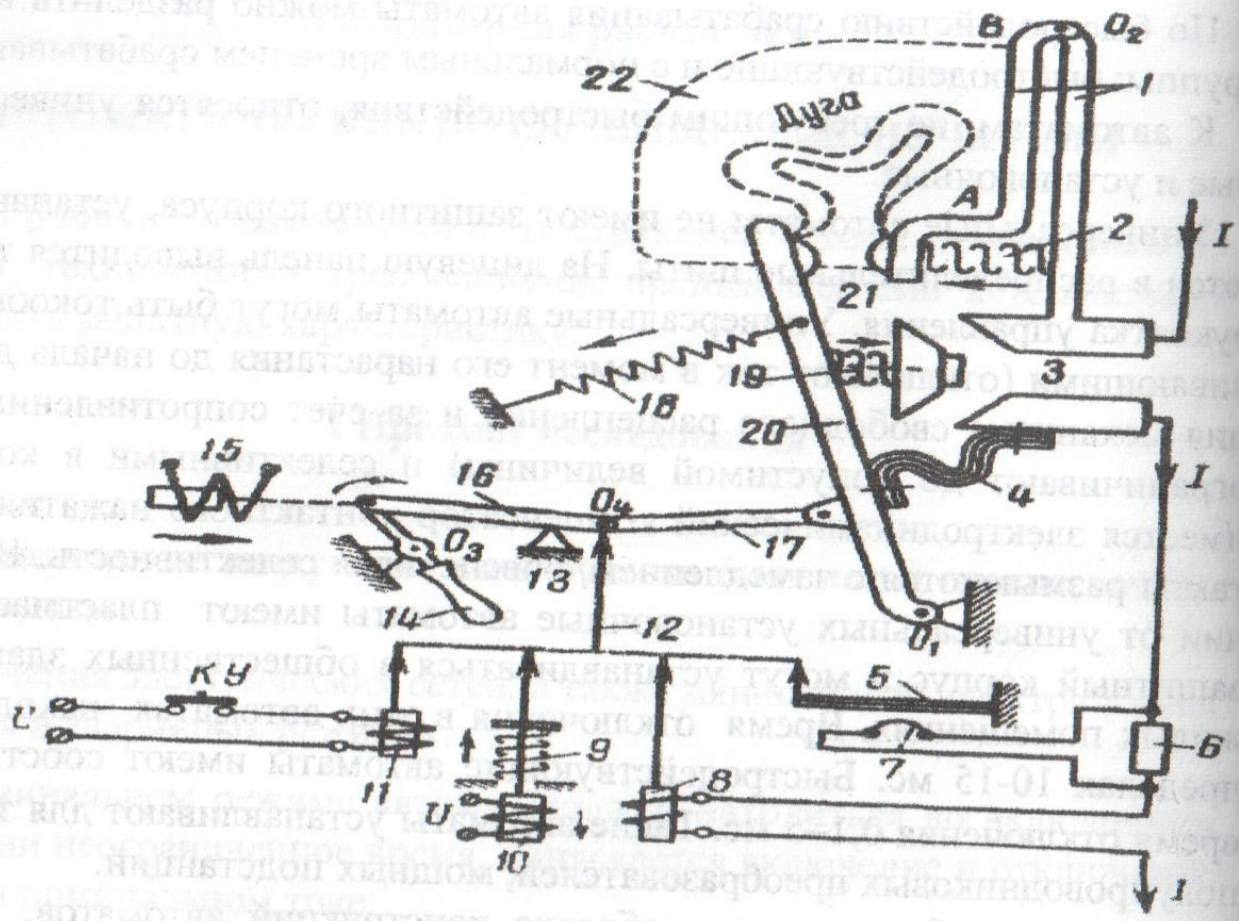


Рис.1. Принципиальная конструкция автоматического выключателя

При коротком замыкании срабатывает максимальноточковый расцепитель 8. При снижении напряжения отключается минимальный расцепитель 10. Пружиной 9 можно регулировать напряжение удержания якоря реле напряжения. В некоторых автоматах имеется независимый расцепитель 11, с помощью которого можно отключить автомат дистанционно.

Таким набором отключающих элементов снабжены не все автоматы.

Наибольшее распространение, особенно в бытовых автоматах, получили максимальные расцепители. Подробнее о конструкциях автоматов [1, 531-552; 2, 263-309].

В силовых автоматах на каждый полюс имеются главные 3 и дугогасительные 21 контакты. Главные контакты изготавливаются из металлокерамики на основе серебра или медные с серебряными накладками. Дугогасительные контакты выполняются из дугостойких материалов. Для обеспечения достаточного контактного нажатия имеются пружины 2, 19. В автоматах на ток <math>< 200\text{ А}</math> имеются только главные контакты.

При протекании токов короткого замыкания в контактах возникают электродинамические усилия, уменьшающие контактное нажатие, это

может привести к чрезмерному увеличению переходного сопротивления, нагреву и даже расплавлению контактов.

В тяжелых режимах контакты могут разомкнуться и загорится электрическая дуга.

Во избежание этих явлений применяют компенсаторы электродинамических усилий, представляющие собой две параллельные шинки 1, одна из них (правая) неподвижна. Токи в шинках встречные, создают отталкивающие усилия, подвижная (левая) шинка сжимает контакты.

При включении дугогасительные контакты 21 включаются раньше главных 3, при отключении наоборот. При включении и отключении возникает электрическая дуга. Для ее гашения используется дугогасительная камера 22. Чаще всего применяется дугогасительная решетка, набранная из стальных пластин, втягивающих электрическую дугу и разбивающая ее на $(n+1)$ дуг. Особенно эффективно гасится в ней электрическая дуга переменного тока. На выходе из камеры устанавливается пламягасительная решетка.

В исследуемом однополюсном автомате снимается времятоковая характеристика биметаллического теплового реле, которая имеет вид, рис. 1.

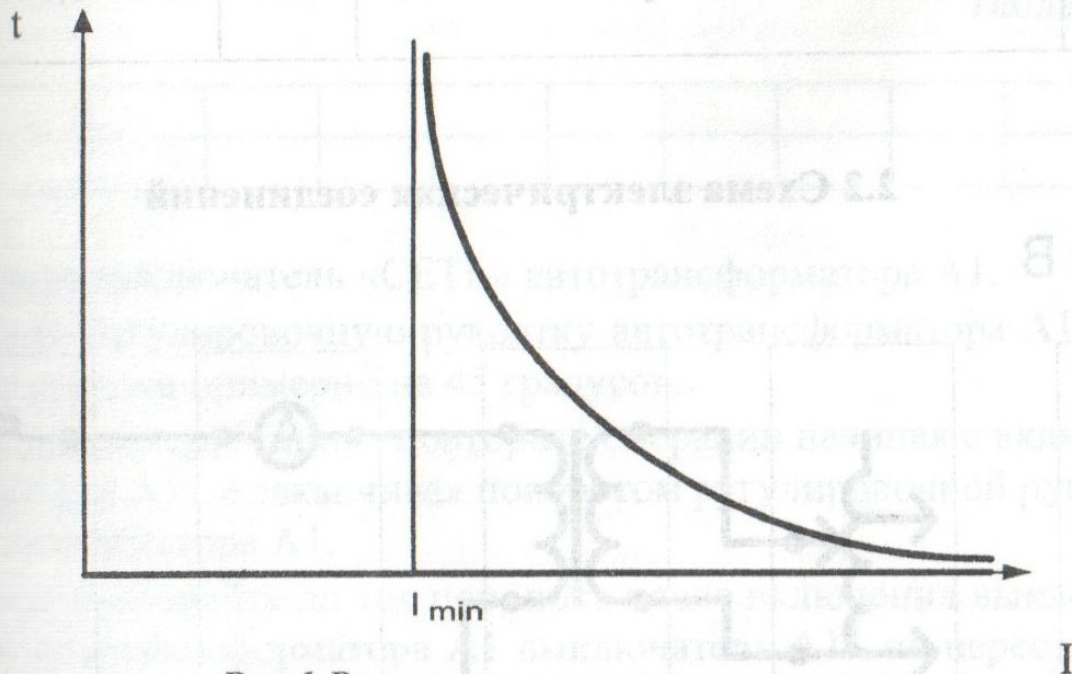


Рис. 1 Времятоковая характеристика

2 Программа работы и порядок ее выполнения

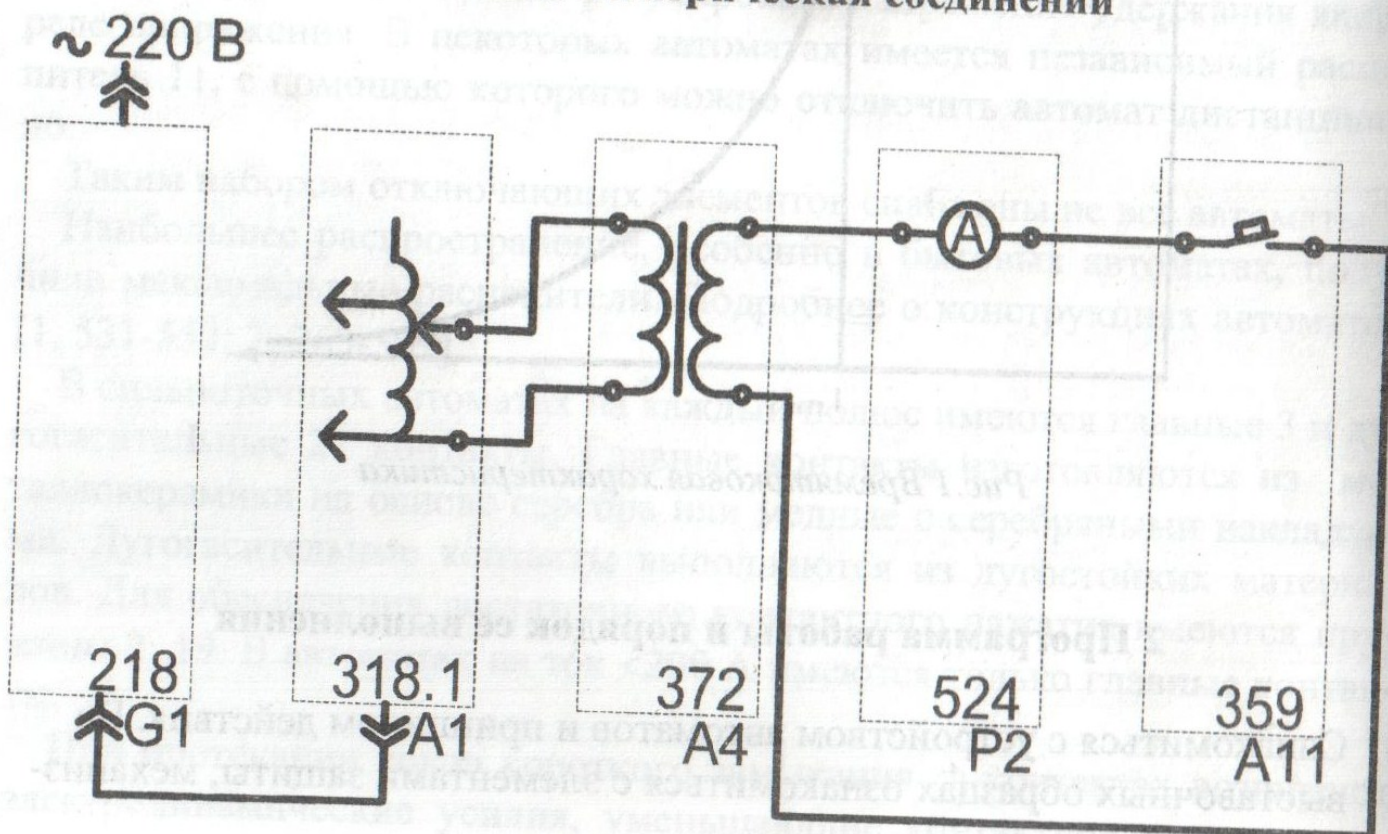
1. Ознакомиться с устройством автоматов и принципом действия. На выставочных образцах ознакомиться с элементами защиты, механиз-

- мом свободного расцепления, контактной группой и дугогасительным устройством.
2. Подобрать аппаратуру, собрать схему электрическую соединений.
 3. Снять времятоковую характеристику для двух крайних положений уставки тока.

2.1 Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218	~220 В/16 А
A1	Регулируемый автотрансформатор	318.1	~0...240 В/2 А
A4	Однофазный трансформатор	372	120 ВА /220/24 В
A11	Автоматический однополюсный выключатель	359	~230 В / 0,5 А
P2	Измеритель тока и времени	524	05 А 0,01...999 с

2.2 Схема электрическая соединений



2.3 Указания по проведению эксперимента


- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления «» устройств, используемых в эксперименте, с гнездом «РЕ» автотрансформатора А1.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений.
- Установите регулятор тока автомата на минимальное значение.
- Выключите автоматический выключатель и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.
- Выключите выключатель «СЕТЬ» измерителя тока и времени P2.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 в крайнее по часовой стрелке положение.
- Выключите выключатель А11.
- Выключите выключатель «СЕТЬ» автотрансформатора А1.
- После отключения выключателя А11 считайте показания тока I и времени t , высвечивающиеся на индикаторах измерителя тока и времени P2, и занесите их в таблицу 2.3.1.

Таблица 2.3.1

I, A										
t, c										

- Отключите выключатель «СЕТЬ» автотрансформатора А1.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 против часовой стрелки примерно на 45 градусов.
- Спустя, например, 5 минут повторите операции начиная с включения выключателя А11 и заканчивая поворотом регулировочной рукоятки автотрансформатора А1.
- Операции повторяйте до тех пор, пока после включения выключателя «СЕТЬ» автотрансформатора А1 выключатель А11 не перестанет отключаться.
- Установите регулятор автомата на максимальное значение, повторите эксперимент.
- Отключите автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.
- Отключите выключатели «СЕТЬ» автотрансформатора А1, измерителя тока и времени P2.

