

I. Паспорт программы

Испытание автоматического выключателя

Автор программы: Захаров Андрей Михайлович, преподаватель высшей категории.

Контакты автора: Чувашская Республика, Чебоксары, ZaharovAM@yandex.ru, 89083025964

Уровень сложности	Формат проведения	Время проведения	Возрастная категория	Доступность для участников с ОВЗ
базовый	очная	90 минут	8-9, 10-11 класс	- не доступна

II. Содержание программы

Введение (20 мин)

1. Автоматический выключатель (автомат) — это коммутационный аппарат предназначенный для защиты электрической сети от сверхтоков, т.е. от коротких замыканий и перегрузок.

Определение «коммутационный» означает, что данный аппарат может включать и отключать электрические цепи, другими словами производить их коммутацию.

Автоматические выключатели бывают с электромагнитным расцепителем защищающим электрическую цепь от короткого замыкания и комбинированным расцепителем — когда дополнительно с электромагнитным расцепителем применяется тепловой расцепитель защищающий цепь от перегрузки.



**Однополюсный
автоматический
выключатель**

**Двухполюсный
автоматический
выключатель**

**Трехполюсный
автоматический
выключатель**

Примечание: В соответствии с требованиями ПУЭ бытовые электросети должны быть защищены как от коротких замыканий, так и от перегрузки, поэтому для защиты домашней электропроводки следует применять автоматы именно с комбинированным расцепителем.

Автоматические выключатели делятся на однополюсные (применяются в однофазных сетях), двухполюсные (применяются в однофазных и двухфазных сетях) и трехполюсные (применяются в трехфазных сетях), так же бывают четырехполюсные автоматические выключатели (могут применяться в трехфазных сетях с системой заземления TN-S).

1. Устройство и принцип работы автоматического выключателя.

На рисунке ниже представлено устройство автоматического выключателя с комбинированным расцепителем, т.е. имеющий и электромагнитный и тепловой расцепитель.

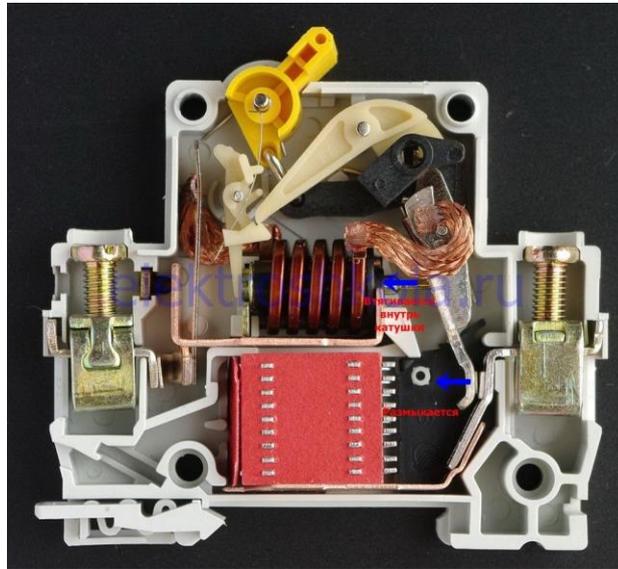
1,2 — соответственно нижняя и верхняя винтовые клеммы для подключения провода, 3 — подвижный контакт; 4 — дугогасительная камера; 5 — гибкий проводник (применяется для соединения подвижных частей автоматического выключателя); 6 — катушка электромагнитного расцепителя; 7 — сердечник электромагнитного расцепителя; 8 — тепловой расцепитель (биметаллическая пластина); 9 — механизм расцепителя; 10 — рукоятка управления; 11 — фиксатор (для крепления автомата на DIN-рейке).

Синими стрелками на рисунке показано направление протекания тока через автоматический выключатель.

Основными элементами автоматического выключателя являются электромагнитный и тепловой расцепители:

Электромагнитный расцепитель обеспечивает защиту электрической цепи от токов короткого замыкания. Он представляет из себя катушку (6) с находящимся в ее центре сердечником (7) который установлен на специальной пружине, ток в нормальном режиме работы проходя по катушке согласно закону электромагнитной индукции создает электромагнитное поле которое притягивает сердечник внутрь катушки, однако силы этого электромагнитного поля не хватает что бы преодолеть сопротивление пружины на которой установлен сердечник.

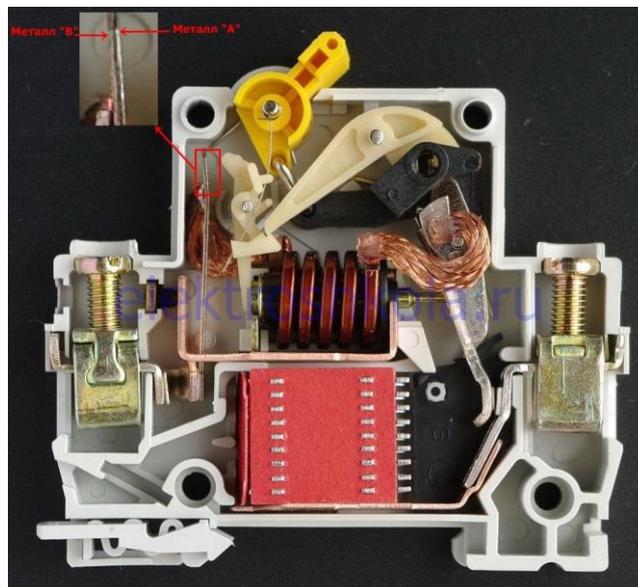
При коротком замыкании ток в электрической цепи мгновенно возрастает до величины в несколько раз превышающей номинальный ток автоматического выключателя, этот ток короткого замыкания проходя по катушке электромагнитного расцепителя увеличивает электромагнитное поле воздействующее на сердечник до такой величины, что его силы втягивания хватает на то что бы преодолеть сопротивление пружины, перемещаясь внутрь катушки сердечник размыкает подвижный контакт автоматического выключателя обесточивая цепь:



При коротком замыкании (т.е. при мгновенном возрастании тока в несколько раз) электромагнитный расцепитель отключает электрическую цепь за доли секунды.

Тепловой расцепитель обеспечивает защиту электрической цепи от токов перегрузки. Перегрузка может возникнуть при включении в сеть электрооборудования общей мощностью превышающей допустимую нагрузку данной сети, что в свою очередь может привести к перегреву проводов разрушению изоляции электропроводки и выходу ее из строя.

Тепловой расцепитель представляет из себя биметаллическую пластину (8). Биметаллическая пластина — это пластина спаянная из двух пластин различных металлов (металл «А» и металл «В» на рисунке ниже) имеющих разный коэффициент расширения при нагреве.



При прохождении по биметаллической пластине тока превышающего номинальный ток автоматического выключателя пластина начинает нагреваться, при этом металл «В» имеет больший коэффициент расширения при нагреве, т.е. при нагреве он расширяется быстрее чем металл «А», что приводит к искривлению биметаллической пластины, искривляясь она воздействует на механизм расцепителя (9), который размыкает подвижный контакт (3).

Время срабатывания теплового расцепителя зависит от величины превышения тока электросети номинального тока автомата, чем больше это превышение тем быстрее сработает расцепитель.

Как правило тепловой расцепитель срабатывает при токах в 1,13-1,45 раз превышающих номинальный ток автоматического выключателя, при этом при токе превышающем номинальный в 1,45 раза тепловой расцепитель отключит автомат через 45мин — 1 час.

Время срабатывания автоматических выключателей определяется по их время-токовым характеристикам (ВТХ)

При любом отключении автоматического выключателя под нагрузкой на подвижном контакте (3) образуется электрическая дуга которая оказывает разрушающее воздействие на сам контакт, причем чем выше отключаемый ток, тем мощнее электрическая дуга и тем большее ее разрушающее воздействие. Для сведения к минимуму ущерба от электрической дуги в автоматическом выключателе она направляется в дугогасительную камеру (4), которая состоит из отдельных, параллельно установленных пластин, попадая между этих пластин электрическая дуга дробится и затухает.

2. Постановка задачи (5 мин)

1. Постановка цели и задачи в рамках пробы

Цель: - изучение конструкции, принципа действия автоматического выключателя и исследование его характеристики.

Задачи:

- Определение величины тока уставки максимального токового расцепителя
- Определение времени отключения автомата
- Построить график срабатывания автоматического выключателя.
- Выполнить проверку автоматического выключателя на его пригодность к эксплуатации;

3. Выполнение задания (55 мин)

Порядок выполнения исследования

1. Собрать схему исследования автоматического выключателя по рисункам 1 и 2.

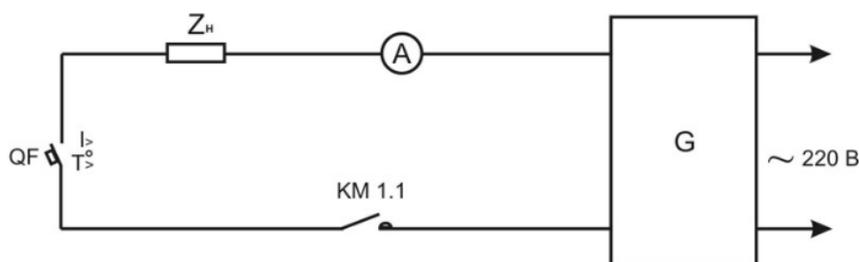


Рисунок 1 - Электрическая принципиальная схема силового контура

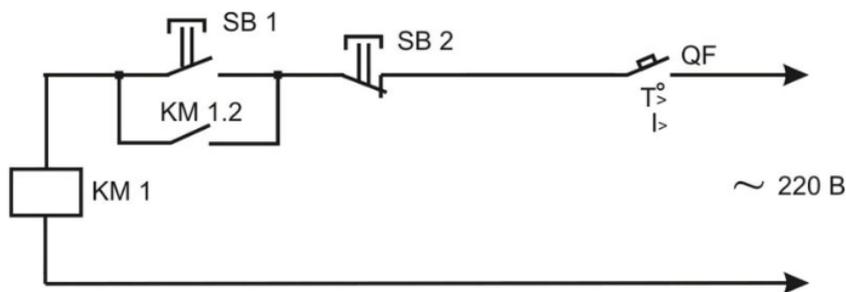


Рисунок 2 - Электрическая принципиальная схема контура управления

Исследование 1. Определение величины тока уставки максимального токового расцепителя.

- 1 Включить «Сеть».
- 2 Включить «Автоматический выключатель».
- 3 Включить «Контактор».
- 4 Плавноувеличивать ток нагрузки, воздействуя на движок потенциометра «Регулировка» или на кнопку « Больше ».
- 5 При выключении автомата зафиксировать показания индикатора « Ток ».
- 6 Повторить п.п. 2 – 5 трижды и определить среднее значение тока уставки максимального токового расцепителя.

Исследование 2. Определение времени отключения автомата

- 1 Включить «Сеть».
- 2 Включить «Автоматический выключатель».
- 3 Установить движком потенциометра или кнопкой « Больше » Максимальное значение тока нагрузки 15 А .
- 4 Включить «Контактор».
- 5 Зафиксировать время отключения.
- 6 Повторить п.п.2 – 5 трижды и определить среднее значение времени отключения автомата.

Исследование 3. Определение время - токовой характеристики (рисунок8).

- 1 Включить«Сеть».
- 2 Регулятор тока уставки установить в среднее положение «0».
- 3 Включить « Автоматический выключатель».
- 4 Установить ток нагрузки 1,5 А.
- 5 Включить контактор .
- 6 При отключении автомата зафиксировать время.
- 7 Повторить п.п. 3 – 6 при других значениях тока, указанных в аблице 1.
- 8 Установить регулятор тока уставки в положение « -».

Таблица 1 – Определение время – токовой характеристики автомата

Ток нагрузки I_n , А	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9
Время срабатывания $t_{ср}$, с									

- 9 Повторить п.п. 3–7.
- 10 Установить регулятор тока уставки в положение «+».
- 11 Повторить п.п. 3–7.

4. Подведение итогов

Ответы на вопросы

- 1 Каково устройство автомата ?
- 2 Каково назначение отдельных узлов автомата?
- 3 Почему наряду с максимальными токовыми электромагнитными расцепителями в автоматы встраиваются и тепловые токовые расцепители ?
- 4 Объясните характер кривых время - токовых характеристик.
- 5 Какими устройствами электроавтоматики может быть заменен автомат в системе защиты ?
- 6 Как можно уменьшить собственное время отключения автомата?
- 7 Как можно изменить величину тока уставки автомата ?
- 8 Каков принцип действия автомата при токах перегрузки , КЗ и чрезмерном снижении питающего напряжения ?
- 9 Каково назначение дугогасительных контактов.