

## **Вопросы к зачёту по электрическим аппаратам с краткими ответами**

### **1 По каким признакам и как классифицируют электрические аппараты?**

–по назначению, т. е. основной функции, выполняемой аппаратом -- на аппараты управления; аппараты защиты; контролирующие аппараты (датчики)

- по принципу действия;
- по роду тока (переменный или постоянный);
- по величине тока;
- по величине напряжения (до 1 кВ и свыше 1 кВ);
- по исполнению;
- по степени защиты (*IP*) и категории размещения;
- по конструктивным особенностям и области применения.

### **2 Какие требования предъявляют к электрическому аппарату?**

Не должен перегреваться. Должен выдерживать большие термические и электродинамические воздействия тока без каких-либо деформаций, препятствующих дальнейшей его работе. Электрическая изоляция должна выдерживать перенапряжения. Контакты должны коммутировать токи рабочих и аварийных режимов. Надежность, точность и быстроедействие. Иметь наименьшие габариты, массу и стоимость, быть простым по устройству, удобным в обслуживании и технологичным в производстве.

### **3 Какие процессы происходят на контактах? Перечислите материалы контактов**

Искрение, дуговой разряд, эрозия (разрушение) в результате распыления и переноса материала, Коррозия – химическое разрушение в результате окисления.

Электротехническая медь. Кадмиевая медь. Серебро. Латунь. Бронза. Вольфрам. Металлокерамика (серебро + вольфрам), Графит. Графит+медь (композиция для скользящих контактов). Для слаботочных контактов – золото, платина, палладий, иридий и их сплавы

### **4 Перечислите способы гашения дуги постоянного и переменного тока.**

Принудительное движение воздуха. Гашение дуги в жидкости. Повышенное давление газа. Электродинамическое воздействие на дугу. Магнитное гашение.

Для дуги переменного тока важно не дать дуге вновь зажечься после перехода синусоиды тока через нуль. Здесь применяются дугогасительные камеры с несколькими металлическими пластинками, стоящими на пути дуги (деионная решетка).

### **5 Что означают цифры классификации IP, буквы климатического исполнения и цифра категории размещения?**

Первая цифра IP обозначает степень защиты персонала от соприкосновения с находящимися под напряжением частями или приближения к ним и от соприкосновения с движущимися частями, а также степень защиты изделия от попадания внутрь твёрдых посторонних тел.

Вторая цифра IP обозначает степень защиты изделия от попадания воды.

Буквы климата: У – для умеренного, ХЛ – холодного, Т – тропического.

Цифры категории: 1 – для работы на открытом воздухе, 2 – в помещениях, 3 – в закрытых помещениях, 4 – в помещениях с искусственным климатом, 5 – во влажных помещениях.

### **6 Опишите электрические аппараты ручного управления**

К аппаратам ручного управления относятся: рубильник; переключатель - это разновидность рубильника на два рабочих и одно нейтральное положения; пакетные выключатели ПВ и переключатели ПП; универсальные переключатели; контроллеры; командоконтроллеры; кнопки и кнопочные посты ПКЕ (единый), ПКТ - это пульта для тельферов, мостовых кранов и кран-балок, КПВТ и ПВК – взрывозащищённые пульта; малогабаритные слаботочные переключатели.

### **7 Опишите электромагнитные аппараты – электромагниты, муфты, тормоза**

При протекании тока по катушке образуется магнитное поле, которое намагничивает сердечник, превращая его в магнит. Если сердечник подвижен и выдвинут из катушки, он втягивается в неё.

Электромагнитные муфты используются для передачи вращательного движения. Магнитным путём регулируется сцепление между дисками.

Тормозные устройства предназначены для фиксации положения механизма при отключённом двигателе, например для сокращения выбега при остановке или удержания груза.

## **8 Опишите электромагнитные реле, контакторы, пускатели**

При подаче тока в обмотку происходит перемещение подвижной части сердечника (якоря) и переключение контактов.

Контакты реле могут быть нормально разомкнутые (замыкающиеся), нормально замкнутые (размыкающиеся) и переключающиеся. Реле могут быть нейтральные и поляризованные (с постоянным магнитом).

Контакторы имеют главные замыкающиеся силовые контакты и вспомогательные слаботочные – блокировочные.

Пускатели предназначены для пуска, остановки и реверса (изменения направления вращения) электродвигателей. Содержат контакторы и реле тепловой защиты, размещённые в одном корпусе (здесь же возможно размещение управляющих кнопок).

## **9 Опишите аппараты защиты, плавкие предохранители, тепловые реле**

Защита от сверхтоков, перегрева, повышенного и пониженного напряжения, нарушения изоляции, импульсных перенапряжений.

Плавкие предохранители защищают от перегрузки и короткого замыкания. Одноразовые (требуют замены предохранителя либо плавкой вставки). Могут быть заполнены песком для дугогашения.

Тепловые реле содержат биметаллические пластинки, при перегрузке (перегреве) изгибающиеся настолько, что сбрасывают защёлку и отключают контакт в цепи управления двигателем.

## **10 Опишите состав автоматических выключателей и типы расцепителей**

Обеспечивают быструю и надёжную защиту от перегрузок (с помощью биметаллических пластинок) и короткого замыкания (с помощью электромагнитных расцепителей). Имеют дугогасительную камеру.

Тип расцепителя обозначается буквой:

- В – электромагнитный расцепитель сработает при превышении номинального тока в 3–5 раз.
- С – электромагнитный расцепитель сработает при превышении номинального тока в 5–10 раз.
- D – электромагнитный расцепитель сработает при превышении номинального тока в 10–20 раз.
- Бывают с маркировкой К (8–12 раз) и Z (2–3 раза).

## **11 Как работают реле контроля температуры и напряжения**

Термисторное реле работает от встроенных в электрооборудование полупроводниковых элементов – позисторов. Они резко увеличивают своё сопротивление при достижении определённой температуры.

Реле контроля напряжения защищает как от повышенного, так и от пониженного напряжения, может быть однофазным и трёхфазным.

Трёхфазное реле напряжения защищает от «перекоса фаз» в трёхфазной сети, вызванного обрывом нулевого провода.

## **12 Что такое выключатели дифференциального тока (УЗО и дифавтоматы)**

Дифференциальный ток – это разница в токах двух проводников, например между фазным, уходящим в нагрузку и нулевым, возвращающимся из нагрузки, возникающая из-за утечки.

Устройство защитного отключения (УЗО) содержит в себе дифференциальный трансформатор и расцепитель, срабатывающий при дифференциальном токе 10, 30, 100, 300, 500 мА. Некоторые УЗО содержат электронный усилитель. Могут быть типов АС, А и В (переменного, выпрямленного и импульсного тока).

Дифавтомат – комбинация в одном корпусе УЗО и автоматического выключателя. Компактно, с одним рычажком. Защищает и от сверхтоков и от нарушения изоляции.

## **13 Как устроена защита от импульсных перенапряжений (УЗИП)?**

Для защиты от ударов молний применяют разрядник, для защиты от наведенных вторичных импульсов – искровой разрядник. На замену разрядникам в деле защиты линий электропередач и линий связи пришли варисторы. Это особый тип полупроводниковых резисторов, сопротивление которых зависит от приложенного напряжения.

Чисто технически, варистор представляет собой таблетку спечённой керамики из вещества, которое обладает свойством полупроводника, например, гранул оксида цинка в матрице из смеси оксидов металлов, поэтому его и называют MOV – Metal Oxide Varistor. Если напряжение превышает пороговое, то варистор начинает хорошо проводить ток. В отличие от разрядника он возвращается в исходное состояние с высоким сопротивлением, если напряжение опустится ниже порогового.

## 14 Как выбирают электрические аппараты защиты?

Предохранитель выбирается по номинальному (расчетному) току  $I_{\text{пр}} \geq I_{\text{ном}}$ . Если есть пусковые токи (для двигателя), предохранитель выбирается из условия  $I_{\text{пр}} \geq I_{\text{пуск}}/2,5$  для нормального пуска. При тяжёлом пуске  $I_{\text{пр}} \geq I_{\text{пуск}}/1,6 \dots 2$ .

Тепловые реле выбирают по номинальному току двигателя  $I_{\text{тр}} \geq I_{\text{ном}}$ .

Автоматический выключатель выбирают по номинальному току  $I_{\text{ав}} \geq I_{\text{ном}}$  с электромагнитным расцепителем типа В (>в 3-5 раз) для освещения, С (>в 5-10 раз) для двигателей, D (>в 10-20 раз) для тяжёлых пусков.

УЗО (дифавтомат) выбирают с максимальным током утечки 30 мА, во влажных местах 10 мА, для противопожарной защиты 100 или 300 мА. Тип АС для переменного тока, А – выпрямленного, В – импульсного.

## 15 Опишите бесконтактные аппараты автоматического управления

Достоинства: не образуется электрическая дуга, малое время срабатывания, не изнашиваются механически. Недостаток – чувствительны к перенапряжениям и сверхтокам.

Применяются тиристорные пускатели и преобразователи частоты, выполненные на составных силовых транзисторах (вход полевой, выход биполярный), IGBT (*Insulated Gate Bipolar Transistor*) или биполярный силовой транзистор с изолированным затвором).

## 16 Какими бывают датчики? Их классификация, разновидности

**Датчик** – это устройство, воспринимающее внешние воздействия и реагирующее на них изменением электрических сигналов.

Классифицируются по виду измерительного сигнала, измеряемому параметру, принципу действия и другим параметрам.

Широкое распространение получили датчики температуры -термопары, пьезоэлектрические и емкостные датчики давления, индуктивные датчики перемещения, герконы, датчики Холла, оптические датчики.

## 17 Что такое микропроцессоры, устройства с микропроцессорами?

**Микропроцессор** — (МП) процессор (устройство, отвечающее за выполнение арифметических, логических операций и операций управления, записанных в машинном коде), реализованный в виде одной микросхемы

В составе микропроцессорной системы МП оснащается разнообразными устройствами ввода-вывода (УВВ) информации, к нему подаются сигналы от множества измерительных датчиков и исполнительных механизмов какого-либо сложного объекта или процесса.

### **18 Как применяют микроконтроллеры в электроаппаратостроении?**

**Микроконтро́ллер** — микросхема для программного управления электронными устройствами. Обычно изготавливается в виде единого кристалла с функциями ядра микропроцессора, шин команд и данных, периферийных устройств, ОЗУ и ПЗУ. По сути, это компьютер в чипе, выполняющий роль управляющего процессора.

Микроконтроллер – лучший выбор, если вы создаете систему управления с узкой областью применения. Микроконтроллеры также полезны для систем, требующих низкого энергопотребления.

Микроконтроллеры встраиваются в технологическое оборудование или используются в программируемых контроллерах.

### **19 чем отличается высокое напряжение? Перечислите способы гашения дуги, ограничения перенапряжений**

Чтобы убило напряжение 220/380 В, нужно прикоснуться к токоведущей части. Чтобы убило напряжение 1000 В и выше достаточно приблизиться.

Для гашения дуги в высоковольтных выключателях используется газоздушное дутьё, гашение в масле, вакууме, элегазе, магнитное дутьё, многократный разрыв дуги.

Для ограничения перенапряжений используются ограничители ОПН, разрядники длинно-искровые петлевые РДИП-10 и мультикамерные РМК-20.

### **20 Опишите высоковольтные выключатели, предохранители. Что такое комплектные РУ**

Наиболее распространены масляные выключатели, в которых дугогасительной средой является минеральное масло. В последнее время интенсивно развиваются конструкции вакуумных выключателей, в которых контактная система помещена в вакуумную камеру.

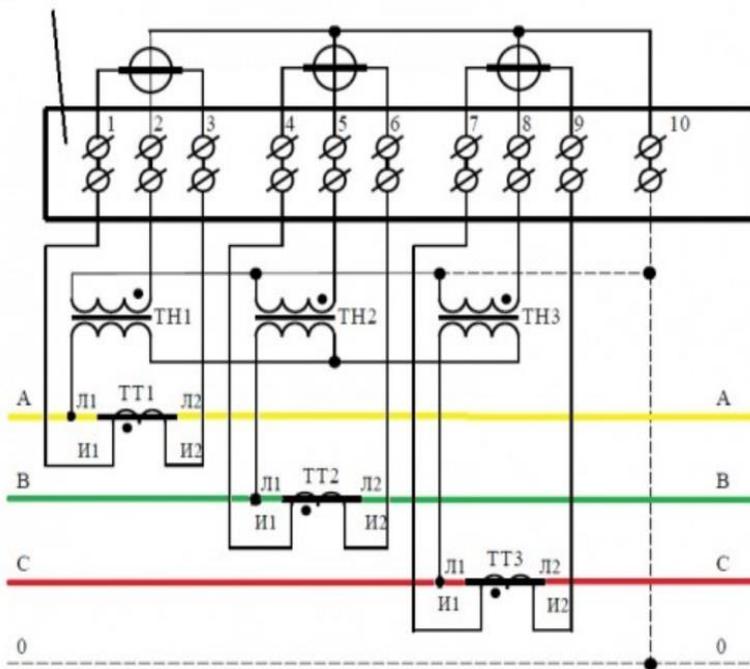
Предохранители заполняются кварцевым песком для гашения дуги.

**Комплектные РУ** состояются из закрытых шкафов или блоков с встроенными в них аппаратами, устройствами защиты и автоматики.

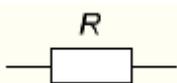
**21 Для чего применяют измерительные трансформаторы тока и напряжения? Схемы подключения**

Предназначены для уменьшения первичных токов (ТТ), и напряжений (ТН) до значений, наиболее удобных для подключения измерительных приборов, реле защиты, устройств автоматики. Первичные обмотки ТТ (Л1, Л2) подключаются последовательно с нагрузкой, первичные обмотки ТН – параллельно ей. Вторичные – к измерительным приборам.

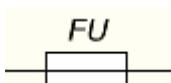
Клеммные зажимы электросчетчика



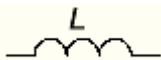
**22 Какие условные обозначения и буквенные коды применяют для электрических аппаратов на схемах?**



Резистор



Предохранитель плавкий



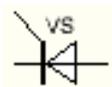
Катушка индуктивности, обмотка



Конденсатор



Диод



Тиристор



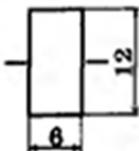
VT IGBT-транзистор



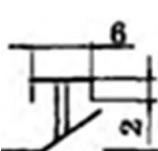
Контакт замыкающий



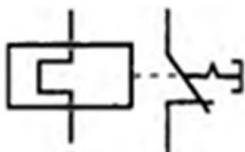
переключающий



KM Катушка контактора



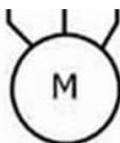
SB Кнопка «Пуск»



KK Реле электротепловое, возврат нажатием кнопки



QF Выключатель автоматический трёхполюсный



M Электродвигатель



T Трансформатор трёхфазный



Q Выключатель силовой



TA Трансформатор тока



Выпрямитель



Инвертор



PI Счётчик

## Задача. Выбрать устройства защиты для бытовой электрической сети

Максимальная разрешённая мощность  $P = \underline{\quad}$  кВт. Расчётный ток короткого замыкания питающей сети  $I_{кзпс} = \underline{\quad}$  А.

Мощность силовой сети (розеточная группа)  $P_{роз} = \underline{\quad}$  кВт, сеть выполнена кабелем ВВГ 3х2,5 длиной  $L_{роз} = \underline{\quad}$  м, с допустимым длительным током  $I_{дроз} = 27$  А, расчётный ток короткого замыкания  $I_{кзроз} = \underline{\quad}$  А.

Подключение электроплиты мощностью  $P_{эп} = \underline{\quad}$  кВт выполнено кабелем ВВГ 3х4 длиной  $L_{эп} = \underline{\quad}$  м с допустимым длительным током  $I_{дэп} = 38$  А, расчётный ток короткого замыкания  $I_{кзэп} = \underline{\quad}$  А.

Сеть освещения мощностью  $P_{осв} = \underline{\quad}$  кВт выполнена кабелем ВВГ 3х1,5 длиной  $L_{осв} = \underline{\quad}$  м с допустимым длительным током  $I_{досв} = 19$  А, расчётный ток короткого замыкания  $I_{кзосв} = \underline{\quad}$  А.

### 1) Рассчитаем вводной автомат:

Определяем расчётный ток во вводном автомате по максимальной разрешённой к использованию мощности:

$$I_p = P / U \cdot \cos\phi, \text{ А где } U = 220 \text{ В.} \quad (1)$$

Далее по рассчитанному току определим номинальный ток автомата  $I_{наб}$  из ряда. ...6; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100...А.

Проверяем электромагнитный расцепитель на отключающую способность при коротком замыкании  $6 \cdot I_{наб} \leq I_{кзпс}$ . Если условие выполняется, принимаем тип характеристики расцепителя «С», если не выполняется – «В»..

### 2) Рассчитаем автомат для сети освещения

Определяем расчётный ток по формуле (1). Выбираем автомат.

Проверяем согласованность выбранного аппарата защиты для сети освещения (как для сети, в которой возможны небольшие, но продолжительные перегрузки) по двум условиям

$$1) I_p \leq I_{наб}; \quad 2) 1,13 \cdot I_{наб} \leq I_d \quad (2)$$

Принимаем тип характеристики «С» (электромагнитный расцепитель сработает при превышении номинального тока в 5–10 раз).

Проверяем на отключающую способность при коротком замыкании  $1,1 \cdot 10 \cdot I_{наб} \leq I_{кз}$  – условие должно выполняться (3)

### 3) Рассчитаем дифференциальный автомат для силовой сети

Определяем расчётный ток по формуле (1). Выбираем дифавтомат.

Проверяем согласованность выбранного дифавтомата для силовой сети (как для сети, в которой возможны небольшие, но продолжительные перегрузки) по двум условиям (2).

Так же рассчитываем дифференциальный ток дифавтомата силовой сети:  $\Delta I = ((0.4 \cdot I_p) + (0.01 \cdot L)) \cdot 3$ , мА (4)

Выбираем ближайшее большее стандартное значение дифференциального тока — 30 мА. Если значение дифференциального тока  $\Delta I$  превышает 30 мА, силовая сеть должна быть разделена на две розеточных группы.

Принимаем тип характеристики «С» (электромагнитный расцепитель сработает при превышении номинального тока в 5–10 раз).

Проверяем на отключающую способность при коротком замыкании по формуле (3) – условие должно выполняться. Если условие не выполняется, принимаем тип характеристики «В» (электромагнитный расцепитель сработает при превышении номинального тока в 3–5 раз) и проверяем по формуле

$$1,1 \cdot 5 \cdot I_{\text{НАВ}} \leq I_{\text{КЗ}} \quad (5)$$

### 4) Рассчитаем дифавтомат для подключения электроплиты

Определяем расчётный ток по формуле (1). Выбираем дифавтомат.

Проверяем согласованность выбранного дифавтомата для сети питающей электроплиту (так как данная сеть предназначена для питания только одного электроприбора заданной мощности проверку производим как для сети в которой исключена возможность небольших продолжительных перегрузок):  $I_p \leq I_{\text{НАВ}} \leq I_{\text{д}}$ .

Так же рассчитываем дифференциальный ток дифавтомата по формуле (4). Выбираем ближайшее стандартное значение дифференциального тока — 30 мА.

Принимаем тип характеристики «С» (электромагнитный расцепитель сработает при превышении номинального тока в 5–10 раз).

Проверяем на отключающую способность при коротком замыкании по формуле (3). . Если условие не выполняется, принимаем тип характеристики «В» и проверяем по условию (5).