

## 39-40 Условия выбора электрических аппаратов защиты

Для защиты электродвигателей от коротких замыканий нужно использовать предохранители или автоматические выключатели [1]. Номинальные токи плавки вставок предохранителей или автоматических выключателей следует выбирать таким образом, чтобы было обеспечено надежное отключение тока короткого замыкания на зажимах электродвигателя. Вместе с тем электродвигатели при номинальных для данной установки всплесках, пиках тока (пиках технологических нагрузок, пусковых токах, токах самозапуска и т.п.) не должны быть отключены этой защитой. Для электродвигателей механизмов с легкими условиями пуска отношение пускового тока электродвигателя к номинальному току плавкой вставки должно быть не более 2,5, а для электродвигателей механизмов с тяжелыми условиями пуска (большая длительность разгона, частые пуски и т.п.) оно должно быть равным 1,6...2,0.

Электродвигатели должны иметь аппараты, защищающие их при междуфазном коротком замыкании, однофазном замыкании на корпус, перегрузке, снижении или исчезновении напряжения.

При защите электроприемников необходимо учитывать защиту и электрической сети. Электрические сети подразделяются на две группы: 1) защищаемые от токов перегрузки и тока короткого замыкания; 2) защищаемые только от тока короткого замыкания [1].

Защита от коротких замыканий выполняется обязательно для всех электродвигателей (электроприемников) и электрических сетей, защита от перегрузки — для электродвигателей продолжительного режима работы, за исключением случаев, когда такая перегрузка маловероятна (электродвигатели вентиляторов, насосов и т.п.).

Для электродвигателей, работающих в повторно-кратковременном режиме, например для грузоподъемных механизмов, защита от перегрузки не выполняется.

Защите от перегрузки подлежат:

сети в помещениях, проложенные открыто незащищенными изолированными проводниками с горючей оболочкой;

сети внутри помещений, проложенные защищенными проводниками в трубах, в негорючих строительных конструкциях и т.п.;

осветительные сети в жилых, общественных и торговых помещениях, служебно-бытовых помещениях промышленных предприятий, включая сети для бытовых и переносных электроприемников, а также в пожароопасных производственных помещениях;

сети промышленных предприятий, в жилых и общественных зданиях, в торговых помещениях, когда по условиям технологического процесса или режиму работы сети может возникать длительная перегрузка проводов и кабелей;

сети всех видов во взрывоопасных наружных установках независимо от условий технологического процесса или режима работы сети.

Все остальные сети не требуют защиты от перегрузки и защищены только от тока короткого замыкания.

Аппараты, установленные для защиты от коротких замыканий и перегрузки, следует выбирать так, чтобы номинальный ток каждого из них  $I_{\text{ном.з.а}}$  был не меньше номинального тока электродвигателя (электроприемника)  $I_{\text{ном}}$  или расчетного тока  $I_{\text{расч}}$  рассматриваемого участка сети:

$$I_{\text{ном.з.а}} \geq I_{\text{ном}} (I_{\text{расч}}). \quad (4.1)$$

где  $I_{\text{ном}}$  — номинальный ток электродвигателя, который определяется по паспортным данным электродвигателя (электроприемника), А;  $I_{\text{расч}}$  — расчетный ток электроприемника, определяемый по формулам:

$$I_{\text{расч}} = P_{\text{ном}} / \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi \text{ (для трехфазной сети с нулем);}$$

$$I_{\text{расч}} = P_{\text{ном}} / U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi \text{ (для однофазной сети);}$$

$$I_{\text{расч}} = P_{\text{ном}} / U_{\text{ном}} \text{ (для сети постоянного тока).}$$

При выборе плавких вставок предохранителей для защиты электродвигателей и электрооборудования, во время включения которого возникает пусковой ток, следует учитывать, что по номинальному току плавкие вставки выбирать недостаточно, так как они могут сработать (перегореть) при пуске агрегата.

**Выбор плавких вставок предохранителей.** Для электродвигателей, работающих в продолжительном режиме, величина тока плавкой вставки  $I_{\text{ном.пл.вст}}$  предохранителя должна удовлетворять условию:

$$I_{\text{ном.пл.вст}} \geq I_{\text{кр}} / \alpha, \quad (4.2)$$

где  $I_{\text{кр}}$  — кратковременный ток группы электродвигателей (для одиночного электродвигателя  $I_{\text{кр}} = I_{\text{пуск}}$ ), А;  $\alpha$  — коэффициент, учитывающий условия пуска и длительность пускового периода;  $\alpha = 2,5$  — нормальные условия пуска, время разгона от 2...2,5 до 5 с;  $\alpha = 1,6...2,0$  — тяжелые условия пуска, время разгона до 40 с (мощные вентиляторы, компрессоры, насосные установки, прессы, дробилки и другие технологические установки).

Максимальный кратковременный ток  $I_{кр}$  для группы электродвигателей можно определить по уравнению

$$I_{кр} = I_{пуск макс} + \sum_1^{n-1} I_{ном} \quad (4.3)$$

где  $I_{пуск макс}$  — пусковой ток наибольшего по мощности электродвигателя в группе, А;  $\sum I_{ном}$  — сумма номинальных токов группы электродвигателей, кроме тока номинального пускаемого электродвигателя в группе, А.

Пусковой ток асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором можно рассчитать по формуле

$$I_{пуск} = I_{ном} I_{пуск} / I_{ном} \cdot A, \quad (4.4)$$

где  $I_{пуск} / I_{ном}$  — кратность пускового тока, которая определяется по техническим данным электродвигателей.

Плавкие вставки предохранителей для защиты асинхронных электродвигателей с фазным ротором рекомендуется выбирать в соответствии с формулой

$$I_{ном.пл.вст} \geq (1,15 \dots 1,25) I_{ном}. \quad (4.5)$$

Номинальный ток плавких вставок предохранителей для защиты линий питания сварочного трансформатора определяется по формуле

$$I_{ном.пл.вст} \geq I_{ном} \cdot \sqrt{ПВ}. \quad (4.6)$$

3 PEN 50 Гц 380 В



Рис. 4.18. Схема защиты электрической сети отключения к электродвигателю

Одним из условий выбора предохранителей является обеспечение избирательности их действия (селективности защиты).

Это осуществляется за счет того, что время срабатывания плавких вставок, стоящих выше в цепи предохранителей, увеличивается на одну-две ступени по отношению к предохранителям, установленным ниже по схеме от пункта питания.

*Пример 1.* Выбрать плавкие предохранители серии ПН2 для защиты асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором серии 4А 160S2V3 от тока короткого замыкания, который включен по схеме, представленной на рис. 4.18.

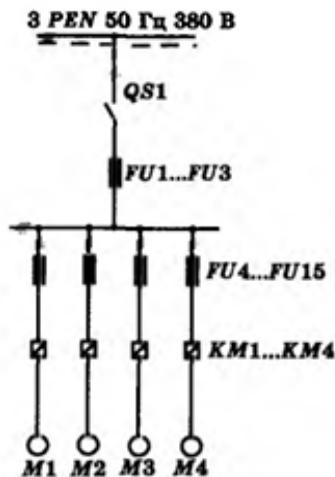


Рис. 4.19. Схема защиты электрической сети группы электродвигателей

зომ: записывается тип предохранителя, ток номинального основания (патрона), номинальный ток плавкой вставки, например ПН2-100/80 А.

*Пример 2.* Для группы электродвигателей M1, M2, M3, M4 (рис. 4.19) нужно выбрать предохранители FU4...FU15 и FU1...FU3, установленные для защиты сети, питающей группу электродвигателей (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Технические характеристики электродвигателей

Наименование	M1	M2	M3	M4
$P_{\text{ном}}$ , кВт	2,2	3,0	5,5	18,5
$I_{\text{ном}}$ , А	5,7	6,6	11,3	35,2
КПД, %	75	82	85,5	88,5
$\cos \varphi$	0,74	0,83	0,85	0,92
$I_{\text{пуск}} / I_{\text{ном}}$	5,5	6,5	7,0	7,5

Предохранители FU4...FU15 выбирают в соответствии (4.2), как и плавкие вставки предохранителей для защиты электродвигателя M1 (см. рис. 4.18).

Выбор плавких вставок предохранителей FU1...FU3, защищающих питающую электрическую сеть, осуществляется по условию (4.2), где кратковременный ток определяется по выражению (4.3):

Технические характеристики электродвигателя:  $P_{\text{ном}} = 15$  кВт;  
 $I_{\text{ном}} = 28,5$  А;  $n_{\text{ном}} = 2940$  об/мин;  
 $I_{\text{пуск}} / I_{\text{ном}} = 7,0$ ; условия пуска нормальные.

Плавкую вставку предохранителя выбирают по условию (4.2). Для этого необходимо определить пусковой ток:

$$I_{\text{пуск}} = 28,5 \cdot 7 = 199,5 \text{ А};$$

$$I_{\text{ном.пл.вст}} \geq 199,5 / 2,5 = 79,8 \text{ А}.$$

Следовательно, условию (4.2) удовлетворяет плавкая вставка на номинальный ток  $I_{\text{ном}} = 80$  А, так как  $80 \text{ А} > 79,8 \text{ А}$ .

Запись выбранных предохранителей производится следующим обра-

зом: записывается тип предохранителя, ток номинального основания (патрона), номинальный ток плавкой вставки, например ПН2-100/80 А.

$$I_{кр} = 35,2 \cdot 7,5 + 23,6 = 264 + 23,6 = 287,6 \text{ А.}$$

$$I_{ном.пл.вст} \geq I_{кр} / 2,5 = 287,6 / 2,5 = 115 \text{ А.}$$

Условию (4.2) удовлетворяют плавкие вставки ПН-2-250/120 на номинальный ток 120 А, но с учётом селективности следует принимать предохранители с плавкими вставками на ступень выше, т. е. ПН-2-250/150 на ток 150 А.

**Выбор тепловых реле.** Тепловые реле для защиты электродвигателей от длительной перегрузки выбирают по номинальному току электродвигателя в соответствии с условием

$$I_{ном.т.р} \geq I_{ном.эл.дв} \quad (4.7)$$

*Пример 3.* Выбрать тепловое реле для защиты электродвигателя М1 от перегрузки (см. рис. 4.18).

Номинальный ток электродвигателя равен 28,5 А, следовательно, условию (4.7) удовлетворяет тепловое реле серии РТЛ-2053 на номинальный ток уставки 32 А с пределами регулирования тока уставки в диапазоне 23...32 А.

$$32 \text{ А} > 28,5 \text{ А}$$

**Выбор автоматических выключателей.** Автоматические выключатели выбираются по двум условиям:

$$I_{ном.т.р} \geq (1,15 \dots 1,25) I_{ном}; \quad (4.8)$$

$$I_{срб. эм. расц (отсечка)} \geq 1,25 I_{пуск}. \quad (4.9)$$

где  $I_{ном.т.р}$  — номинальный ток уставки теплового расцепителя, А;  $I_{срб. эм. расц (отсечка)}$  — ток срабатывания электромагнитного расцепителя (отсечка), А.

*Пример 4.* Выбрать автоматический выключатель серии ВА для защиты электродвигателя М1 (см. рис. 4.19). Технические характеристики электродвигателя приведены в табл. 4.1.

Номинальный ток электродвигателя  $I_{ном} = 5,7 \text{ А}$ , следовательно, условию (4.8) удовлетворяет автоматический выключатель с тепловым расцепителем на 8 А. Тогда  $8 \text{ А} > 5,7 \cdot 1,25$ ,  $8 \text{ А} > 6,6 \text{ А}$ .

Проверим ток срабатывания электромагнитного расцепителя  $I_{срб. эм. расц}$  автоматического выключателя с тепловым расцепителем на 8 А. Для этого подставим расчетные значения в условие (4.9):

$$8,0 \cdot 10 > 5,7 \cdot 5,5 \cdot 1,25;$$

$$80 \text{ А} > 39,2 \text{ А.}$$

Условием выбора удовлетворяет автоматический выключатель серии ВА 51Г-25 на номинальный ток 25 А с уставкой теплового расцепителя на ток 8,0 А.

## Выбор аппаратов защиты

### 1 Введение

Далее описывается методика расчёта электрических сетей до 1000 Вольт, бытового (и аналогичного) назначения, в частности приведены формулы расчёта тока сети, а так же порядок расчёта и выбора аппаратов защиты. В заключительной части приведен пример расчёта бытовой электросети.

Приведенная методика разработана с учетом требований ПУЭ «Правила устройства электроустановок (Издание седьмое)», ГОСТ 30331.5-95 «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока», ГОСТ Р 50345-99 (МЭК 60898-95) «Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения».

Примечание: при выборе аппаратов защиты необходимо соблюдать требование селективности, т.е. при возникновении аварии (короткого замыкания, перегрузки) защита должна обеспечивать отключение повреждённого участка, а не всей сети. Обеспечивается это поступательным уменьшением величины номинального тока каждого последующего, последовательно установленного, аппарата защиты.

Все приведенные в статье расчёты справедливы только для кабелей и аппаратов защиты, характеристики которых отвечают требованиям соответствующих ГОСТов.

### 2. Расчёт тока электросети

Ток электросети можно определить по следующим формулам:

**Для однофазной сети:**

$$I_p = P / U_{\phi} \cdot \cos \varphi$$

**Для трёхфазной сети:**

$$I_p = P / \sqrt{3} \cdot U_{л} \cdot \cos \varphi$$

где:

P — Расчётная мощность сети, в Ваттах (как определить расчётную мощность бытовой сети [читайте здесь](#).);

$U_{\phi}$  — Фазное напряжение, в Вольтах (напряжение между фазой и нулем);

$U_{л}$  — Линейное напряжение, в Вольтах (напряжение между двумя фазами);

$\cos\varphi$  — Коэффициент мощности — отношение активной мощности к полной (принимается равным: от 0,95 до 1 — для бытовых электросетей (как правило 1); от 0,75 до 0,85 — для промышленных электросетей);

### 3. Выбор аппарата защиты от сверхтока

Аппаратами защиты от сверхтоков (токов короткого замыкания и перегрузки) являются автоматические выключатели, дифференциальные автоматические выключатели и предохранители.

#### Расчёт и выбор аппарата защиты сети от перегрузки:

В соответствии с п. 433.1 ГОСТ 30331.5-95 устройства защиты должны отключать любой ток перегрузки, протекающий по проводникам, раньше, чем такой ток мог бы вызвать повышение температуры проводников, опасное для изоляции, соединений, зажимов или среды, окружающей проводники.

Поэтому необходимо обеспечить согласованность выбранных аппаратов защиты. Такая согласованность в соответствии с п.433.2 ГОСТ 30331.5-95 должна обеспечиваться выполнением следующих двух условий:

$$1) I_p \leq I_{нз} \leq I_d$$

$$2) I_{срз} \leq 1,45 I_d$$

где:

- $I_p$  — Расчётный (рабочий) ток сети;
- $I_{нз}$  — Номинальный ток аппарата защиты;
- $I_d$  — Допустимый длительный ток кабеля;
- $I_{срз}$  — Ток обеспечивающий надёжное срабатывание аппарата защиты, его принимают равным:
  - — Току срабатывания при заданном времени срабатывания для автоматических выключателей;

- — Току плавления плавкой вставки при заданном времени срабатывания для предохранителей.

На токе срабатывания автоматического выключателя остановимся более подробно, для исключения разночтений данного требования:

В соответствии с п. 3.5.16 ГОСТ Р 50345-99 Установленное значение тока, вызывающее расцепление выключателя в пределах заданного времени — это так называемый **условный ток расцепления**, который согласно п. 8.6.2.3 для автоматического выключателя **равен 1,45 его номинального тока**.

Таким образом, вышеприведенное условие №2 для автоматических выключателей будет иметь следующий вид:

$$1,45I_{нз} \leq 1,45I_{д}$$

Т.к. коэффициент 1,45 находится и в левой, и в правой частях данного уравнения его можно сократить ( $1,45I_{нз} \leq 1,45I_{д}$ ) в результате условие №2 для автоматических выключателей примет вид:

$$I_{нав} \leq I_{д}$$

где:  $I_{нав}$  — номинальный ток автоматического выключателя

т.е. номинальный ток автоматического выключателя должен быть меньше либо равен длительно допустимому току кабеля, что в свою очередь является частью первого условия. Таким образом **проверять автоматические выключатели по условию №2 не требуется**.

**Примечание:** Защита, выбранная по вышеприведенной методике в соответствии с п.4.33.2 ГОСТ 30331.5-95 не обеспечивает полной защиты в некоторых случаях, например от длительного сверхтока, меньшего по значению, чем  $I_{срз}$ , и не всегда обеспечивает экономически целесообразное решение.

При этом предполагается, что электрическая сеть спроектирована так, что небольшие перегрузки с большой продолжительностью будут иметь место не часто.

**Важно!** В случае если в рассчитываемой сети могут иметь место небольшие перегрузки в течение длительного периода времени

автоматический выключатель для её защиты следует выбирать исходя из следующих условий:

$$1) I_P \leq I_{\text{НАВ}}$$

$$2) 1,13 I_{\text{НАВ}} \leq I_D$$

т.е. расчётный ток сети должен быть меньше либо равен, номинальному току автоматического выключателя, а номинальный ток автоматического выключателя, умноженный на коэффициент 1,13 должен быть меньше либо равен длительно допустимому току кабеля.

**ВЫВОД:** Исходя из вышесказанного, номинальный ток автоматических выключателей, предназначенных для защиты сети от перегрузки, должен выбираться по следующим условиям:

- для сетей, в которых исключена возможность возникновения небольших, но продолжительных перегрузок:

$$I_P \leq I_{\text{НАВ}} \leq I_D$$

- для сетей, в которых могут иметь место небольшие, но продолжительные перегрузки:

$$1) I_P \leq I_{\text{НАВ}}$$

$$2) 1,13 I_{\text{НАВ}} \leq I_D$$

- $I_P$  — Расчётный (рабочий) ток сети;
- $I_{\text{НАВ}}$  — Номинальный ток автоматического выключателя;
- $I_D$  — Допустимый длительный ток кабеля.

Выбор номинального тока автоматического выключателя производится исходя из приведенных выше условий из ряда стандартных значений, при этом согласно пункту 3.1.4. ПУЭ номинальный ток аппарата защиты следует выбирать по возможности наименьшим, по расчётному току сети.

Наименование устройства/аппарата	Ряд стандартных значений номинальных токов, Ампер
Автоматические выключатели	1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 13; 16; 20; 25; 32; 35; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300

Расчёт и выбор аппарата защиты сети от тока короткого замыкания (тока КЗ) здесь не рассматривается, смотри:

## Расчёт тока короткого замыкания в сети 0,4 кВ

### 4. Выбор аппарата защиты от дифференциального тока (тока утечки)

В некоторых случаях помимо защиты от сверхтоков (токов короткого замыкания и перегрузки) требуется обеспечить защиту сети от так называемого дифференциального тока или тока утечки, такая защита обеспечивается дифференциальным автоматическим выключателем (дифавтоматом) либо устройством защитного отключения (УЗО), данные устройства отключают сеть при возникновении утечки тока защищая тем самым от возникновения пожара и поражения человека электрическим током.

#### Расчёт номинального тока аппарата защиты от тока утечки:

Как известно дифавтомат — это устройство совмещающие в себе функции автоматического выключателя, т.е. кроме тока утечки он защищает сеть от сверхтоков, поэтому расчёт его номинального тока производится в соответствии с методикой рассмотренной в разделе 3 настоящей статьи (как для автоматического выключателя).

В отличие от дифавтомата УЗО не имеет защиты от сверхтока и в соответствии с п.7.1.76. ПУЭ само должно быть защищено от сверхтока вышестоящим аппаратом, обеспечивающим эту защиту. Таким образом, УЗО может быть установлено в сеть только совместно с автоматическим выключателем (последовательно, после автомата), поэтому номинальный ток УЗО определяется исходя из следующего условия:

$$I_{\text{ав}} \leq I_{\text{узо}}$$

где:

- $I_{\text{ав}}$  — Номинальный ток вышестоящего автоматического выключателя;
- $I_{\text{узо}}$  — Номинальный ток УЗО.

При этом рекомендуется, что бы номинальный ток УЗО был минимум на ступень выше номинального тока вышестоящего автомата, т.е. при установке автомата на 10 Ампер в паре с УЗО номинальный ток последнего рекомендуется принять 16 Ампер.

Номинальный ток аппарата защиты от тока утечки выбирается исходя из приведенных выше условий из следующего ряда стандартных значений:

Наименование устройства/аппарата	Ряд стандартных значений номинальных токов, Ампер
УЗО, дифавтомат	6; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125

### Расчет дифференциального тока аппарата защиты от тока утечки.

В отличие от номинального тока дифференциальный ток для УЗО и дифавтомата рассчитывается аналогично: В соответствии с пунктом 7.1.83. ПУЭ: **Суммарный ток утечки сети** с учётом присоединяемых стационарных и переносных электроприёмников в нормальном режиме работы **не должен превосходить 1/3 номинального тока УЗО.** При отсутствии данных **ток утечки электроприёмников** следует принимать из расчета **0,4 мА на 1 А тока нагрузки,** а **ток утечки сети** — из расчета **10 мкА на 1 м длины фазного проводника.**

Т.е. дифференциальный ток аппарата защиты можно рассчитать по следующей формуле:

$$\Delta I_{\text{СЕТИ}} = ((0.4 \cdot I_{\text{СЕТИ}}) + (0.01 \cdot L_{\text{ПРОВОДА}})) \cdot 3, \text{ миллиАмпер}$$

Произведя данный расчёт необходимо выбрать ближайшее большее стандартное значение номинального отключающего дифференциального тока:

$$\Delta I_{\text{ЗАЩИТЫ}} \geq \Delta I_{\text{СЕТИ}}$$

**Стандартными величинами дифференциального тока являются: 6, 10, 30, 100, 300, 500 мА.**

При выборе дифференциального тока аппарата защиты следует помнить, что согласно пункту 1.7.50. ПУЭ **для защиты от поражения электрическим током** должны применяться устройства с номинальным отключающим дифференциальным током **не более 30 мА.** Таким образом, если по расчёту значение диф. тока сети составляет более 30 мА нагрузку необходимо разделить по нескольким линиям с установкой отдельного аппарата защиты на каждую.

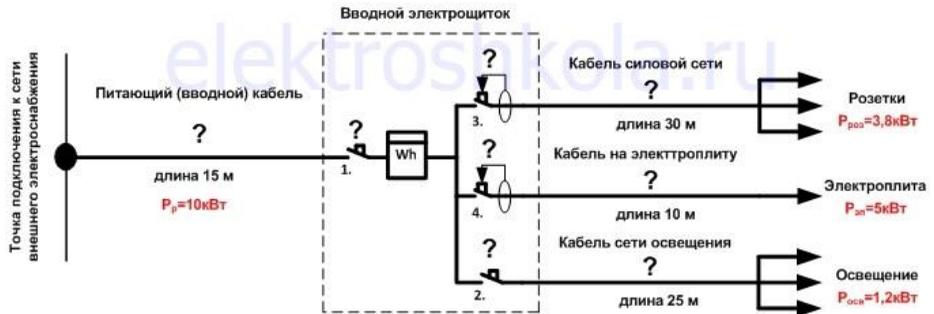
**Аппараты защиты с дифференциальными токами 100, 300 и 500 мА используются в качестве противопожарных,** обычно их

устанавливают в качестве общего аппарата защиты во вводном электрощите (они так же могут устанавливаться в распределительных щитах при необходимости).

## 5. Пример расчёта бытовой сети

В заключение, для закрепления материала, приведем пример расчёта небольшой бытовой электрической сети.

В первую очередь необходимо составить **однолинейную схему электроснабжения**:



Условно графические обозначения:	Исходные данные:
1. — вводной автоматический выключатель 2. — автоматический выключатель на сеть освещения 3. — дифференциальный автоматический выключатель на розеточную группу 4. — дифференциальный автоматический выключатель на электроплиту — электросчетчик	<b>Ввод: однофазный (220 Вольт)</b> Максимальная разрешенная к использованию мощность (согласно техническим условиям или договору на электроснабжение): $P_p=10\text{кВт}$ Расчетная мощность силовой сети: $P_{роз}=3,8\text{кВт}$ Расчетная мощность сети освещения: $P_{осв}=1,2\text{кВт}$ Мощность электроплиты: $P_{ст}=5\text{кВт}$

**Примечание:** Для расчётов необходимо использовать значение мощности в Ваттах (1 киловатт =1000 Ватт), коэффициент мощности (cosφ) принимаем равным 1.

### 1) Рассчитаем вводной автомат:

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

$$I_p = P/U_{\phi} * \cos\phi = 10\ 000/220 * 1 = 45,5 \text{ Ампер}$$

Теперь по рассчитанному току определим номинальный ток вводного автомата.

*Справочно: Вводной автоматический выключатель помимо своей защитной функции выполняет так же функцию ограничителя мощности, т.е. не позволяет потребителям превысить разрешённую к использованию мощность. Данный вопрос находится в компетенции энергоснабжающей организации, поэтому при установке автомата с завышенным номиналом, он не будет принят и опломбирован представителем энергоснабжающей организации.*

Исходя из сказанного выше выберем ближайшее большее стандартное значение номинального тока вводного автомата (по соответствующей таблице выше):

- Принимаем номинальный ток вводного автоматического выключателя равным **50 Ампер**

## 2) Рассчитаем автомат для сети освещения

Расчётный ток сети освещения составит:

$$I_{P(осв)} = P/U_{\phi} \cdot \cos\varphi = 1200/220 \cdot 1 = 5,5 \text{ Ампер}$$

Определяем номинальный ток автоматического выключателя для сети освещения. Принимаем:

- Номинальный ток автоматического выключателя **6 Ампер.**

Проверяем согласованность выбранных аппаратов защиты для сети освещения (как для сети, в которой возможны небольшие, но продолжительные перегрузки):

$$1) I_{P(осв)} \leq I_{НАВ} \rightarrow 5,5 \leq 6 \text{ — условие выполняется}$$

$$2) 1,13 I_{НАВ} \leq I_{д} \rightarrow 6,78 \leq 19 \text{ — условие выполняется}$$

**Вывод:** и автомат выбран верно.

## 3) Рассчитаем дифавтомат для силовой сети

Расчётный ток силовой сети составит:

$$I_{P(роз)} = P/U_{\phi} \cdot \cos\varphi = 3800/220 \cdot 1 = 17,3 \text{ Ампер}$$

По справочным таблицам, приведенным выше, определяем номинальный ток дифференциального автоматического выключателя для сети освещения. Принимаем:

- Номинальный ток дифавтомата **20 Ампер.**

Проверяем согласованность выбранных аппаратов защиты для силовой сети (как для сети, в которой возможны небольшие, но продолжительные перегрузки):

$$1) I_{P(роз)} \leq I_{НАВ} \rightarrow 17,3 \leq 20 \text{ — условие выполняется}$$

2)  $1,13I_{\text{НАВ}} \leq I_{\text{Д}} \rightarrow 22,6 \leq 25$  — условие выполняется.

**Вывод:** номинальный ток дифавтомата выбран верно.

Так же рассчитываем дифференциальный ток дифавтомата силовой сети:

$$\Delta I_{\text{СЕТИ}} = ((0.4 * I_{\text{СЕТИ}}) + (0.01 * L_{\text{ПРОВОДА}})) * 3 = ((0.4 * 17,3_{\text{СЕТИ}}) + (0.01 * 30)) * 3 = (6,92 + 0,3) * 3 = 21,66 \text{ миллиАмпер.}$$

- Выбираем ближайшее большее стандартное значение дифференциального тока — **30 мА**

#### 4) Рассчитаем дифавтомат для подключения электроплиты

Расчётный ток электроплиты составит:

$$I_{\text{Р(ЭП)}} = P / U_{\text{Ф}} * \cos\phi = 5000 / 220 * 1 = 22,7 \text{ Ампер.}$$

Определяем номинальный ток дифференциального автоматического выключателя для сети освещения. **Принимаем:**

- Номинальный ток дифавтомата **25 Ампер.**

Проверяем согласованность выбранных аппаратов защиты 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):

$$1) I_{\text{Р(ЭП)}} \leq I_{\text{НАВ}} \leq I_{\text{Д}} \rightarrow 22,7 \leq 25 \leq 25$$
 — условие выполняется.

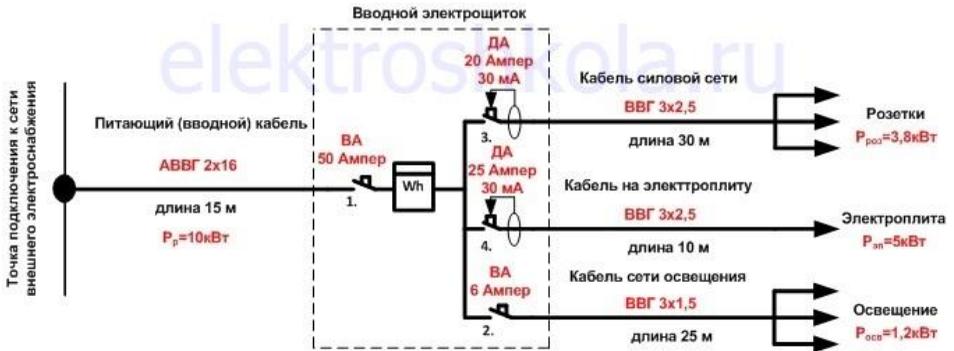
**Вывод:** номинальный ток дифавтомата выбран верно.

Так же рассчитываем дифференциальный ток дифавтомата силовой сети:

$$\Delta I_{\text{СЕТИ}} = ((0.4 * I_{\text{СЕТИ}}) + (0.01 * L_{\text{ПРОВОДА}})) * 3 = ((0.4 * 22,7_{\text{СЕТИ}}) + (0.01 * 10)) * 3 = (9,08 + 0,1) * 3 = 27,54 \text{ миллиАмпер.}$$

- Выбираем ближайшее большее стандартное значение дифференциального тока — **30 мА**

В итоге получаем электрическую сеть со следующими характеристиками:



Теперь произведём расчёт токов короткого замыкания по методике приведенной в **Расчёт тока короткого замыкания в сети 0,4 кВ:**



- $I_{кзпс}$  – ток однофазного короткого замыкания питающей сети
- $I_{кзсв}$  – ток однофазного короткого замыкания силовой сети
- $I_{кзэл}$  – ток однофазного короткого замыкания сети электроплиты
- $I_{кзсо}$  – ток однофазного короткого замыкания питающей сети

↑сети освещения

По умолчанию выбираем характеристику срабатывания всех автоматических выключателей «С». ( $I_{MP}=10I_{НАВ}$ ) и проверяем их по условию срабатывания:

**1) Вводной автоматический выключатель** при КЗ должен отключиться за время **не более 5 секунд** т.к. он не относится к групповой сети, поэтому время его срабатывания можно проверить по **время-токовой характеристике**, либо по следующему условию:

$$6I_{НАВ} \leq I_{кзпс} \rightarrow 6 \cdot 50 \leq 312 \rightarrow 300 \leq 312 - \text{условие выполняется}$$

**2) Сеть освещения:**

$1,1I_{MP} \leq I_{1кзсо} \rightarrow 1,1*10*6 \leq 214 \rightarrow 66 \leq 214$  — условие выполняется, принимаем характеристику «С».

### 3) Силовая сеть:

$1,1I_{MP} \leq I_{1кзсс} \rightarrow 1,1*10*20 \leq 226 \rightarrow 220 \leq 226$  — условие выполняется, принимаем характеристику «С».

### 4) Сеть электроплиты:

$1,1I_{MP} \leq I_{1кзэп} \rightarrow 1,1*10*25 \leq 245 \rightarrow 275 \leq 245$  — условие не выполняется.

Принимаем дифавтомат с характеристикой срабатывания «В» ( $I_{MP}=5I_{HAB}$ ) и повторно проводим проверку:

$1,1I_{MP} \leq I_{1кзэп} \rightarrow 1,1*5*25 \leq 245 \rightarrow 137,5 \leq 245$  — условие выполняется, принимаем характеристику «В»

Теперь, когда все расчёты электросети закончены, она примет следующий вид:



В случае необходимости для данных расчётов вы можете воспользоваться онлайн-калькуляторами:

- [Онлайн расчёт тока сети](#)
- [Онлайн расчет автомата по мощности](#)
- [Онлайн расчет сечения кабеля по мощности](#)
- [Онлайн выбор автомата по сечению кабеля](#)
- [Онлайн расчет дифавтомата по мощности](#)
- [Онлайн расчет УЗО по мощности](#)