

Практическая работа №4. Дисциплина ПВПД-1

Раздел: **Электрические аппараты.**

При анализе данного материала студенту необходимо повторить конспект лекций – электрические аппараты, который выложен на портале. Внимательно проанализировать занятия с 14 по 16 (примеры решения задач)

Каждому студенту необходимо решить три задачи.

Работа, которую вы отправляете на проверку преподавателю, должна содержать:

1. Условие задачи с номером варианта.

2. Решение, т.е. определение необходимых величин, построение графиков согласно условию задачи.

Работу вы можете выполнить любым способом, в том числе вручную, отсканировать, перевести в PDF и прислать на проверку.

ЗАДАЧА 1. Токоподвод к автоматическому выключателю постоянного тока выполнен медными прямоугольными шинами сечением b х h , расположенными параллельно широкой стороне друг к другу на расстоянии a и закрепленными на опорных изоляторах на расстоянии ℓ между соседними изоляторами. Выбрать размеры сечения b и h токоподводящих шин, исходя из длительного режима работы выключателя при $I_{ном}$ и его электродинамической стойкости при сквозном токе короткого замыкания $I_{КЗ}$ (максимальное значение пропускаемого тока). Данные для расчета представлены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры	В А Р И А Н Т Ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a , мм	60	60	65	70	75	80	90	100	110	120
ℓ , мм	150	160	170	170	180	180	200	200	210	210
$I_{ном}$, А	160	200	250	400	600	800	1000	1600	2000	2500
$I_{КЗ}$, кА	55	60	75	80	100	120	160	200	250	300

Методические указания

1. Определение размеров сечения шин, исходя из длительного режима работы

$$S_{\text{дл}} = \frac{I_{\text{ном}}}{j_{\text{дон}}},$$

где $j_{\text{дон}} = 2 \text{ А/мм}^2$ – допустимая из условий нагрева шинопровода плотность тока.

Отношение узкой стороны сечения шинопровода к его широкой стороне b/h обычно принимается в пределах от 0,1 до 0,25. При этом размеры сечения выбираются из стандартных рядов для медного проката. Для размера b : ... 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12...мм, для размера h : ... 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120 ... мм.

Выбранные размеры b и h должны обеспечивать сечение не менее $S_{\partial л}$ и максимально близкое к нему.

2. Определение размеров сечения шин, исходя из электродинамической стойкости при токе короткого замыкания.

Электродинамическая сила, действующая на участок шинопровода длиной ℓ ,

$$P_{\partial \partial} = 10^{-7} K K_{\phi} I_{K3}^2 ,$$

где $K = \frac{2\ell}{a} \left[\sqrt{1 + \left(\frac{a}{\ell} \right)^2} - \frac{a}{\ell} \right]$ – коэффициент контура;

K_{ϕ} – коэффициент формы, определяется по кривым Двайта.

Максимальное изгибающее механическое напряжение в шине

$$\sigma_{\max} = \frac{P_{\partial \partial} \ell}{12 W_{из}} = \frac{P_{\partial \partial} \ell}{2 h b^2} ,$$

где $W_{из} = \frac{h b^2}{6}$ – момент сопротивления изгибу шины, мм³.

Если $\sigma_{\max} \leq \sigma_{\partial \partial \partial} = 13,7 \cdot 10^5$ Н/мм², то сечение медных токоподводящих шин, выбранное исходя из длительного режима работы, принимается окончательным. Если же $\sigma_{\max} > \sigma_{\partial \partial \partial}$, то необходимо увеличить толщину шинопровода, исходя из соотношения

$$b = \sqrt{\frac{P_{\partial \partial} \ell}{2 h \sigma_{\partial \partial \partial}}} .$$

Это значение b также должно выбираться из стандартного ряда

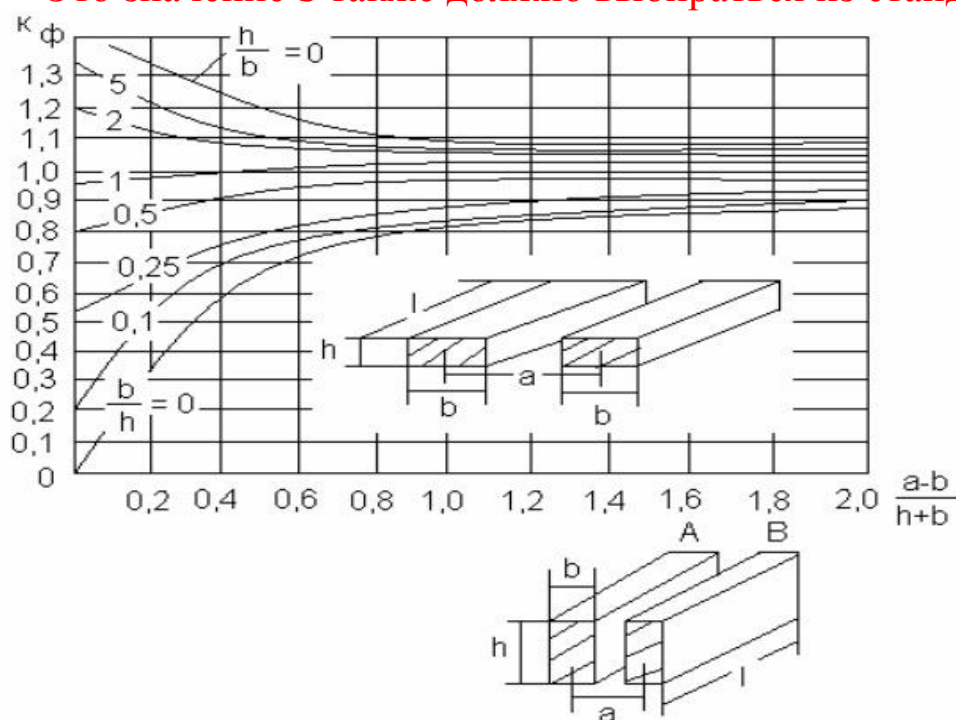


Рис. 1.3. Кривые Двайта, учитывающие влияние размеров поперечного сечения проводника

ЗАДАЧА 2. Для прямого пуска короткозамкнутого асинхронного электродвигателя серии 4 А мощностью P , питающегося от сети с номинальным напряжением $U_{ном} = 380$ В, используется магнитный пускатель, схема включения которого представлена на рис. 1. В состав пускателя входят контактор КМ и тепловые реле КК1 и КК2. Определить необходимые параметры двигателя и выбрать тип пускателя и параметры его тепловых реле.

Данные для расчета приведены в табл. 3.

Таблица 3

Параметры	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P , кВт	15	18,5	22	15	18,5	22	11	15	11	15
$\cos \varphi_{дв}$	1	0,92	0,91	0,88	0,88	0,90	0,86	0,87	0,75	0,82
η	8	0,885	0,885	0,885	0,895	0,90	0,86	0,875	0,87	0,87

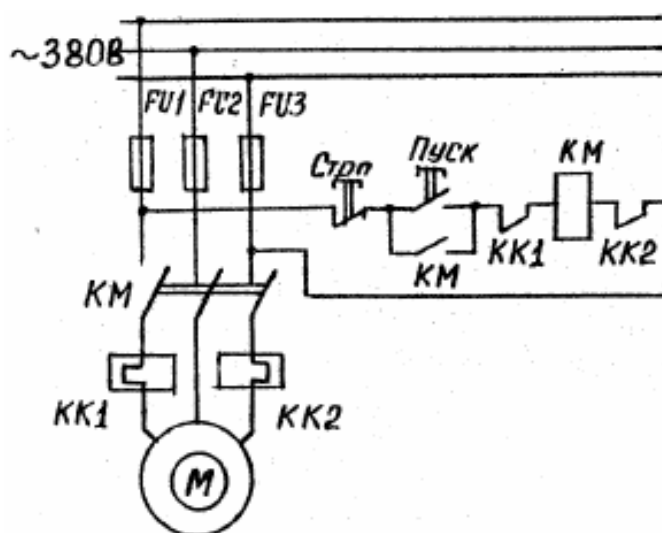


Рис. 1

Технические данные некоторых типов пускателей и тепловых реле приведены в табл. 4 и 5.

Методические указания

1. Определение номинального тока двигателя

$$I_{ном_{дв}} = \frac{P}{\sqrt{3} U_{ном} \cos \varphi_{дв} \eta},$$

где $\cos \varphi_{дв}$ – коэффициент мощности двигателя ; η – КПД (табл. 3).

По величине этого тока из табл. 4 производится выбор пускателя таким образом, чтобы максимальный рабочий ток пускателя в категории применения АС-3 (пуск электродвигателей с короткозамкнутым ротором, отключение вращающихся двигателей при номинальной нагрузке) был не менее номинального тока двигателя и максимально близким к нему .

2. Определение номинального тока уставки теплового реле.

Для лучшего согласования перегрузочной характеристики двигателя и защитной (время-токовой) характеристики реле номинальный ток уставки выбирается на 15-20 % выше номинального тока двигателя, т. е. $I_{уст.ном} = (1,15 \div 1,20) I_{ном.дв}$, так как в тепловое реле выбранного выше пускателя может быть установлен тепловой элемент с различным номинальным током (током срабатывания при нулевом положении регулятора), то из ряда этих токов для реле пускателя необходимо выбрать значение, ближайшее к $I_{уст.ном}$ и проверить, укладывается ли величина

$I_{уст.ном}$ в пределы регулирования номинального тока уставки ($\pm 25\%$). Технические данные тепловых реле приведены в табл. 5.

Таблица 4

Тип защищённого исполнения	Номинальный ток, А	Максимальный рабочий ток при категории исполнения АС-3	Тип встроенного теплового реле
ПМЕ-122	10	7,5	ТРН-8
ПМЕ-222	23	18	ТРН-25
ПА-322	40	30	ТРН-32
ПА-422	56	50	ТРП-60
ПА-522	115	100	ТРП-150
ПА-622	140	135	ТРП-150

Технические данные тепловых реле приведены в табл. 5

Таблица 5

Тип защищённого исполнения	Номинальный ток, А	Номинальные токи тепловых элементов реле, А (при нулевом положении регулятора)	Пределы регулирования номинального тока установки
ТРН.-8	10	2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,8; 8; 10	От
ТРН-25	25	5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25	$0,75 I_{ном}$
ТРН-32	40	16; 20; 25; 32; 40	До
ТРП-60	60	25; 30; 40; 50; 60	$1,25 I_{ном}$
ТРП-150	150	50; 60; 80; 100; 120; 150	

Выбранные таким образом параметры реле обеспечивают отключение двигателя, например, при токе перегрузки $1,3 I_{ном.дв}$ за время не более 10-20 мин., а при перегрузке током $10 I_{ном.дв}$ за время не более 2-5 с.

Задача 3. Для защиты от тока короткого замыкания цепи питания короткозамкнутого асинхронного электродвигателя мощностью P (рис. 1 и табл. 3) используются плавкие предохранители серии ПР-2 (разборные, без наполнителя).

Определить номинальный и пограничный токи, а также сечение медной плавкой вставки и выбрать наиболее близкое по номинальному току плавкой вставки исполнение предохранителя. Технические данные предохранителей серии ПР-2 при напряжении 380 В приведены в табл. 6.

Таблица 3

Параметры	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P , кВт	15	18,5	22	15	18,5	22	11	15	11	15
$\cos \varphi_{\text{дв}}$	1	0,92	0,91	0,88	0,88	0,90	0,86	0,87	0,75	0,82
η	8	0,885	0,885	0,885	0,895	0,90	0,86	0,875	0,87	0,87

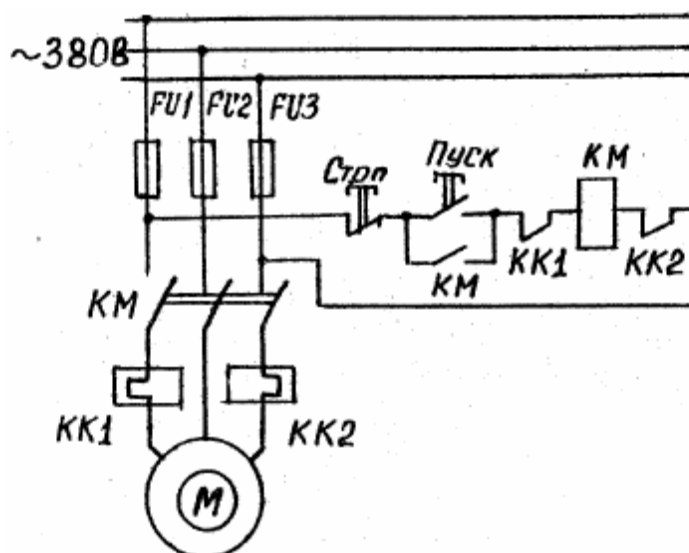


Рис. 1

Таблица 6

Номинальный ток предохранителя, А	Номинальные токи плавких вставок, А	Предельный отключаемый ток при $\cos \varphi_A = 0,4$, А
15	6, 10 и 15	4500
60	15, 20, 25, 35, 45 и 60	8000
100	60, 80 и 100	11000
200	100, 125, 160 и 200	11000
350	200, 225, 260, 300 и 350	13000
600	350, 430, 500 и 600	20000

Методические указания

1. Определение номинального тока плавкой вставки.

Плавкая вставка предохранителя не должна отключать двигатель при кратковременных перегрузках его пусковыми токами. Для двигателей серии А02 величина пускового тока

$$I_n = 7I_{ном.дв}.$$

Для защиты одиночных двигателей в большинстве практических случаев номинальный ток плавкой вставки рекомендуется определять из соотношения

$$I_{вст.ном} = \frac{I_n}{2,5}.$$

В соответствии с рассчитанным значением $I_{вст.ном}$ из табл.6 выбирается номинальный ток плавкой вставки – ближайшее большее значение. В соответствии с выбранным значением $I_{вст.ном}$ определяется исполнение предохранителя (по его номинальному току).

2. Определение пограничного тока плавкой вставки.

Под пограничным током понимают номинальный ток, при котором сгорает плавкая вставка, достигнув установившейся температуры.

Расчетный пограничный ток $I_{погр}$ берется несколько больше номинального тока плавкой вставки. Отношение $I_{погр} / I_{вст.ном}$ для медных вставок составляет $1,6 \div 1,8$, т. е. $I_{погр} = (1,6 \div 1,8)I_{вст.ном}$.

3. Определение диаметра медной плавкой вставки. Исходя из баланса подводимого и отводимого от плавкой вставки мощностей, диаметр плавкой вставки определяется из уравнения

$$d = \sqrt[3]{\frac{4I_{погр}^2(1 + \alpha_c T_{пл})\rho_0}{\pi^2 K_T (T_{пл} - T_{окр})}},$$

где $\rho_0 = 1,75 \cdot 10^{-6}$ Ом · см – удельное сопротивление меди;

$\alpha_c = 0,004$ 1/град – температурный коэффициент сопротивления для меди;

$T_{пл} = 1083^\circ\text{C}$ – температура плавления меди;

$T_{окр} = 40^\circ\text{C}$ – температура окружающей среды;

$K_T = 11 \cdot 10^{-4}$ Вт/см² град – коэффициент теплопередачи с наружной

поверхности