

4 ЗАЩИТНАЯ АППАРАТУРА СЕТЕЙ ДО 1 КВ

Сети, и электроприемники должны иметь защиту от ненормальных режимов работы. Их необходимо защищать от действия токов короткого замыкания, токов аварийной перегрузки. Защита выполняется аппаратами: автоматическими выключателями, плавкими предохранителями. Управление осуществляется аппаратами управления: магнитными пускателями, контакторами.

Главные функции защитных аппаратов – включение, отключение цепей электроприемников, защита от перегрузок, токов короткого замыкания,

Главные функции аппаратов управления: пуск и останов двигательной нагрузки электроприемников, защита от снижения напряжения или самозапуска, регулирование скорости, реверсирование, электрическое торможение.

Каждый из названных аппаратов может выполнять как одну, так и несколько функций.

4.1 Выбор плавких предохранителей

Плавкие предохранители применяются для защиты сетей и электроприемников от токов короткого замыкания. Плавкие вставки предохранителей выдерживают токи на 30-50% выше номинальных в течении 1 часа и больше, 60-100% менее 1 часа. Если в течении этого времени нагрузочные токи уменьшаться до номинальных, плавкая вставка останется целой.

Плавкие предохранители делят на инерционные – со значительной тепловой инерцией, способные выдерживать значительные временные перегрузки, безинерционные – с малой тепловой инерцией, с ограниченной способностью к перегрузкам. К инерционным относят предохранители установочные с предохранительной резьбой и свинцовым токопроводящим мостиком. К безинерционным относят трубчатые с медным токопроводящим мостиком и предохранители со штампованными вставками открытого типа.

По конструкции предохранители делят на две группы – с наполнителем, наполненные мелким кварцевым песком типа ПН2, НПН2, ПП17, ПП18 и без наполнителя ПР2.

Типы некоторых предохранителей: ПР – предохранитель разборный; НПН – насыпной предохранитель, неразборный; ПН2 – предохранитель насыпной, разборный. Технические данные предохранителей НПН и ПН2 приведены в таблице 4.1.

Условия выбора плавких предохранителей.

Номинальный ток плавкой вставки безинерционного предохранителя выбирается из условия длительного протекания расчетного тока линии по (4.1)

$$I_{пл.в} \geq I_{дл}. \quad (4.1)$$

где $I_{дл}$ - длительный расчетный ток.

Номинальный ток инерционного предохранителя должен соответствовать кратности допустимого тока. $I_{дл}. = 1,1I_p$

При выборе плавких предохранителей к узлам распределения электроэнергии – силовым сборкам, шинопроводам, магистралям, длительный ток принимается равным расчетному для группы приемников, для защиты одиночных приемников длительный ток принимается равным номинальному.

Таблица 4.1-Технические данные предохранителей НПН и ПН2

Тип предохранителя		Номинальный ток		Предельный ток отключения (действующее значение), А	При каком положении предохранителя
		предохранителя, А	плавких вставок, А		
НПН-15		15	6; 10; 15	–	
НПН-60М		60	20; 25; 35; 45; 60	–	
Патроны разборные	ПН2-100	100	30; 40; 50; 60; 80; 100	50000	вертикальном и
	ПН2-250	250	80; 100; 125; 150; 200; 250	40000	горизонтальном положении
	ПН2-400	400	200; 250; 300; 400	25000	при вертикальном положении
	ПН2-600	600	300; 400; 500; 600	25000	
	ПН2-1000	1000	500; 600; 750; 800; 1000	10000	

Для обеспечения нормальной работы сетей и электроприемников плавкие предохранители отстраивают от кратковременных токов перегрузки $I_{кр}$.

В качестве кратковременных токов одиночных приемников принимаются пусковые токи, а для групп приемников пиковые токи.

$$I_{пл.в} \geq \frac{I_{кр}}{2,5} \quad (4.2)$$

где $I_{\text{кр}} = I_{\text{пик}}$ для группы приемников,

$$I_{\text{пл.в}} \geq \frac{I_{\text{кр}}}{\alpha} \quad (4.3)$$

$I_{\text{кр}} = I_{\text{пус}}$ для одиночного приемника

α - коэффициент снижения пускового тока электроприемника, при легком пуске $\alpha=2,5$, при тяжелом пуске $\alpha=1,6$ при среднем $\alpha=2,0$.

Легкий пуск имеют приемники с однородным графиком потребления – это электродвигатели вентиляторов, насосов, компрессоров. К среднему пуску можно отнести приводы металлообрабатывающих станков. Тяжелый пуск характерен для ЭП включаемых под нагрузкой, например двигатели крановых механизмов, прокатное оборудование.

При выборе плавкого предохранителя к одиночному приемнику с частыми пусками или затяжным пуском $I_{\text{пл.в}} = I_{\text{пус}} / (1,6 - 2,0)$

Пиковый ток группы приемников рассчитывается

$$I_{\text{пик}} = I_{\text{пус}} + (I_{\text{р}} - I_{\text{ном}} K_{\text{и}}) \quad (4.4)$$

где $I_{\text{пус}}$ - пусковой ток приемника, создающего максимальный ток в группе, А

$I_{\text{р}}$ - расчетный ток группы, А

$I_{\text{ном}}$ - номинальный ток указанного приемника, А

$K_{\text{и}}$ - коэффициент использования этого приемника.

Пусковой ток приемника рассчитывается

$$I_{\text{пус}} = K_{\text{пус}} \cdot I_{\text{ном}} \quad (4.5)$$

где $K_{\text{пус}}$ – кратность пускового тока.

Защита выполняемая аппаратами, в том числе плавкими предохранителями, должна быть селективной. Что достигается выбором плавких вставок на отдельных участках возрастающими в сторону узла питания. При этом ток предохранителя высшей ступени больше на два порядка низшей ступени.

Чтобы обеспечить избирательность защиты необходимо подобрать плавкие вставки на двух смежных участках линии так, чтобы произошло отключение только необходимой линии.

Пример выбора плавкого предохранителя.

Выбрать плавкий предохранитель к силовой сборке типа ШРС-11 с номинальным напряжением $U_{\text{н}}=380$ В, расчетным током $I_{\text{р}}=338$ А. Данные электроприемника, создающего наибольший пусковой ток в группе –

$P_H=28$ кВт; $K_H=0,55$; $\cos\varphi=0,75$; кратность пускового тока $K_H=5$.

Решение

1) Рассчитывается номинальный ток электроприемника

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} U_H \cos\varphi_H \cdot \eta_H} \quad (4.6)$$

$$I_H = \frac{28}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,75 \cdot 0,87} = 65,28 \text{ А.}$$

2) Пусковой ток электроприемника по (4.5)

$$I_{\text{ПУС}} = 65,28 \cdot 5,5 = 359 \text{ А.}$$

3) Пиковый ток группы по (4.4)

$$I_{\text{ПИК}} = 359 + (338 - 65,28 \cdot 0,55) = 661,11 \text{ А.}$$

4) Условия выбора плавкой вставки предохранителя по длительному току продолжительного режима и отстройке от пускового тока

$$I_{\text{ПЛ.В}} \geq 1,1 \cdot 338 = 371,8 \text{ А,}$$

$$I_{\text{ПЛ.В}} \geq \frac{661,1}{2,5} = 264,44 \text{ А.}$$

5) Выбирается предохранитель ПН2-400, с номинальным током патрона $I_{\text{ПР}} = 400 \text{ А}$ и плавкой вставкой $I_{\text{ПЛ.В}} = 400 \text{ А}$.

4.2 Выбор автоматических выключателей

Автоматические выключатели служат для нечастых включений и отключений цепи, для защиты от токов перегрузки и токов короткого замыкания.

Для выполнения защитных функций автоматические выключатели снабжаются тепловыми и электромагнитными расцепителями или комбинированными. Тепловой расцепитель выполняет защиту от токов перегрузки, электромагнитный от токов короткого замыкания.

Автоматические выключатели имеют исполнение как стационарное, так и выдвигное.

Для значительных токов нагрузки применяются автоматы серии «Электрон», стационарные и выдвижные с дистанционным управлением привода выключателя, устанавливаемые в шкафах комплектных трансформаторных подстанций.

Такого же типа есть автоматы серии АВМ, снятые с производства, но используемые в действующих старых установках.

Широко применяются автоматы серий АЕ, ВА с большим диапазоном токов, для цепей управления с малыми токами нагрузки применяются автоматы ВА и АП-50Б.

Серия ВА выпущена взамен А3700, А3100, АВМ и «Электрон». Выключатели ВА51, ВА52 выпускаются с тепловым и электромагнитным и комбинированным расцепителями, ВА53, ВА55 и ВА75 с полупроводниковым максимальным расцепителем, выключатели ВА56 без максимальных расцепителей. Маркировка автоматических выключателей серии ВА.

ВА	51	—	31	—	1
Обозначение выключателя					Обозначение количества полюсов: 1 – один 2 – два 3 – три
Разработка: 51, 52 – с тепловым и электромагнитным расцепителями (или только с электромагнитным); 53, 55, 75 – с полупроводниковым максимальным расцепителем; 56 – без максимальных расцепителей					
Обозначения номинального тока ($I_{ном}$, А) выключателя: 25 – 25А 39 – 630А 29 – 63А 41 – 1000А 31 – 100А 43 – 1600А 33 – 160А 45 – 2500А 35 – 250А 47 – 4000А 37 – 400А					

Условия выбора автоматических выключателей:

- по напряжению установки $U_{H.A} \geq U_{уст}$;
- по месту установки – стационарные или выдвижные;
- по токам нагрузки и токам короткого замыкания.

Выбор токов срабатывания автоматических выключателей.

Отстройка теплового расцепителя. Номинальный ток теплового расцепителя выбирается из условия длительного протекания расчетного тока линии или электроприемника

$$I_{T.P} \geq I_{ДЛ} \quad (4.7)$$

где $I_{ДЛ.} = 1,1I_{Н}$, для одиночных электроприемников

$I_{Н}$ - номинальный ток электроприемника, А

$I_{ДЛ.} = 1,1I_{Р}$, для защищаемой линии

$I_{Р}$ - расчетный ток линии, А

Отстройка электромагнитного расцепителя. Номинальный ток электромагнитного расцепителя или комбинированного расцепителя также выбирают по длительному току присоединения. Ток срабатывания проверяют по максимальному кратковременному току линии

$$I_{Э.Р} \geq 1,25I_{КР} \quad (4.8)$$

где $I_{Э.Р}$ - ток электромагнитного расцепителя, А.

Кратковременные токи определяются так же как и при выборе предохранителя. Коэффициент 1,25 учитывает погрешность определения кратковременного тока при разбросе характеристик электромагнитного расцепителя и исключает ложное срабатывание при пуске двигателей.

Если автоматический выключатель имеет обратно зависимую от тока характеристику, ток теплового расцепителя определяется условием

$$I_{T.P} \leq 1,1I_{ДЛ} \quad (4.9)$$

Пример выбора автоматического выключателя.

В магистральной линии силовой сети напряжением 380/220 В с длительным расчетным током $I_{Р} = 100$ А, кратковременным пиковым током $I_{Пик} = 500$ А при легком пуске двигателей выбрать автоматический выключатель.

Решение.

1) Ток теплового расцепителя по условию выбора

$$I_{T.P} \geq 1,1 \cdot 100 = 110 \text{ А}$$

2) Ток электромагнитного расцепителя по условию (4.8)

$$I_{Э.Р} \geq 1,25 \cdot 500 = 625 \text{ А}$$

Выбирается выключатель ВА51-31, номинальный ток выключателя $I_{H.A} = 160 \text{ А}$, номинальный ток расцепителя $I_{H.P} = 100 \text{ А}$.

3) Ток срабатывания теплового расцепителя: в зоне перегрузки кратность срабатывания 1,2-1,25, ток расцепителя в зоне срабатывания составит $I_{T.P} = 1,2 \cdot 100 = 120 \text{ А}$.

4) Ток электромагнитного расцепителя: кратность срабатывания в зоне КЗ – 3,6,7 и ток расцепителя составит $I_{Э.P} = 7 \cdot 100 = 700 \text{ А}$.

5) Выбранный выключатель ВА51-31, $I_{H.A} = 160 \text{ А}$, $I_{T.P} = 120 \text{ А}$, $I_{Э.P} = 700 \text{ А}$ соответствует параметрам защиты.

4.3 Выбор магнитных пускателей

Магнитные пускатели или контакторы служат для дистанционного управления электроприводами. Они предназначены для частых пусков и отключений. Защиту от токов они не выполняют, но выполняют защиту от снижения напряжения (нулевая защита), тепловую защиту при наличии теплового реле, защиту от самозапуска.

Контакторы выполняют те же функции, что магнитный пускатель, но они рассчитаны на большие токи, 250-400 А, и каждый полюс имеет дугогасительную камеру. Исполнение контактора открытое, так устанавливаются они обычно в электротехнических шкафах.

Выбираются по напряжению, по току, числу полюсов, исполнению по среде, по наличию тепловой защиты или без нее, по необходимости реверсирования.

Основные современные серии магнитных пускателей ПМ12-000, ПМЕ-200 выполняются на номинальное напряжение до 660В, ПМА-300 до 380В.

Примеры маркировок магнитных пускателей



Номинальные токи пускателей ПМ12:
ПМ12-010, $I_H = 10 \text{ А}$;

ПМ12-025, $I_H = 25 \text{ А}$;

ПМ12-040, $I_H = 40 \text{ А}$;

ПМ12-063, $I_H = 63 \text{ А}$.

Пускатели серии ПМЕ имеют обозначения в маркировке: без



теплого реле – 1, с тепловым реле – 2, нереверсивный – 1, реверсивный – 2.

Величина пускателя определяет наибольшую мощность управляемого двигателя. Так для пускатели серии ПМЕ нулевой величины (0) на номинальное напряжение 380В применяются для электродвигателей мощностью до 4 кВт, второй величины до – 10 кВт.

Тепловые реле магнитных пускателей выполняют тепловую защиту от перегрева. В пускателях серии ПМ12 применяются реле типа РТТ. В пускателях серии ПМЕ – реле типа ТРН-8,10,25,32,40 до третьей величины включительно, реле ТРП-120,150 для величин 4,5,6. Уставка теплового реле выбирается аналогично току срабатывания теплового расцепителя автоматического выключателя.