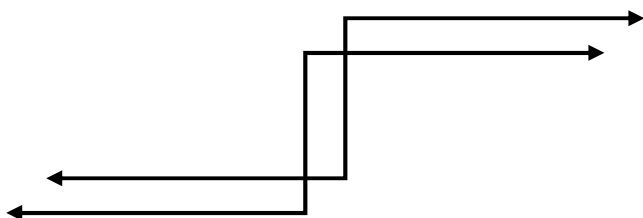


ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ



Министерство образования и науки Российской Федерации
ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

*Методические указания
для студентов специальности 100400 дневной и заочной форм обучения*



Тамбов
Издательство ТГТУ
2009

УДК 629.4.082.3
ББК §264я73-5
Э454

Рецензент
Доктор технических наук, профессор
Д.М. Мордасов

Составители:
К.А. Набатов, В.В. Афонин

Э454 Электрические аппараты : метод. указания / сост. : К.А. Набатов, В.В. Афонин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 28 с. – 100 экз.

Даны рекомендации по выбору электрических аппаратов низкого напряжения в зависимости от условий их эксплуатации, приводится ряд таблиц эксплуатационно-технических данных наиболее распространенных в настоящее время электрических аппаратов.

Предназначены студентам дневной и заочной форм обучения специальности 100400 при изучении курса «Электрические аппараты», а также при курсовом и дипломном проектировании.

УДК 629.4.082.3
ББК §264я73-5

© ГОУ ВПО «Тамбовский государственный
технический университет» (ТГТУ), 2009

Учебное издание

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

Методические указания

Составители:

НАБАТОВ Константин Александрович,
АФОНИН Владимир Васильевич

Редактор З.Г. Чернова
Инженер по компьютерному макетированию Т.Ю. Зотова

Подписано в печать 08.04.2009

Формат 60 × 84 / 16. 1,63 усл. печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 127

Издательско-полиграфический центр ТГТУ
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

1. Расчет установок и выбор автоматических воздушных выключателей для сетей с напряжением до 1000 В

1.1. Общие сведения

Автоматические воздушные выключатели (автоматы) служат для автоматического отключения электрической цепи при перегрузках, КЗ, чрезмерном понижении напряжения питания, изменении направления мощности и т.п., а также для редких включений и отключений вручную номинальных токов нагрузки.

В соответствии с [1] электрические сети должны иметь защиту от токов КЗ с наименьшим временем отключения и обеспечением, по возможности, требований селективности.

Сети внутри помещений, выполненные открыто проложенными незащищенными проводниками с горячей оболочкой, должны быть защищены от перегрузки. Кроме того, должны быть защищены от перегрузки сети внутри помещений, выполненные защищенными проводниками, проводниками, проложенными в трубах, в несгораемых строительных конструкциях и т.п. в следующих случаях:

а) осветительные сети в жилых и общественных зданиях, а также в пожароопасных производственных помещениях;

б) силовые сети, в которых по условиям технологического процесса или режима работы сети может возникать длительная перегрузка проводов и кабелей;

в) сети всех видов во взрывоопасных помещениях.

Номинальные токи уставок автоматов, служащие для защиты отдельных участков сети, во всех случаях следует выбирать по возможности наименьшими по расчётным токам этих участков сети или по номинальным токам электроприемников, но таким образом, чтобы аппараты защиты не отключали электроустановки при кратковременных перегрузках, которые относятся к эксплуатационным (пусковые токи, пики технологических нагрузок, токи при самозапуске и т.п.).

1.2. Выбор автоматов в станциях управления станками

Для защиты обмоток электродвигателей станков от токов короткого замыкания в станциях управления (рис. 1.1, A_2 , A_3) могут быть предусмотрены автоматические выключатели серий АК63, АЕ2000, А3700.

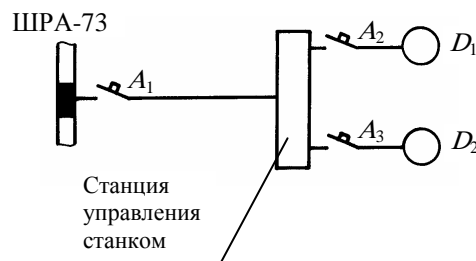


РИС. 1.1

Выбор автоматов производится с учётом:

- а) назначения автомата;
- б) способа и места установки;
- в) номинального тока $I_{ном.а}$ и номинального напряжения $U_{ном.а}$ автомата;
- г) числа полюсов;
- д) типа расцепителя;
- ж) типа привода;
- з) быстродействия автомата.

Условие выбора автомата по напряжению должно соответствовать соотношению

$$U_{\text{ном.а}} \geq U_{\text{ном.с}}, \quad (1.1)$$

где $U_{\text{ном.с}}$ – номинальное напряжение сети.

Условия выбора автомата по току записываются так:

$$\left. \begin{aligned} I_{\text{ном.а}} &\geq I_{\text{ном.д}}; \\ I_{\text{ном.р}} &\geq KI_{\text{ном.д}}; \\ I_{\text{мгн}} &\geq I_{\text{пуск}}, \end{aligned} \right\} (1.2)$$

где $I_{\text{ном.р}}$ – номинальный ток расцепителя, А; $I_{\text{ном.а}}$ – номинальный ток автомата, А; $I_{\text{мгн}}$ – ток мгновенного срабатывания (отсечка), А; $I_{\text{ном.д}}$ – номинальный ток электродвигателя, А; $I_{\text{пуск}}$ – пусковой ток электродвигателя, А. Значения коэффициента K принимаются на основании [2] и приведены в табл. 1.1 и 1.2.

1.1. УСЛОВИЯ ВЫБОРА УСТАВОК АВТОМАТОВ С УЧЁТОМ ОТСТРОЙКИ ОТ ПУСКОВЫХ СВЕРХТОКОВ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Тип автомата	Номинальные токи уставок комбинированного расцепителя, А	Кратность тока отсечки	Условия выбора тока уставки автомата для двигателей	
			4А, 4АН, АЗ, А03	В, ВР, ВА0
АСТЗ	0,3...25	14	$I_{\text{ном.р}} \geq I_{\text{ном.д}}$	
АК-63	0,6...63	$14 \pm 25 \%$	$I_{\text{ном.р}} \geq I_{\text{ном.д}}$	
АЕ200 0	0,6...100	$12 \pm 20 \%$	$I_{\text{ном.р}} \geq I_{\text{ном.д}}$	
АП50	0,6...35	$11 + 15 \%$ $11 - 90 \%$	$I_{\text{ном.р}} \geq I_{\text{ном.д}}$	
	40, 50, 45		$I_{\text{ном.р}} \geq 1,25 I_{\text{ном.д}}$	$I_{\text{ном.р}} \geq I_{\text{ном.д}}$
А3110	15...100	$10 \pm 15 \%$ $10 \pm 30 \%$	$I_{\text{ном.р}} \geq 1,5 I_{\text{ном.д}}$	$I_{\text{ном.р}} \geq I_{\text{ном.д}}$
А3120	15...50	$10 \pm 25 \%$	$I_{\text{ном.р}} \geq I_{\text{ном.д}}$	
	60...100	6,8...12	$I_{\text{ном.р}} \geq 1,5 I_{\text{ном.д}}$	
А3130	120...200	5,8...8,5	$I_{\text{ном.р}} \geq 1,7 I_{\text{ном.д}}$	$I_{\text{ном.р}} \geq 1,5 I_{\text{ном.д}}$
А3140	250...600	6...8	$I_{\text{ном.р}} \geq 1,7 I_{\text{ном.д}}$	

Технические данные автоматов серий А3700, АЕ2000 и А3100 приведены в прил. 1 (табл. П1.1 – П1.6).

Номинальные токи расцепителей автоматов серии АК63 выбираются из следующего ряда: 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 32,0; 40,0; 50,0; 63,0 А.

1.2. УСЛОВИЯ ВЫБОРА АВТОМАТОВ А3700Б С УЧЁТОМ ОТСТРОЙКИ ОТ ПУСКОВЫХ СВЕРХТОКОВ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Тип автомата	Токи уставки теплового расцепителя, А	Ток отсечки, А	Значение K для двигателей серии 4А, 4АН, АЗ, АОЗ, В, ВР, ВАО
А3716Б – " – – " –	16...60 80...125 160	630 ± 85 1600 ± 240 – " –	1 1,25
А3726В – " –	160,200 250	2500 ± 370 – " –	1 1,25
А3736Б – " –	250, 320 400	4000 ± 600 400 ± 250	1 1,25
А3746Б – " –	600 400, 500	$6300 + 250 -$ " –	1,25 1

Ток срабатывания электромагнитного расцепителя (отсечка) принимается:

- для автоматов переменного тока исполнения МГ $I_{\text{МГН}} = 14I_{\text{ном.р}}$;
- для автоматов переменного тока исполнения М $I_{\text{МГН}} = 3I_{\text{ном.р}}$ или $I_{\text{МГН}} = 14I_{\text{ном.р}}$;
- для автоматов постоянного тока исполнений М и МГ $I_{\text{МГН}} = 5I_{\text{ном.р}}$.

1.3. Выбор сечения провода

Сечение провода и кабелей при напряжении до 1000 В выбирается по условию нагрева длительным расчётным током при нормальных условиях прокладки

$$I_{\text{дл.доп}} \geq I_{\text{расч}} \quad (1.3)$$

и проверяется по условию соответствия выбранному аппарату максимальной токовой защиты

$$I_{\text{дл.доп}} \geq K_3 I_3 \quad (1.4)$$

где $I_{\text{дл.доп}}$ – длительно допустимая токовая нагрузка на провод или кабель при нормальных условиях прокладки, А (значения $I_{\text{дл.доп}}$ для проводов с алюминиевыми жилами приведены в табл. П1.7); $I_{\text{расч}}$ – расчётный ток линии, А; K_3 – коэффициент защиты или кратность защиты, т.е. отношение длительно допустимого тока для провода или кабеля к номинальному току или току срабатывания защитного аппарата; I_3 – номинальный ток или ток срабатывания защитного аппарата, А. Значения K_3 принимаются по табл. 1.3.

1.3. Значения коэффициента защиты K_3

Ток и тип защитного аппарата	Коэффициент защиты K_3 или кратность длительно допустимых токов			
	сетей, для которых защита от перегрузки обязательна			сетей, не требующих защиты от перегрузки
	проводников с резиновой и аналогичной по тепловым характеристикам изоляцией		кабелей с бумажной изоляцией	
	взрыво- и пожароопасных помещений, жилых, торговых помещений и т.п.	невзрыво- и непожароопасных помещений, производственных помещений промышленных предприятий		
Номинальный ток главной вставки предохранителей	1,25	1,0		
Ток уставки автоматического выключателя, имеющего только максимальный мгновенно действующий расцепитель	1,25	1,0	1,0	0,22
Номинальный ток расцепителя автомата с нерегулируемой обратно зависимой от тока характеристикой (независимо от наличия или отсутствия отсечки)	1,0	1,0	1,0	1,0
Ток трогания расцепителя автомата с регулируемой обратно зависимой от тока характеристикой (при наличии на автоматическом выключателе отсечки кратность её тока не ограничивается)	1,0	1,0	0,8	0,66

При решении практических задач по выбору сечения провода используют условие (1.3), а затем после выбора защитного аппарата на ШРА проверяется по условию (1.4).

1.4. Выбор автоматических выключателей, встраиваемых в ответвительные коробки шинопроводов и распределительные пункты (А1, рис. 1.1)

В ответвительных коробках ШРА могут быть установлены автоматы А3100 (на ШРА-73 с $I_{ном} = 250$ А), А3700 (на ШРА с $I_{ном} = 400; 630$ А).

В соответствии с техническими условиями на автоматы следует учитывать, что длительный рабочий ток каждого автоматического выключателя, встраиваемого в распределительный пункт или другую защитную оболочку, должен снижаться до 80...90 % номинального тока расцепителя в связи с ухудшением теплообмена.

Величины, до которых необходимо снижать номинальный ток расцепителей автоматов, встраиваемых в распределительные пункты, зависят от исполнения оболочки распределительного пункта по ГОСТ 14254–69 и в каждом случае должны приниматься по техническим условиям и каталогам на конкретные виды изделий (ПР-9000, ПР-22, 24 и т.д.).

Для автоматических выключателей, устанавливаемых в ответвительных коробках шинопроводов, рабочий ток линии, защищаемой автоматом, не должен превышать 90 % номинального тока его расцепителя [3].

В соответствии с этим условия выбора автоматов, встраиваемых в распределительные пункты и ответвительные коробки ШРА, запишутся так:

а) для автоматов А3700

$$\left. \begin{array}{l} I_{ном.а} \geq I_{расч}; \\ I_{ном.р} \geq 1,1 I_{расч}; \\ I_{мгн} \geq I_{пик} \end{array} \right\} (1.5)$$

где $I_{расч}$ и $I_{пик}$ – расчётный и пиковый токи линии, А;

б) для автоматов А3100

$$\left. \begin{array}{l} I_{ном.а} \geq I_{расч}; \\ I_{ном.р} \geq (1,1 \dots 1,2) I_{расч}; \\ I_{мгн} \geq I_{пик} \end{array} \right\} (1.6)$$

1.5. ВЫБОР АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Для автомата защиты двигателя, работающего в повторно-кратковременном режиме, номинальный ток электромагнитного расцепителя принимается равным току двигателя в режиме ПВ = 25 %. Для автоматов защиты двигателей с короткозамкнутым ротором ток уставки электромагнитного расцепителя

$$I_{уст. ЭМ} \geq (1,5 \dots 1,8) I_{пуск}, \quad (1.7)$$

где $I_{пуск}$ – пусковой ток двигателя.

Для двигателя с фазным ротором

$$I_{уст. ЭМ} \geq (2,5 \dots 3) I_{ном.д}. \quad (1.8)$$

Для группы короткозамкнутых двигателей

$$I_{уст. ЭМ} \geq (1,5 \dots 1,8) \left[\sum I_{ном.д} + (I_{пуск} - I_{ном.д})' \right], \quad (1.9)$$

где разность $(I_{\text{пуск}} - I_{\text{ном.д}})'$ берётся для двигателей, у которых она наибольшая.

Для группы двигателей с фазным ротором

$$I_{\text{уст. ЭМ}} \geq (1,5 \dots 1,8) I'_{\text{ном.д.}} + \sum I_{\text{ном.д.}}, \quad (1.10)$$

где $I'_{\text{ном.д}}$ – ток двигателя с наибольшим пусковым током.

Для двигателей, работающих в тяжелом или повторно-кратковременном режиме, номинальный ток теплового или комбинированного расцепителя

$$I_{\text{ном.р}} \geq 1,5 I_{\text{ном.д.}} \quad (1.11)$$

Выбор по току КЗ:

– для автоматов с электромагнитным расцепителем

$$I_{\text{к}}/I_{\text{уст.ЭМ}} \geq (1,25 \dots 1,4); \quad (1.12)$$

– для автоматов с комбинированным расцепителем

$$I_{\text{к}}/I_{\text{ном.р}} \geq 3. \quad (1.13)$$

Предельный ток отключения автомата $I_{\text{отк.а}}$ должен быть не менее тока $I_{\text{к}}$.

2. РАСЧЁТ ПЛАВКИХ ВСТАВОК И ВЫБОР ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ ДЛЯ СЕТЕЙ С НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

2.1. Общие сведения

Предохранители – это электрические аппараты, предназначенные для защиты электрических цепей от токовых перегрузок и токов КЗ.

ОСНОВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ ЯВЛЯЮТСЯ ПЛАВКАЯ ВСТАВКА, ВКЛЮЧАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО С ЗАЩИЩАЕМОЙ ЦЕПЬЮ, И ДУГОГАСИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО.

Номинальные токи плавких вставок предохранителей выбирают из тех же соображений, что и номинальные токи уставок автоматов (см. п. 1.1).

2.2. Выбор предохранителей по условиям эксплуатации и пуска

В процессе длительной эксплуатации температура нагрева предохранителя не должна превосходить допустимых значений. В этом случае обеспечивается стабильность времятоковых характеристик предохранителя.

Для выполнения этого требования необходимо, чтобы патрон и плавкая вставка выбирались на номинальный ток, равный или несколько больший номинального тока защищаемой установки.

Номинальный ток плавкой вставки $I_{\text{ном.в}}$ для инерционных предохранителей определяется только по величине длительного расчётного тока линии $I_{\text{расч}}$:

$$I_{\text{ном.в}} \geq I_{\text{расч}}. \quad (2.1)$$

Номинальный ток плавкой вставки для безынерционных предохранителей должен удовлетворять двум условиям, одно из которых выражается соотношением (2.1), другое – одной из формул (2.2) – (2.4).

При защите ответвления, идущего к одному электродвигателю (электродвигатели металлообрабатывающих станков, вентиляторов, насосов и т.п. – лёгкие условия пуска), ток вставки

$$I_{\text{ном.в}} \geq I_{\text{пуск}}/2,5. \quad (2.2)$$

При защите ответвления, идущего к одиночному электродвигателю с частыми пусками или большой длительностью пускового периода (электродвигатели кранов, центрифуг, дробилок и т.п. – тяжёлые условия пуска), ток вставки равен

$$I_{\text{ном.в}} \geq I_{\text{пуск}} / 1,6 \dots 2,0. \quad (2.3)$$

При защите магистрали, питающей силовую или смешанную нагрузку, ток вставки определяется по формуле

$$I_{\text{ном.в}} \geq I_{\text{пик}} / 2,5. \quad (2.4)$$

В формулах (2.2) – (2.4) $I_{\text{пуск}}$ – пусковой ток электродвигателя, А; $I_{\text{пик}}$ – максимальный кратковременный ток линии, А.

При защите электродвигателей ответственных механизмов ток вставки выбирается с учётом формулы (2.3), где знаменатель принимается равным 1,6 независимо от условий пуска электродвигателей.

Если предохранитель стоит в линии, питающей несколько двигателей, ток плавкой вставки рекомендуется выбирать по формуле

$$I_{\text{ном.в}} \geq (I_{\text{расч}} + (I_{\text{пуск}} - I_{\text{ном.д}})) / 2,5, \quad (2.5)$$

где $I_{\text{расч}}$ – расчётный номинальный ток линии, равный $\sum I_{\text{ном.д}}$. Разность $(I_{\text{пуск}} - I_{\text{ном.д}})$ берётся для двигателя, у которого она наибольшая. Для двигателя с фазным ротором, если $I_{\text{пуск}} \geq 2I_{\text{ном.д}}$, плавкую вставку можно выбирать по условию $I_{\text{ном.в}} \geq (1 \dots 1,25)I_{\text{ном.д}}$. Для двигателей, работающих в повторно-кратковременном режиме, за номинальный принимается ток в режиме ПВ = 25 %.

Номинальный ток плавкой вставки для защиты ответвления, идущего от сварочного аппарата, выбирается из соотношения

$$I_{\text{ном.в}} \geq 1,2 I_{\text{св}} \sqrt{\text{ПВ}}, \quad (2.6)$$

где $I_{\text{св}}$ – номинальный ток сварочного аппарата при номинальной продолжительности включения, А.

Технические данные предохранителей приведены в прил. 2 (табл. П2.1).

Наряду с проверкой вставки по условиям пуска или кратковременной перегрузки необходимо проводить проверку по условиям КЗ.

При $I_{\text{к}} / I_{\text{ном.в}} \geq 10 \dots 15$ время перегорания вставки не превышает 0,15...0,2 с. При таком времени сваривание контактов контактора или магнитного пускателя маловероятно. Однако это требование часто не удаётся соблюсти, так как кратность $I_{\text{к}} / I_{\text{ном.в}}$ определяется мощностью питающего трансформатора и сопротивлением токопроводящих проводов и кабелей.

Допускается применение предохранителей при кратностях $I_{\text{к}} / I_{\text{ном.в}} \geq 3 \dots 4$. При такой кратности время отключения может достигать 15 с, что создаёт опасность для обслуживающего персонала. Кроме того, такая низкая кратность вызывает нагрев провода при небольших перегрузках (1,6...2), и он может быть очень большим, что приводит к выгоранию изоляции [4]. Поэтому установка плавких вставок с большим запасом может допускаться только в крайних случаях, когда выгорание изоляции проводников не грозит пожаром (провода уложены в стальных трубах и имеют огнестойкую изоляцию).

Номинальное напряжение предохранителей $U_{\text{ном.пр}}$ должно быть равно номинальному напряжению сети $U_{\text{ном.с}}$.

3. Расчёт и выбор установок аппаратов управления

3.1. Общие сведения

Для дистанционного управления трёхфазными асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором предназначены магнитные пускатели серий ПМЕ, ПАЕ, ПМА.

Магнитным пускателем (МП) называется электрический аппарат, предназначенный для пуска и отключения короткозамкнутых асинхронных двигателей.

Как правило, в МП помимо контактора встроены тепловые реле для защиты двигателя от токовых перегрузок и "потери фазы". От токов КЗ МП двигатель не защищает, эту функцию выполняют предохранители.

МП различаются:

- а) по габаритам – 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 – в зависимости от мощности электродвигателя;
- б) по роду защиты от воздействий окружающей среды – открытые, защищённые, пылеводозащищённые;
- в) по возможности реверсирования – реверсивные, нереверсивные;
- г) по наличию или отсутствию тепловой защиты, которая осуществляется с помощью тепловых реле ТРН и ТРП.

3.2. Выбор магнитных пускателей

Магнитные пускатели выбираются:

- а) по предельной мощности управляемого двигателя при заданном напряжении $P_{\text{пред.пуск}}$ (выбор МП по габариту):

$$P_{\text{пред.пуск}} \geq P_{\text{ном. д.}} \quad (3.1)$$

ГДЕ $P_{\text{ном. д.}}$ – НОМИНАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ; ГАБАРИТЫ МП ПОКАЗЫВАЕТ ПЕРВАЯ ЦИФРА В ЕГО ОБОЗНАЧЕНИИ;

- б) по способу защиты от воздействий окружающей среды (вторая цифра в обозначении МП: "1" – открытое исполнение; "2" – защищенное; "3" – пылеводозащищённое);

- в) по необходимости реверсирования (третья цифра в обозначении пускателя: 1 или 2 – нереверсивные МП; 3 или 4 – реверсивные);

г) по наличию или отсутствию тепловых реле (третья цифра в обозначении МП: чётная – есть реле, нечётная – нет реле).

Технические данные МП приведены в прил. 3 (табл. ПЗ.1 – ПЗ.2).

3.3. Выбор тепловых реле

Тепловые реле, осуществляющие защиту электродвигателей от перегрузки, встраиваются в МП.

Номинальный ток теплового элемента реле ($I_{\text{ном.ТЭ}}$) выбирается по условию

$$I_{\text{ном.ТЭ}} \geq I_{\text{ном.д.}} \quad (3.2)$$

Значение $I_{\text{ном.ТЭ}}$ принимается по табл. ПЗ.3 (см. прил. 3).

При необходимости выполнения более чувствительной защиты электродвигателя от перегрузки выбор теплового реле производится по условию

$$I_{\max \text{ дл}} \geq I_{\text{ном.д.}} \quad (3.3)$$

где $I_{\max \text{ дл}}$ – максимальный ток продолжительного режима реле, А, принимаемый в зависимости от исполнения МП.

Технические данные тепловых реле приведены в табл. ПЗ.3.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ АППАРАТОВ НАПРЯЖЕНИЕМ НИЖЕ 1000 В

П1.1. Типоисполнение выключателей серии А3700

Тип выключателя	Типоисполнение выключателя	Исполнение выключателя по роду защиты	Число полюсов	Вид расцепителя максимального тока	
А3710Б	А3711Б	Токоограничивающее	2	Электромангнитный	
	А3712Б		3		
	А3713Б		2		
	А3714Б		3		
	А3715Б		2		
	А3716Б		3		
А3720Б	А3721Б		2		Полупроводниковый и электромагнитный
	А3722Б		3		
	А3723Б		2		
	А3724Б		3		
	А3725Б		2		
	А3726Б		3		
А3730Б	А3731Б	2	Тепловой и электромагнитный		
	А3732Б	3			
	А3733Б	2			
	А3734Б	3			
	А3735Б	2			
	А3736Б	3			
А3740Б	А3741Б	2	Полупроводниковый		
	А3742Б	3			
	А3743Б	2			
	А3744Б	3			
	А3745Б	2			
	А3746Б	3			
А3730С	А3733С	Селективное	2	Полупроводниковый	
	А3734С		3		
А3740С	А3743С	Селективное	2	Полупроводниковый	
	А3744С		3		
А3710Н	А3717Н	Неавтоматическое	2	Полупроводниковый	
	А3718Н		3		
А3720Н	А3727Н		2		
	А3728Н		3		
А3730Н	А3737Н		2		

	A3738H		3
A3740H	A3747H		2
	A3748H		3

П1.2. Технические данные токоограничивающих выключателей серии А3700 с электромагнитными расцепителями

Типоисполнение	$U_{ном}, В$		Частота переменного тока, Гц	Число полюсов	$I_{ном}$ выключателя, А	Установка электромагнитных расцепителей, А	Отклонение уставки электромагнитного расцепителя
	Постоянный ток	Переменный ток					
А3711Б	440	–	–	2	160	600 750 960	± 90 ± 110 ± 140
	–	660	50 и 60			400 630 1000 1600	± 60 ± 95 ± 150 ± 240
А3712Б	–	660	50 и 60	3	160	400 630 1000 1600	± 60 ± 95 ± 150 ± 240
А3721Б	440	–	–	2	250	960 1200 1500	± 140 ± 180 ± 220
	–	660	50 и 60			1600 2000 2500	± 240 ± 300 ± 370
А3722Б	–	660	50 и 60	3	250	1600 2000 2500	± 240 ± 300 ± 370
А3731Б	440	–	–	2	400	2400	± 360
	–	660	50 и 60			2500 3200 4000	± 370 ± 480 ± 600
А3732Б	–	660	50 и 60	3	400	2500 3200 4000	± 370 ± 480 ± 600
А3741Б	440	–	–	2	630	3800	± 570
	–	660	50 и 60			4000 5000 6300	± 600 ± 750 ± 950
А3742Б	–	660	50 и 60	3	630	4000 5000 6300	± 600 ± 750 ± 950

III.3. Технические данные токоограничивающих выключателей серии А3700 с полупроводниковыми и электромагнитными расцепителями

Типоисполнение	$U_{ном}$, В		Частота переменного тока, Гц	Число полюсов	$I_{ном}$ выключателя, А	Пределы регулирования $I_{ном}$ полупроводникового расцепителя, А	Пределы регулирования уставки тока в зоне КЗ, кратные $I_{ном}$ полупроводникового расцепителя	Номинальная уставка тока в зоне перегрузки, кратная $I_{ном}$ полупроводникового расцепителя	Граничное значение уставки тока в зоне перегрузки, кратное $I_{ном}$ полупроводникового расцепителя		Пределы регулирования времени срабатывания полупроводникового расцепителя, с		Уставка тока электромагнитных расцепителей, А	Допускаемое отклонение тока уставки электромагнитных расцепителей, А
	Постоянный ток	Переменный ток							ток несрабатывания	ток срабатывания	при токе перегрузки, пятикратному постоянному току и шестикратному переменному	в зоне КЗ		
А3713Б	440	–	–	2	160	20...40, 40...80, 80...160	2...6	1,25	1,05	1,2...1,3	4...16	Не регулируется	960	±140
	–	600	50; 60										3...10	1,15...1,3
А3714Б	–	600	50; 60	3	250	160...250	2...6	1,25	1,05	1,2...1,3	4...16	Не регулируется	1500	±220
	–	600	50; 60	3...10									1,15...1,3	2500
А3723Б	440	–	–	2	400	160...250, 250...400	2...6	1,25	1,05	1,2...1,3	4...16	Не регулируется	2400	±360
	–	600	50; 60										3...10	1,15...1,3
А3724Б	–	600	50; 60	3	630	250...400, 400...630	2...6	1,25	1,05	1,2...1,3	4...16	Не регулируется	3800	±570
	–	600	50; 60	3...10									1,15...1,3	6300
А3733Б	440	–	–	2	630	250...400, 400...630	2...6	1,25	1,05	1,2...1,3	4...16	Не регулируется	3800	±570
	–	600	50; 60										3...10	1,15...1,3
А3734Б	–	600	50; 60	3	630	250...400, 400...630	2...6	1,25	1,05	1,2...1,3	4...16	Не регулируется	3800	±570
	–	600	50; 60	3...10									1,15...1,3	6300
А3743Б	440	–	–	2	630	250...400, 400...630	2...6	1,25	1,05	1,2...1,3	4...16	Не регулируется	3800	±570
	–	600	50; 60										3...10	1,15...1,3
А374Б	–	600	50; 60	3	630	250...400, 400...630	2...6	1,25	1,05	1,2...1,3	4...16	Не регулируется	3800	±570
	–	600	50; 60	3...10									1,15...1,3	6300

III.4. Технические данные токоограничивающих выключателей серии А3700 с тепловыми и электромагнитными расцепителями

Типоисполнение	$U_{ном}$, В		Частота переменного тока, Гц	Число полюсов	$I_{ном}$, А		Номинальная уставка тока в зоне перегрузки, кратная $I_{ном}$ теплового расцепителя	Граничные значения уставки тока в зоне перегрузки, кратные $I_{ном}$ теплового расцепителя		Уставка тока электромагнитных расцепителей, А	Допускаемое отклонение уставки тока электромагнитных расцепителей, А
	постоянный ток	переменный ток			выключателя и электромагнитного разделителя	теплового расцепителя		ток несрабатывания	ток срабатывания		
А3715Б	440	–	–	2	160	16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160	1,25	1,05	1,25	600 960*	±90 ±140
	–	660	50 и 60			630 1600*				±95 ±240	
	380	400	160		16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 150	630 1600*	±125 ±320				
А3716Б	–	660	50 и 60	3	160	16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160	1,25	1,05	1,25	630 1600*	±95 ±240
	–	380	400			630 1600*				±125 ±320	
А3725Б	440	–	–	2	250	160, 200, 250	1,25	1,05	1,25	1500	±220
	–	660	50 и 60			250				2500	±370
	–	380	400		200	170				2000	±400
А3726Б	–	660	50 и 60	3	250	160, 200, 250	1,25	1,05	1,25	2500	±370
	–	380	400			200				170	2000
А3735Б	440	–	–	2	400	250, 320, 400	1,25	1,05	1,25	2400	±360
	–	660	50 и 60			4000				±600	
А3736Б	–	660	50 и 60	3	400	250, 320, 400	1,25	1,05	1,25	4000	±600

* Для выключателей с тепловыми расцепителями на токи не ниже 32 А.

П1.5. Классификация автоматов АЕ2000

Типоисполнение	$I_{ном}$ расцепителей максимальной тока, А	Исполнение по виду максимальной токовой защиты	Число полюсов	Расцепители		Уставка тока в зоне КЗ, кратная $I_{ном.р}$ теплового расцепителя	Пределы регулирования $I_{ном}$ теплового расцепителя	Температурная компенсация	
				минимального напряжения	независимый				
АЕ2033	0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6;	Электромеханические расцепители максимальной тока	3	нет	нет	12 (постоянный и переменный ток)	нет	нет	
АЕ2035Р	2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0;		2				0,9...1,15 тока несрабатывания		
АЕ2036К	6,0; 8,0;		3				нет		ест
АЕ2036Р	10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0						0,9...1,15 тока несрабатывания		ь
АЕ2039	25,0	Неавтоматическое	3	-	-	-	-	-	
АЕ2043	10,0; 12,5;	Электромеханические и тепловые расцепители максимального тока	3	нет	нет	12 (постоянный и переменный ток)	0,9...1,15 тока несрабатывания	нет	
АЕ2045Р	16,0; 20,0;		2				ест		
АЕ2046Р	25,0; 32,0;		3					нет	ест
АЕ2046К	40,0; 50,0; 63,0		нет				ь		
АЕ2049	63,0	Неавтоматическое	3	-	-	-	-	-	
АЕ2053	16,0; 20,0; 25,0; 32,0; 40,0;	Электромеханические расцепители максимального тока	3	нет	нет	12 (постоянный и переменный ток)	нет	нет	
АЕ2056К	50,0; 63,0;								ест

AE205 6К	80,0; 100,0						0,9...1,1 5 тока несра- батыва- ния	
AE2059		100,0	3	-	-	-	-	-

П1.6. Технические данные выключателей серии А3100

Величина выключателя по ГОСТ 9098-59	Тип выключателя	Обозначение типа (по исполнению)	$I_{ном}$ выключателя, А	Число полюсов	Род распрепителя максимального тока	$I_{ном}$ распрепителя, А	Уставка на ток мгновенного срабатывания, А						
I	А3160	А3161 А3162 А3163	50	1 2 3	Тепловой	15, 20, 25, 30, 40, 50	-						
II	А3110	А3113/1 А3114/1	100	2 3	Комбинированный	15	150						
						20	200						
						25	250						
						30	300						
						40	400						
						50	500						
						60	600						
						80	800						
		100	1000										
		А3113/5 А3114/5	100	2 3	Электромагнитный	15	150						
						20	200						
						25	250						
						40	300, 400						
						60	500, 600						
100	800, 1000												
III	А3120	А3123 А3124	100	2 3	Комбинированный	15, 20, 25,30	430						
						40, 50, 60	600						
						80,100	800						
					Электромагнит	100	430, 600, 800						
						IV	А3130	А3133 А3134	200	2 3	Комбини-	120	840
												150	1050

					рован- ный	200	1400
					Элек- тро- магнит	200	840, 1050, 1400
V	A3140	A3143 A3144	600	2	Комби- ни- рован- ный	250	1750
						300	2100
				400		2800	
				500		3500	
				600		4200	
				3	Элек- тро- магнит ный	600	1750, 2100, 2800. 3500, 4200

Примечание: Выключатели без расцепителя (по исполнению) обозначаются цифрой 7 (например, А3162/7 или А3113/7).

П1.7. Длительно допустимый ток $I_{дл. доп}$ для проводов на напряжение 1 кВ с алюминиевыми жилами

Сечение, мм ²	АПР, АПРТО, АПВ, проложенный			
	открыто	в стальных трубах		
	$I_{дл. доп}, A$	$I_{дл. доп}, A$ при числе проводов		
	–	2	3	4
2,5	24	20	19	19
4	32	28	28	23
6	39	36	32	30
10	60	50	47	39
16	75	60	60	55
25	105	85	80	70
35	130	100	95	85
50	165	140	130	120
70	210	175	165	140
95	255	212	200	175
120	295	245	220	200
150	340	275	255	–
185	390	–	–	–

П2.1. Технические данные предохранителей

Тип	$U_{\text{ном}}$, В	$I_{\text{ном}}$, А		Предельный отключаемый ток, кА (при напряжении 380 В)
		предохранителя	плавкой вставки	
НПН-60	500	60	6, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 60	10
ПН2-100	380; 220	100	30, 40, 50, 60, 80, 100	100
ПН2-250		250	80, 100, 120, 150, 200, 250	100
ПН2-400		400	200, 250, 300, 400	40
ПН2-600		600	300, 400, 500, 600	25
ПП17-39	380; 440	1000	500, 630, 800, 1000	110
ПП18-33	660; 440	160	50, 63, 80, 125, 160	–
ПП18-34		250	125, 160, 200, 250	–
ПП18-37		400	250, 320, 400	–
ПП18-39		630	400, 500, 630	–
ПП18-41		1000	630, 800, 1000	–
ПР2	220	15	6, 10, 15	8
		60	15, 20, 25, 35, 45, 60	4,5

ПЗ.1. Технические данные пускателей ПМЕ и ПМА

Тип при исполнении			Величина	Тепловое реле	$I_{ном}$ при исполнении, А		Предельная мощность двигателя, кВт, при $U_{ном} = 380 В$
Открытое IP00	Защищенное IP30	Пылекаплевозащищенное IP52			IP00	IP30, IP52	
<i>Нереверсивное</i>							
ПМЕ-071 ПМЕ-072	ПМЕ-081 ПМЕ-082	ПМЕ-091 ПМЕ-092	0	нет ТРН210А	3	3	1,1
ПМЕ-111 ПМЕ-112	ПМЕ-121 ПМЕ-122	ПМЕ-131 ПМЕ-132	1	нет ТРН10	10	10	4
ПМЕ-211 ПМЕ-212	ПМЕ-221 ПМЕ-222	ПМЕ-231 ПМЕ-232	2	нет ТРН25	25	23	10
ПМА-610 ПМА-620	ПМА-611 ПМА-621	ПМА-612 ПМА-622	–	нет	160	150	75
<i>Реверсивное</i>							
ПМЕ-073 ПМЕ-074	ПМЕ-083 ПМЕ-084	ПМЕ-093 ПМЕ-094	0	нет ТРН210А	3	3	1,1
ПМЕ-113 ПМЕ-114	ПМЕ-123 ПМЕ-124	ПМЕ-133 ПМЕ-134	1	нет ТРН10	10	10	4
ПМЕ-213 ПМЕ-214	ПМЕ-223 ПМЕ-224	ПМЕ-233 ПМЕ-234	2	нет ТРН25	25	23	10
ПМА-630 ПМА-640	ПМА-631 ПМА-641	ПМА-632 ПМА-642	–	нет	160	150	75

П.3.2. Технические данные пускателей ПАЕ

Тип при исполнении				Величина	Тепловое реле	$I_{ном}$ при исполнении, А		Предельная мощность двигателя, кВт, при $U_{ном} = 380 В$
Открытое IP00	Защищённое IP30	Пылекаплезационное IP52	Пыленепроницаемое, брызгозащищённое IP64			IP00	IP30, IP52, IP64	
<i>Неревёрсивное</i>								
ПАЕ-311 ПАЕ-312	ПАЕ-321 ПАЕ-322	ПАЕ-331 ПАЕ-332	ПАЕ-341 ПАЕ-342	3	нет ТРН-40	40	36	17
ПАЕ-411 ПАЕ-412	ПАЕ-421 ПАЕ-422	ПАЕ-431 ПАЕ-432	ПАЕ-441 ПАЕ-442	4	нет ТРП-60	63	60	30
ПАЕ-511 ПАЕ-512	ПАЕ-521 ПАЕ-522	ПАЕ-531 ПАЕ-532	ПАЕ-541 ПАЕ-542	5	нет ТРП-150	ПО	106	55
ПАЕ-611 ПАЕ-612	ПАЕ-621 ПАЕ-622	ПАЕ-631 ПАЕ-632	ПАЕ-641 ПАЕ-642	6	нет ТРП-150	146	140	75
<i>Ревёрсивное</i>								
ПАЕ-313 ПАЕ-314	ПАЕ-323 ПАЕ-324	ПАЕ-333 ПАЕ-334	ПАЕ-343 ПАЕ-344	3	нет ТРН-40	40	36	17
ПАЕ-413 ПАЕ-414	ПАЕ-423 ПАЕ-424	ПАЕ-433 ПАЕ-434	ПАЕ-443 ПАЕ-444	4	нет ТРП-60	63	60	30
ПАЕ-513 ПАЕ-514	ПАЕ-523 ПАЕ-524	ПАЕ-533 ПАЕ-534	ПАЕ-543 ПАЕ-544	5	нет ТРП-150	110	106	55
ПАЕ-613 ПАЕ-614	ПАЕ-623 ПАЕ-624	ПАЕ-633 ПАЕ-634	ПАЕ-643 ПАЕ-644	6	нет ТРП-150	146	140	75

П.3.3. Технические данные тепловых реле ТРП и ТРН

Величина	Тип реле	$I_{ном}$ реле, А	$I_{ном}$ теплового реле, А, при +25 °С (положение регулятора "0")	Пределы регулирования $I_{ном}$ уставки	Максимальный ток продолжительного режима реле, А, в пускателе при исполнении	
					IP00	IP30, IP52, IP64
0	ТРН-10А	3,2	0,32 0,4 0,5 0,63 0,8 1,0 1,25 1,6 2,0 2,5 3,2	$(0,85 \dots 1,25) \times I_{ном}$ теплового реле	-	-
1	ТРН-10	10	0,5 0,63 0,8 1,0 1,25 1,6 2,0 2,5 3,2		-	-

			4,0			
			5,0			
			6,3			
			8,0			
			10			
2	ТРН-25	25	5,0	$(0,75 \dots 1,25) \times I_{\text{ном}}$ теплового реле	6,25	5,5
			6,3		7,87	6,93
			8,0		10,0	8,8
			10,0		12,5	11,0
			12,5		15,6	13,75
			16,0		20,0	17,6
			20,0		25,0	20,0
			25,0		25,0	23,0

Приложение 4

П4.1. Таблица для расчёта реактивной мощности

ER – реактивная энергия	EA – активная энергия	Коэффициент K , на который нужно умножить активную мощность P установки, чтобы получить ёмкостную мощность QC , необходимую для повышения коэффициента мощности от $\cos\varphi_1$ до $\cos\varphi_2$, $QC = PK$									
		$\cos\varphi_2$									
$\tan\varphi = ER/EA$		0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	
$\tan\varphi_1$	$\cos\varphi_1$	K									
4,90	0,20	4,26	4,31	4,36	4,42	4,48	4,54	4,61	4,70	4,90	
3,88	0,25	3,23	3,28	3,33	3,39	3,45	3,51	3,58	3,67	3,88	
3,18	0,30	2,53	2,59	2,65	2,70	2,76	2,82	2,89	2,98	3,18	
2,68	0,35	2,03	2,08	2,14	2,19	2,25	2,31	2,38	2,47	2,68	
2,29	0,40	1,65	1,70	1,76	1,81	1,87	1,93	2,00	2,09	2,29	
1,98	0,45	1,34	1,40	1,45	1,59	1,56	1,62	1,69	1,78	1,99	
1,73	0,50	1,09	1,14	1,20	1,25	1,31	1,37	1,44	1,53	1,73	
1,64	0,52	1,00	1,05	1,11	1,16	1,22	1,28	1,35	1,44	1,64	
1,56	0,54	0,92	0,97	1,02	1,08	1,14	1,20	1,27	1,36	1,56	
1,48	0,56	0,84	0,89	0,94	1,00	1,05	1,12	1,19	1,28	1,48	
1,41	0,58	0,76	0,81	0,87	0,92	0,98	1,04	1,11	1,20	1,41	
1,33	0,60	0,69	0,74	0,80	0,85	0,91	0,97	1,04	1,13	1,33	
1,27	0,62	0,62	0,67	0,73	0,78	0,84	0,90	0,97	1,06	1,27	
1,20	0,64	0,56	0,61	0,67	0,72	0,78	0,84	0,91	1,00	1,20	
1,14	0,66	0,49	0,55	0,60	0,66	0,71	0,78	0,85	0,94	1,14	
1,08	0,68	0,43	0,49	0,54	0,60	0,65	0,72	0,79	0,88	1,08	

Продолжение табл. П4.1

ER – реактивная энергия	EA – активная энергия	Коэффициент K , на который нужно умножить активную мощность P установки, чтобы получить ёмкостную мощность QC , необходимую для повышения коэффициента мощности от $\cos\varphi_1$ до $\cos\varphi_2$, $QC = PK$									
		$\cos\varphi_2$									
$\tan\varphi = ER/EA$		0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	
$\tan\varphi_1$	$\cos\varphi_1$	K									
1,02	0,70	0,38	0,43	0,49	0,54	0,60	0,66	0,73	0,82	1,02	
0,96	0,72	0,32	0,37	0,43	0,48	0,54	0,60	0,67	0,76	0,97	
0,91	0,74	0,26	0,32	0,37	0,43	0,48	0,55	0,62	0,71	0,91	
0,86	0,76	0,21	0,26	0,32	0,37	0,43	0,50	0,56	0,65	0,86	
0,80	0,78	0,16	0,21	0,27	0,32	0,38	0,44	0,51	0,60	0,80	
0,75	0,80	0,10	0,16	0,21	0,27	0,33	0,39	0,46	0,55	0,75	
0,70	0,82	0,05	0,10	0,16	0,22	0,27	0,33	0,40	0,49	0,70	
0,65	0,84	–	0,05	0,11	0,16	0,22	0,28	0,35	0,44	0,65	

0,59	0,86	–	–	0,06	0,11	0,17	0,23	0,30	0,39	0,59
0,54	0,88	–	–	–	0,06	0,11	0,17	0,25	0,33	0,54
0,48	0,90	–	–	–	–	0,06	0,12	0,19	0,28	0,48
0,43	0,92	–	–	–	–	–	0,06	0,13	0,22	0,43
0,36	0,94	–	–	–	–	–	–	0,07	0,16	0,36

П4.2. Типы аппаратов и их основные характеристики – С.94 400-440У 50Hz

Тип 400Vac 50Hz	Первая батарея С1 Kvar	Вторая батарея С2 Kvar	Третья батарея С3 Kvar	Четвёртая батарея С4 Kvar	Ступени	Переключатель секций	Ширина, мм	Высота, мм	Глубина, мм	Вес, кг
С.94-7,5	2,50	2,50	2,50		3	63	500	500	250	19
С.94-10,0	2,50	2,50	5,00		4	63	500	500	250	19
С.94-12,5	2,50	5,00	5,00		5	63	500	500	250	20
С.94-15,0	2,50	5,00	7,50		6	63	500	500	250	20
С.94-17,5	2,50	5,00	10,00		7	63	500	500	250	21
С.94-20,0	5,00	5,00	10,00		4	63	500	500	250	21
С.94-25,0	5,00	10,00	10,00		5	63	500	500	250	22
С.94-30,0	5,00	10,00	15,00		6	160	500	695	250	23
С.94-35,0	5,00	10,00	20,00		7	160	500	695	250	30
С.94-40,0	10,00	10,00	20,00		4	160	500	695	250	31
С.94-50,0	10,00	20,00	20,00		5	160	500	695	250	32
С.94-60,0	10,00	20,00	30,00		6	160	500	695	250	33
С.94-70,0	10,00	20,00	20,00	20,00	7	250	500	1250	250	51
С.94-80,0	10,00	20,00	20,00	30,00	3	250	500	1250	250	52
С.94-90,0	10,00	20,00	30,00	30,00	9	250	500	1250	250	54
С.94-100,0	10,00	20,00	30,00	40,00	10	250	500	1250	250	56
С.94-110,0	10,00	20,00	40,00	40,00	11	250	500	1250	250	57
С.94-120,0	10,00	20,00	40,00	50,00	12	250	500	1250	250	58

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). – М. : Энергоатомиздат, 1985.
2. Рекомендации по выбору уставок автоматических выключателей с учетом пусковых сверхтоков асинхронных электродвигателей // Инструктивные указания по проектированию электрических промышленных установок, 1977. – № 4.
3. Технический циркуляр № 573 "Выбор номинальных токов автоматов, встраиваемых в распределительные пункты и ответвительные коробки шинопроводов".
4. Чунихин, А.А. Электрические аппараты / А.А. Чунихин. – М. : Энергоатомиздат, 1988.
5. Намитков, К.К. Плавкие предохранители / К.К. Намитков. – М. : Энергия, 1979.

СОДЕРЖАНИЕ

1. РАСЧЁТ УСТАВОК И ВЫБОР АВТОМАТИЧЕСКИХ ВОЗДУШНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ СЕТЕЙ С НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В	3
1.1. Общие сведения	3
1.2. Выбор автоматов в станциях управления станками	3
1.3. Выбор сечения провода	6
1.4. Выбор автоматических выключателей, встраиваемых в ответственные коробки шинопроводов и распределительные пункты	8
1.5. Выбор автоматических выключателей для защиты асинхронных двигателей	8
2 РАСЧЁТ ПЛАВКИХ ВСТАВОК И ВЫБОР ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ ДЛЯ СЕТЕЙ С НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В	9
2.1. Общие сведения	9
2.2. Выбор предохранителей по условиям эксплуатации и пуска	10
3 РАСЧЁТ И ВЫБОР УСТАВОК АППАРАТОВ УПРАВЛЕНИЯ	11
3.1. Общие сведения	11
3.2. Выбор магнитных пускателей	12
3.3. Выбор тепловых реле	12
ПРИЛОЖЕНИЯ	13
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	27