ГОССТРОЙ СССР

Г л а в п р о м с т р о й п р о е к т

СОЮЗСАНТЕХПРОЕКТ

Государственный проектный институт

САНТЕХПРОЕКТ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
Главный инженер Всесоюзного
Объединения Союзсантехпроект

_____ Ю.Шиллер

РЕКОМЕНДАЦИИ
по составлению схем электропитания средств автоматизации котельных установок

ХЗ-98

Москва 1974

gost.e-ecolog.ru

При составлении рекомендаций использована следующая литература:

I.Правила устройства электроустановок,"Энергия", 1965 г.

2.Указания по проектированию электроустановок систем автоматизации производственных процессов, МСН 205-69 ММСС-СССР ЦБТИ Минмонтажспецстроя,СССР,1969.

3.А.К.Дубровский. Устройство электрической части систем автоматизации, Энергия,Москва, 1972 г.

© Государственный проектный институт Сантехпроект Главпромстройпроекта Госстроя СССР (ГПИ Сантехпроект), 1974

I. Схемы электропитания

А. Магистральные сети

При выборе схемы электропитания следует учитывать:

I. По условиям производства допускаются перерывы в подаче тепла. В этом случае система питания средств автоматизации (СА) котлоагрегата не должна иметь устройства автоматического переключения питания на резервный ввод (АВР) при исчезновении напряжения на рабочем вводе.

2. По условиям производства не допускаются перерывы в подаче тепла. В этом случае АВР питания обязательно.

3. АВР питания следует предусматривать для надежной работы цепей сигнализации и блокировки, обеспечивающих автоматическое включение резервных насосов при аварийном отключении работающих.

Схема питания должна обеспечивать включение и отключение электротокоприемников в нормальном режиме работы; надежное отсоединение электротокоприемников, линий и участка сетей для ревизий и ремонтных работ; защиту от всех видов коротких замыканий и защиту от перегрузки.

Выбор системы питания

Как правило, в котельных установках питание СА производится от четырехпроводных систем трехфазного переменного тока напряжением 380/220 В с глухозаземленной нейтралью.

Трехфазными токоприемниками СА в котельных являются исполнительные механизмы, питание которых может осуществляться от щитов питания СА, от сборок задвижек типа РТЗО-69, от распределительных устройств, проектируемых в электротехнической части проекта (при небольшом количестве механизмов).

На рис. I изображена магистральная и распределительная сеть питания СА.

При отсутствии трехфазных токоприемников питание СА осуществляется от однофазной сети, щит питания не предусматривается.

На рис.2 показана магистральная схема однофазной питающей сети.

Питание к щитам с аппаратурой СА подается двумя вводами от независимых распределительных устройств (РУ). Каждый ввод должен быть рассчитан на 100% нагрузку.

Автоматический резервный ввод питания для трехфазной четырехпроводной питающей сети рекомендуется осуществлять по схеме, изображенной на рис.3. Контроль наличия напряжения в рабочем вводе осуществляется при помощи реле обрыва фаз. На резервном вводе предусматривается контроль наличия напряжения. При переключении схемы на резерв следует подавать сигнал для предупреждения обслуживающего персонала. Пакетные выключатели и магнитные пускатели выбираются по расчету в зависимости от мощности токоприемников.

АВР питания для однофазной питающей сети рекомендуется выполнять по рис.4.

Б.Распределительные сети

В схемах электропитания токоприемников СА следует учитывать:

1.Потребляемую мощность, род тока (переменный или постоянный);

2.Наличие в приборах или регуляторах встроенных выключателей или предохранителей;

3.Расположение щита питания.

На рис.5 и 6 приведены различные схемы электропитания токоприемников, учитывающие вышеперечисленные факторы.

Рекомендуется в распределительной сети предусматривать общие аппараты управления и защиты для группы

электроприемников, состоящих из нескольких взаимосвязанных элементов, не работающих независимо друг от друга и не требующих индивидуальной защиты.

В мазутонасосной магистральная и распределительная сети СА должны защищаться как от токов короткого замыкания, так и от перегрузки.

П. Выбор аппаратов управления и защиты

Предохранители

Предохранители защищают сеть и токоприемники от коротких замыканий и перегрузки. Они выбираются:

а) по номинальному напряжению сети

$$U_{ном.пр.} \geq U_{номс},$$

где $U_{ном.пр.}$ – номинальное напряжение предохранителя,

$U_{номс.}$ – номинальное напряжение сети

б) по длительному расчетному току

$$J_{ном.вст.} \geq J_{ном.дл.},$$

где $J_{ном.вст.}$ – номинальный ток плавкой вставки

$J_{ном.дл}$ – длительный расчетный ток линии.

Длительный расчетный ток – это ток, протекающий в линии с учетом коэффициента одновременности работы электроприемников.

Номинальный ток определяется:

– для трехфазных электроприемников переменного тока

$$J = \frac{1000\ P}{1{,}73\ U_{ном.} \cdot \cos\varphi \cdot \eta},$$

– для однофазных электроприемников, присоединенных к одной фазе сети трехфазного тока

$$J = \frac{1000\ P}{U_{ф\ ном} \cdot \cos\varphi \cdot \eta},$$

– для электроприемников постоянного тока

$$J = \frac{1000\ P}{U_{ном} \cdot \eta},$$

где P – ном.мощность электроприемника, КВТ

$U_{ном}$ – номинальное напряжение, В (для электроприемников переменного тока – линейное напряжение сети)

$U_{ф}$ – номинальное фазное напряжение, В

$Cos\varphi$ – коэффициент мощности

η – КПД электродвигателя

в) по защите электродвигателей исполнительных механизмов предохранители должны выбираться с учетом пусковых токов.

В этом случае $J_{ном.\,вст.} \geq \frac{J_{пуск}}{2,5}$,

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

г) в цепях управления и сигнализации плавкие вставки выбираются по соотношению

$$J_{ном.\,вст.} \geq \Sigma J_{раб.\,макс} + 0,1\,\Sigma J_{вкл\ макс},$$

где $\Sigma J_{раб.\,макс}$ – наибольший суммарный ток, потребляемый катушками реле, сигнальными лампами и др. при одновременной работе;

$\Sigma J_{вкл\ макс}$ – наибольший суммарный ток, потребляемый при одновременном включении аппаратов.

Последовательно установленные в линию предохранители должны обладать селективным свойством, т.е. защищать только ту цепь, на которой они установлены.

Для выполнения этого условия номинальные токи плавких вставок последовательно включенных предохранителей должны различаться не менее, чем на одну ступень.

При выборе номинальных токов расцепителей для защиты электродвигателей исполнительных механизмов должны соблюдаться условия

$J_{ном.\,расц} \geq J_{ном\ дв}$

$J_{уст.\,эл.маг} = 1,25\ J_{пуск}$

$J_{ном.\,уст\ тепл} \geq J_{ном.\,дв}$

где $I_{ном.\,расц}$ – номинальный ток расцепителя;
$I_{ном.\,дв.}$ – номинальный ток двигателя;
$I_{уст.эл.магн.}$ – ток уставки (отсечки) электромагнита или электромагнитного элемента комбинированного расцепителя;
$I_{пуск}$ – пусковой ток электродвигателя;
$I_{ном.уст.терм.}$ – номинальный ток уставки теплового расцепителя или теплового элемента комбинированного расцепителя.

Для автоматического выключателя с электромагнитным расцепителем в цепях электроприемников, при включении которых не возникают броски тока, ток уставки расцепителя выбирается минимально возможным.

Пакетные выключатели, тумблеры, рубильники

Отключающие устройства выбираются по номинальному напряжению сети

$$U_{ном.} \geq U_{ном.с.}$$

где $U_{ном}$ – номинальное напряжение отключающего устройства;

по длительному расчетному току цепи

$$I_{ном} \geq I_{дл}$$

$$I_{откл} \geq I_{дл},$$

где $I_{ном}$ – номинальный ток рубильника;
$I_{откл}$ – наибольший ток, отключаемый выключателем (тумблером);
$I_{дл}$ – длительный расчетный ток линии.

Аппараты защиты должны обеспечивать надежное отключение одно- и многофазных коротких замыканий в сетях с глухозаземленной нейтралью. Надежность срабатывания про-

веряется по расчетному току короткого замыкания в конце защищаемого участка.

Для этого кратности токов однофазных коротких замыканий должны превышать не менее чем в 3 раза номинальный ток плавкой вставки предохранителя данной цепи и номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратно зависимую от тока характеристику; в 1,4 раза ток уставки мгновенного срабатывания автоматического выключателя, имеющего только электромагнитный расцепитель с номинальным током до 100А.

Как правило, в системах питания СА котельных установок при правильном выборе аппаратов защиты сечений основных и заземляющих проводников обеспечивается достаточная величина токов короткого замыкания, а,следовательно, и отключение аварийных участков.

В этом случае проверка по токам короткого замыкания не производится.

Ш.Пример выбора аппаратуры защиты и управления

Требуется выбрать аппараты управления и защиты схемы электропитания СА, приведенной на рис.7.

От вводного щита питание поступает к двум электроприводам (линии 5,6), к щитам: регуляторов (линия 4-3), регистраторов (линия 7), оперативному щиту (линия 8), релейному щиту (линия 10), к местному прибору (линия 9).

Оперативный щит расположен на расстоянии 2-х метров от щита питания.Остальные щиты удалены на расстояние более 3-х метров.

Все электроприемники установлены в помещении с нормальной окружающей средой.

Технические характеристики электродвигателей исполнительных механизмов типа МЭОК-63/100 и МЭОК-25/100 даны в таблице 1,а остальных токоприемников - в таблице 2.

Выбор аппаратов управления и защиты производится в следующем порядке:

а) определяются длительные и кратковременные расчетные токи линий;

б) по величине расчетных токов производится выбор аппаратов.

а. Определение расчетных токов

Линия 3 (линия I + линия 2)

Расчетный ток линии определяется по формуле

$$J = \frac{1000\ P}{U_{ф\,ном}} = \frac{1000 \cdot 0{,}085}{220} = 0{,}5\text{А}.$$

Мощность принимается суммарной.

Линия 4

Расчетный ток линии равен

$$J = \frac{1000\ P}{U_{ном}} = \frac{1000 \cdot 0{,}16}{220} = 0{,}7\ \text{А},$$

Линия 5

Длительный расчетный ток - номинальный ток двигателя (см.табл.I)

$$J = J_{н\ дв} = 1{,}14\text{А},$$

где $J_{н\ дв}$ - номинальный ток двигателя.

Кратковременный ток линии - пусковой ток двигателя

$$J_{кр} = J_{пуск} = 4{,}52\text{А},$$

где $J_{кр}$ - кратковременный ток линии.

Линия 6

Расчет аналогичен линии 5

$$J_{дл} = 0{,}83\ \text{А}.$$

Кратковременный ток линии - пусковой ток двигателя

$$J_{кр} = 8{,}32\ \text{А}.$$

Оба электродвигателя могут работать одновременно.

Линия 7

Расчетный ток линии

$$J = \frac{1000\ P}{U_{ном}} = \frac{1000 \cdot 0,03}{220} = 0,14А.$$

Линия 8

Расчетный ток линии

$$J = \frac{1000\ P}{U_{ном}} = \frac{1000 \cdot 0,2}{220} = 0,1\ А.$$

Линия 9

Расчетный ток линии

$$J = \frac{1000\ P}{U_{ном}} = \frac{1000 \cdot 0,2}{220} = 0,1\ А.$$

Линия 10

Расчетный ток линии определяется по формуле (стр.4)

$$J = \Sigma J_{раб.\ макс} + 0,1 \Sigma J_{вкл\ макс}.$$

В рассматриваемом примере одновременно могут работать 10 ламп и 3 реле.

Ток, протекающий через одно реле РП-25

$$J = \frac{1000\ P}{U_{ном}} = \frac{1000 \cdot 0,008}{220} = 0,036\ А.$$

Ток, протекающий через одну лампу

$$J = \frac{1000\ P}{U_{ном}} = \frac{1000 \cdot 0,01}{220} = 0,046\ А.$$

Ток, протекающий через реле РИС-Э3М

$$J = \frac{1000\ P}{U_{ном}} = \frac{1000 \cdot 0,03}{220} = 0,14\ А.$$

Одновременно могут включиться 4 лампы, 2 реле, а

также реле РИС-93М

$$\Sigma J_{раб.макс} = 0,036 \cdot 8 + 0,046 \cdot 10 = 0,108 + 0,46 = 0,568 А$$

$$\Sigma J_{вкл.макс} = 0,036 \cdot 2 + 0,046 + 0,14 = 0,072 + 0,184 + 0,14 = 0,896 А$$

Расчетный ток линии

$$J = 0,568 + 0,1 \cdot 0,896 = 0,568 + 0,04 = 0,61 А.$$

Линия II

Длительным расчетным током линии будет сумма длительных расчетных токов линий 4 + 10

$$\Sigma J = 0,7 + 1,14 + 0,83 + 0,14 + 0,1 + 0,1 + 0,6 = 8,62 А.$$

Кратковременный ток линии определится из условия, что двигатель (линия 6) работает, а второй (линия 5) пускается

$$J_{кр} = J_н дв_6 + J_{пуск} дв_5 = (8,62 - 1,14) + 4,52 = 7 А.$$

б) Выбор аппаратов защиты

Линия 8

Необходимо защищать двухфазную линию только от токов короткого замыкания. Регуляторы работают взаимосвязано, поэтому индивидуальных выключателей не требуется.

Выбираем двухполюсный автоматический выключатель АП50-2М, одновременно выполняющий функции защиты линии и отключения приборов,

$U_{ном\,а} \geq U_{ном\,с}$ $\quad 500В \geq 220В$

$J_{ном\,а} \geq J_{дл}$ $\quad 50А \geq 0,5А.$

Номинальный ток расцепителя принимаем

$$J_{ном\,расц} = 1,6 А$$

$J_{уст.эл.магн} = 3,5 J_{ном.расц}$ – выбирается минимальным.

Вместо автоматического выключателя может быть выбран двухполюсный пакетный выключатель и предохранители.

Линия 4

Необходимо защитить однофазную линию только от токов короткого замыкания.

Выбираем однополюсный автоматический выключатель А63-1м

$U_{ном.а} \geq U_{ном.с}$ 220 В = 220 В

$I_{ном.а} \geq I_{дл}$ 1 А = 0,7 А

$I_{ном.расц} = 1а$ $I_{уст.эл.магн} = 1,3 I_{ном.расц.}$

Линия 5

Необходимо защитить трехфазную линию от токов короткого замыкания и перегрузки.

Выбираем трехфазный автоматический выключатель АП50-3МТ

$U_{ном.а} \geq U_{ном.с}$ 500 В $\geq$ 380 В

$I_{ном.а} \geq I_{дл}$ 50 А $\geq$ 1,14 А.

Определяем номинальный ток комбинированного расцепителя

$I_{ном.расц} > I_{ном\ дв}$

$I_{ном.расц} > 1,14\ А$

Выбираем $I_{ном.расц} = 1,6$ А.

Определяем ток уставки (отсечки) электромагнитного элемента комбинированного расцепителя

$$I_{уст.эл.магн} \geq 1,25\, I_{пуск} \geq 1,25 \cdot 4,52 \geq 5,65 \text{ А}$$

$$\frac{I_{уст\ эл.\ магн}}{I_{ном\ расц.}} = \frac{5,65}{1,6} = 3,5.$$

Принимаем $I_{уст.эл.магн} = 3,5\, I_{ном.расц.}$

Определяем номинальный ток уставки теплового элемента комбинированного расцепителя

$$I_{ном.уст.тепл.} \geq I_{ном\ дв} \geq \quad I,I4,$$

где $I_{ном.уст.тепл}$ – номинальный ток уставки теплового элемента.

Отстраиваем автомат на $I_{ном.уст.тепл} = 2А$.

Линия 6

Рассчитывается аналогично линии 5

$$U_{нома} \geq U_{ном\,с} \qquad 500 \geq 380\ В$$
$$I_{нома} \geq I_{дл} \qquad 50А \geq 0,83А$$
$$I_{номрасц} \geq I_{ном.дв} \geq 0,83А.$$

Выбираем $I_{ном.расц} = I,6$ А

$$I_{уст.эл.магн} \geq 1,25\, I_{пуск} \geq I,25 \cdot 8,82 = 4,I5\ А$$

$$\frac{I_{уст.эл.магн}}{I_{ном.расц}} = \frac{4,I5}{I,6} = 2,59.$$

Принимаем $I_{уст.эл.магн.} = 3,5\ I_{ном.расц.}$

$I_{ном.уст.тепл.} \geq I_{ном.дв} \geq 0,83.$

Отстраиваем автомат на $I_{ном.уст.тепл} = Ia$.

Линия 7

Необходимо защищать однофазную линию длиной больше 3-х метров от токов короткого замыкания и иметь возможность отключения прибора со щита питания.

Выбираем однополюсный автоматический выключатель А63-Iм

$$U_{нома} \geq U_{номс} \qquad \sim 220В = 220\ В$$
$$Q63А \geq 0,I4\ А$$
$$I_{ном.расц} = 0,63\ А.$$

Линия 8

В приборе имеется встроенный выключатель и предохранитель. Длина линии меньше 3-х метров - защита не требуется.

Линия 9

Расчет ведется аналогично линии 7.

Выбираем однополюсный автоматический выключатель А63-1м

$U_{нома} \geq U_{номс}$ ~220 в = 220 в

$I_{нома} \geq I_{дл}$ 0,63 А ≥ 0,1 А

$I_{ном.расц}$ = 0,63 А.

Линия 10. Расчет ведется аналогично линии 7.

Выбираем однополюсный автоматический выключатель А63-1м

$U_{нома} \geq U_{ном.с}$ ~ 220В = 220В

$I_{нома} \geq I_{дл}$ 063А ≥ 0,6А

$I_{ном.расц}$ = 0,63А.

Линия 11. Рассчитывается аналогично линии 5. Выбираем трехфазный автоматический выключатель АП50-3МТ

$U_{нома} \geq U_{номс}$ 500 В ≥ 380 В

$I_{нома} \geq I_{дл}$ 50А ≥ 3,62А

Определяем номинальный ток комбинированного расцепителя $I_{ном.расц} > I_{ном\ дв}$

$I_{ном.расц} \geq 8,62 А.$

Выбираем $I_{ном.расц}$ = 4А.

Определяем ток уставки электромагнитного элемента комбинированного расцепителя

$I_{уст.эл.маг} \geq 1{,}25\ I_{пуск} \geq 1{,}25 \cdot 7 = 8{,}75\ А$

$$\frac{I_{уст.эл.маг.}}{I_{ном.расц}} = \frac{8{,}75}{4} = 2{,}19.$$

Принимаем $I_{уст.эл.маг} = 3{,}5\ I_{ном.расц}$.

Определяем номинальный ток уставки теплового элемента комбинированного расцепителя

$I_{ном.уст.маг} \approx I_{ном.дв} = 3{,}62\ А$.

Отстраиваем автомат на 4 А.

Таблица I

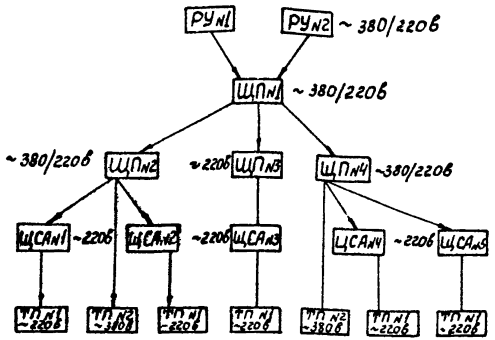
Технические характеристики электродвигателей

№№ линии	Тип	Номинальная мощность, Вт	Номинальное напряжение, В	Номинальн. ток, А	Кратность пускового тока	Пусковой ток, А
5	АОЛ-22/4	400	380	I,I4	4	4,52
6	АОЛ-2I/4	270	380	0,83	4	3,32

Таблица 2

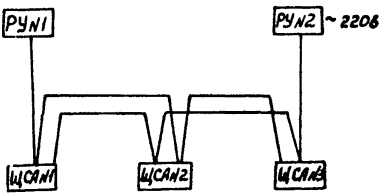
Технические данные электроприемников

№№ линии	Наименование и тип электроприемника	Номинальная мощность Вт (В·А)	Номинальное напряжение
I	Электронный регулирующий прибор РПИБ-Ш	45	стабилизированное 220
2	Электронный регулирующий прибор РПИБ-Т	40	
7	Малогабаритный автоматический показывающий и самопишущий прибор КСД-2	(30)	220
8	Миниатюрный автоматический прибор ВМД	20	220
9	Дифманометр самопишущий ДСС	(20)	220
I0	Схема сигнализации: лампы РНЦ-220-I0 - 82 шт.	(I0)	220
	промежуточные реле РП-25 - 6 шт.	(8)	220
	Реле импульсной сигнализации РИС 33М	(30)	220



РУN1, РУN2 - распределительное устройство
ЩП - щиты питания средств автоматизации
ЩСА - щиты средств автоматизации
ТПN1 - токоприемники ~220В
ТПN2 - токоприемники ~ 380/220В

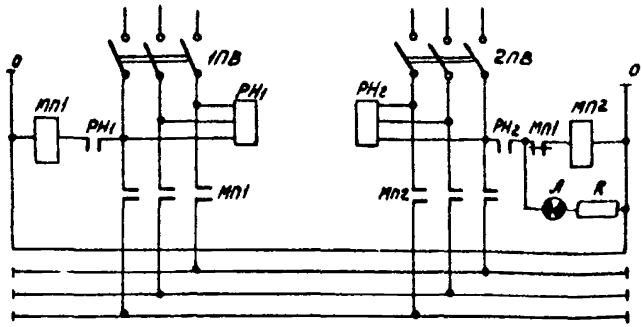
Рис 1



РУN1
РУ N2 } - распределительное устройство.

ЩСА
N1, N2, N3 } - щиты средств автоматизации

Рис. 2



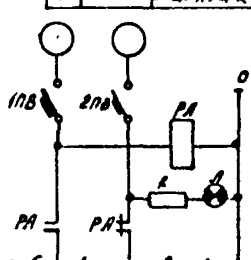


В схему технологической сигнализации «отключен рабочий ввод»

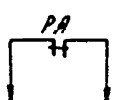
Перечень электроаппаратуры

№№ п/п	Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	К-во	Примечание
1	1ПВ; 2ПВ	Пакетный выключатель	ПВМЗ	~380В	2	Выбирается по потребляемому току
2.	МП1; МП2	Магнитный пускатель		~380В	2	
3.	РН1; РН2	Реле обрыва фаз	Е-511	~380В	2	
4.	Л	Светосигнальное устройство	Искра 52	~220В	1	
5	R	Резистор	—	2400ом 20Вт	1	Комплектно с арматурой
6	—	Лампы-коммутаторная	КМ-2У 36	~24В	1	

Рис. 3



Рабочий ввод | Резервный ввод



В схему технологической сигнализации «отключен рабочий ввод»

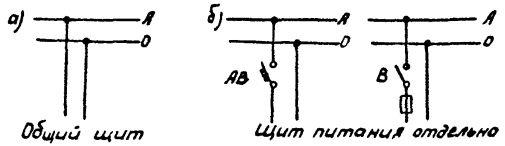
Перечень электроаппаратуры

№№ п/п	Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	К-во	Примечание
1	1ПВ, 2ПВ	Пакетный выключатель	ПАМ	~220В	2	Выбирается по потребляемому току
2	РА	Реле промежуточное		~220В	1	
3	Л, R	Светосигнальное устройство	Искра 52	~220В	1	см. рис 3.

Рис 4

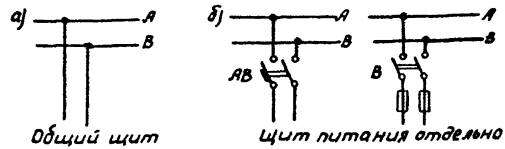
I. Встроенные выключатели и предохранители

1. Однофазная двухпроводная сеть



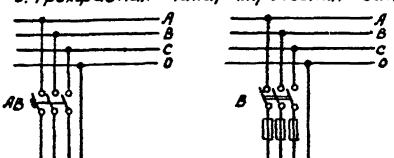
Общий щит — Щит питания отдельно

2. Двухфазная двухпроводная сеть



Общий щит — Щит питания отдельно

3. Трехфазная четырехпроводная сеть



II. Имеющие встроенные выключатели

1. Однофазная двухпроводная



2. Двухфазная

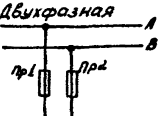
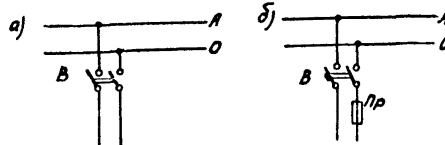


Рис. 5 Схемы питания токоприемников

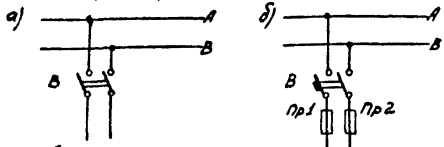
III Имеющие встроенные предохранители

1. Однофазная двухпроводная



Общий щит — Щит питания отдельно

2. Двухфазная



Общий щит — Щит питания отдельно

IV. Питание через трансформатор

1. Один приемник — 2. Несколько — 3. Несколько штепсельных розеток

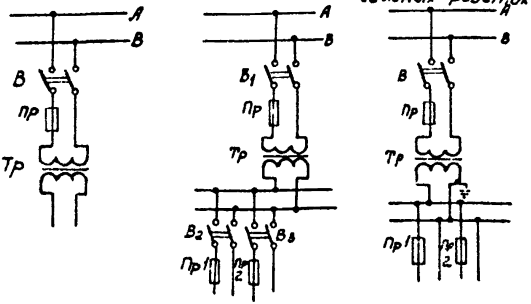


Рис 6. Схемы электропитания токоприемников

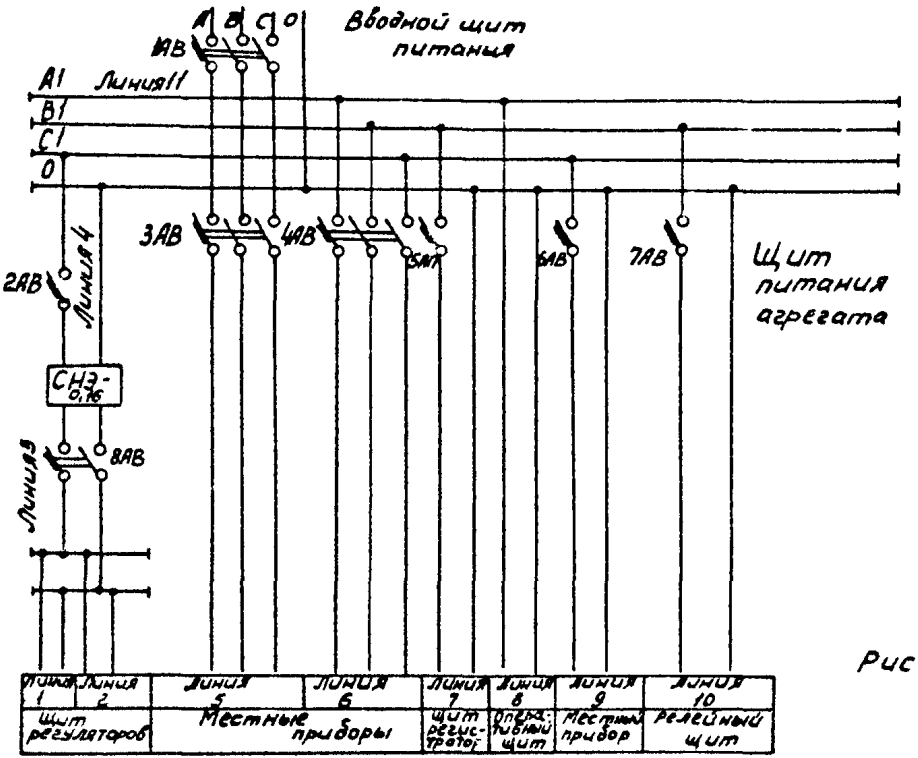


Рис 7

Л 120579 Подп. к печ. 10.11.74 Зак. 4 Тир. 6700 ц 36 коп.
ГПИ Сантехпроект, г. Москва, Н. Первомайская, 46

gost.e-ecolog.ru