

Курск 2017

Методические указания для практических занятий студентов
заочной формы обучения направления подготовки 13.03.02
Электроэнергетика и электротехника и 13.02.07 Электрооборудование
(по отраслям)

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.П. Лектионова
« 15 » 12 (0317)
2017 г.



Кафедра электрооборудования

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

УДК 621.3(075.8)

Составители: А.Н. Горлов, В.И. Бирюлин, О.М. Ларин,
Д.В. Куделина

Рецензент:
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроснабжение»
В.Н. Альбев

Электроснабжение: методические указания для практических занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.Н. Горлов, В.И. Бирюлин, О.М. Ларин, Д.В. Куделина. – Курск, 2017. – 32 с.: ил. 2, табл. 21, прилож. 21. – Библиогр.: с. 15.

Содержат сведения для практических занятий по дисциплине «Электроснабжение», приведены указания по проведению расчета электрических нагрузок, выбора проводов, кабелей, предохранителей, автоматических выключателей. Предназначены для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электротехника и электротехника и электроснабжение» (по отраслям) заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *15.12.18*. Формат 60x84 1/16.
Усл.печ.л. *17*. Уч.-изд.л. *16*. Тираж 100 экз. Заказ *8898*. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305044, г.Курск, ул.50 лет Октября, 94

ВВЕДЕНИЕ

Практические занятия по электроснабжению цеха имеют следующие цели: закрепление и расширение теоретических знаний по специальности и применение их при решении конкретных инженерно-технических в практике проектирования; развитие творческого мышления студентов и навыков их самостоятельной работы; овладение методикой инженерно-технических расчетов при проектировании системы внутрицехового электроснабжения.

При проектировании следует учесть следующие основные требования, предъявляемые к системам электроснабжения:

1. Система электроснабжения должна быть надежной, т.е. обеспечивать бесперебойность электроснабжения в соответствии с категорией электроприемников;

2. Система электроснабжения должна быть простой, удобной и безопасной в эксплуатации;

3. Система электроснабжения должна быть экономичной, т.е. соответствовать минимуму приведенных затрат на ее сооружение и эксплуатацию.

Проектируется система электроснабжения цеха общепромышленного назначения. В состав цеха входят электроприемники в количестве 25-35 единиц. Исходными данными являются: план цеха с расстановкой технологического оборудования, установленная мощность электро-приемников.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

РАСЧЕТ НАГРУЗОК ЦЕХА

Цель работы: ознакомление со способом расчета

электрических нагрузок цеха

Краткие методические указания

Расчет электрических нагрузок цеха производится в табличной форме – форма Ф636-92/1/ (табл. III).

На плане цеха намечаются источники питания для электроприемников (ЭП). Расчет производится для каждого источника (распределительные шкафы, пульты, сборки, распределительные шинопроводы). Исходные данные для расчетов (столбцы 1–6) заполняются по характеристикам ЭП (столбцы 1–4) и по справочным данным /2,3/, откуда берутся значения коэффициентов использования $k_{и}$ и коэффициентов реактивной мощности $\cos\varphi/\text{tg}\varphi$. При этом все ЭП группируются по характерным категориям с одинаковыми значениями номинальной мощности $P_{н}$, коэффициентов $k_{и}$ и $\cos\varphi/\text{tg}\varphi$ и записываются в одну строку формы Ф636-92. При наличии в справочных материалах интервальных значений $k_{и}$ следует принимать наибольшее значение.

Далее в столбцах 7 и 8 соответственно записываются результаты вычислений $k_{и} \cdot P_{н}$ и $k_{и} \cdot P_{н} \cdot \text{tg}\varphi$. В итоговой строке для рассматриваемого источника питания определяются суммы этих величин $\sum k_{и} \cdot P_{н}$, $\sum k_{и} \cdot P_{н} \cdot \text{tg}\varphi$. В итоговой строке определяются также сумма $\sum P_{н}$.

Для рассматриваемого источника питания рассчитывается групповой коэффициент использования $K_{и} = \sum k_{и} \cdot P_{н} / \sum P_{н}$ и найденное значение $K_{и}$ заносится в столбец 5 итоговой строки.

Для определения эффективного числа ЭП $n_{э}$ в столбце 9 построено определяются величины $n \cdot P_{н}^2$ и в итоговой строке суммарное значение $\sum n \cdot P_{н}^2$. В столбцах 10-15 результаты вычислений приводятся только для итоговой строки рассматриваемого источника питания. В столбце 10

Полное значение расчётной нагрузки определяется по формуле:

небольших пределах (1-1,1).

где 1,1 – расчётный коэффициент P_M , который изменяется в

$$Q_p = \sum_n^1 k_n \cdot P_n \cdot \operatorname{tg} \varphi_n \text{ при } n_g > 10 \quad (4)$$

$$Q_p = 1,1 \cdot \sum_n^1 k_n \cdot P_n \cdot \operatorname{tg} \varphi_n \text{ при } n_g \leq 10$$

Расчётная реактивная мощность определяется в зависимости от n_g .

подходящего к ЭП с $P_{H \max}$.

чтобы сечение общего кабеля не оказалось меньше сечения кабеля мощности наиболее мощного ЭП $P^p < P_{H \max}$ следует принять $P^p = P_{H \max}$,

В случае, когда расчётная мощность P^p окажется меньше номинальной

$$P^p = k_p \cdot \sum k_n \cdot P_n \quad (3)$$

определяется из выражения:

активная мощность P^p источника питания ЭП напряжением до 1000 В

справочных таблицах k_p – коэффициент расчётной мощности. Расчётная

По значениям K_n и n_g , приведённым в итоговой строке, находится

числа.

Найдённое значение n_g округляется до ближайшего меньшего целого

где $P_{H \max}$ – номинальная мощность наиболее мощного ЭП группы.

$$n_g = \frac{2 \cdot \sum P_n}{P_{H \max}} \quad (2)$$

определяется по упрощённой формуле:

печковых трансформаторов, в целом по пеху, корпусу, предприятию) n_g

При значительном числе ЭП (матричные шинопроводы, шины

$$n_g = \frac{\sum n \cdot d_n^2}{\sum d_n^2} \quad (1)$$

приводится значение n_g , которое определяется по формуле

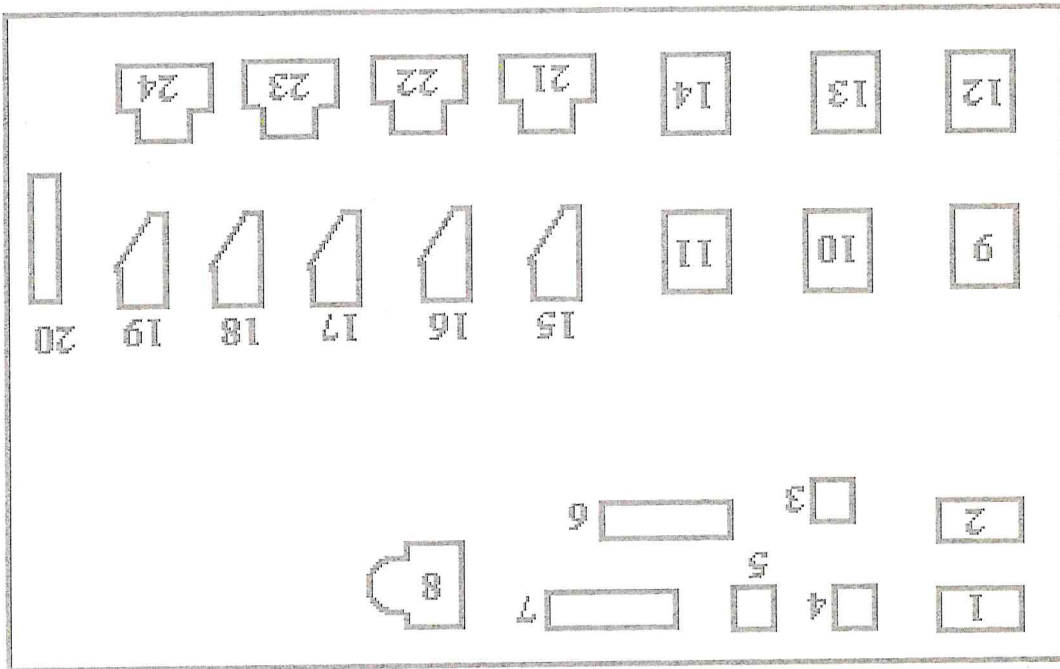
№ на плане	Наименование ЭП	$P_H, \text{ кВт}$
1,2	Шлифовальные станки	15
3-5	Сверлильные станки	15
6,7	Строгальные станки	25

Таблица 1. Характеристики ЭП

табл. 1.

Для электроснабжения ЭП цеха применяем два источника - ЭП с 1 по 8-й подключаются к распределительному шкафу (ЩР), с 9 по 24-й - к распределительному шинопроводу (ШРА). Данные по ЭП приведены в

Рисунок 1. План цеха с установленными ЭП



Рассмотрим пример расчета нагрузки механического цеха.

где U_H – номинальное напряжение сети.

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H}$$

выбора отключающих элементов СЭП.

По полному значению определяется расчетный ток, необходимый для

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \text{ кВА}$$

Для ЭП №1 и №2 количество ЭП – 2 (второй столбец), номинальная мощность ЭП (третий столбец) – 15 кВт. Общая установленная мощность (четвертый столбец) $P_{\text{н}} - 2 \cdot 15 = 30$ кВт. Коэффициент использования ки (пятый столбец) – 0,16. Коэффициент потребления реактивной мощности

числа ЭП в подгруппе и значений квадратов номинальных мощностей. установленной мощности. Девятый столбец содержит произведение значений использованная, значений коэффициентов потребления, значений общей мощностью столбец содержит произведение значений коэффициентов использованная и значений общей установленной мощности. величина. Седьмой столбец содержит произведение значений расчетные В среднем, восьмом и девятом столбцах определяем расчетные потребления реактивной мощности – $\cos\phi$ и $\text{tg}\phi/2,3$ или табл.ПЗ/.

использования (берем для заданного оборудования верхние значения для всех ЭП в пятом столбце записываем коэффициенты столбце приводится суммарное значение установленной мощности всех ЭП. столбце указывается количество ЭП, подключенных к ШР, в четвертом значений из второго и третьего столбца. В итоговой строке во втором рассчитываются значения общей установленной мощности как произведение третьем – номинальная мощность (одного ЭП). В четвертом столбце один под номером 8. Во втором столбце указывается количество ЭП, в указываем три подгруппы одинаковых станков с номерами 1-2, 3-5, 6-7 и В первом столбце таблицы записываются номера ЭП, для ШР аналогично, данные расчета приведены в табл. П1.

Расчет приведен подробно для одного ЭП, по остальным производится

21-24	Протяжные станки	29
20	Зачной станок	2,0
15 – 19	Фрезерные станки	16
9 -14	Токарные станки	18
8	Резьбошлифовальный станок	23

(шестой столбец) $\cos\varphi/\text{tg}\varphi = 0,6/1,33$. Определяем расчетные величины

$$P_{II} = 0,16 \cdot 30 = 4,8 \text{ кВт (седьмой столбец)},$$

$$\text{tg}\varphi \cdot K_{II} \cdot P_{II} = 1,33 \cdot 0,16 \cdot 30 = 6,4 \text{ квар}, n \cdot P_{II}^2 = 2 \cdot 15^2 = 450.$$

Подобные действия выполняем для остальных ЭП, подключаемых к ШР. В итоговой строке записываем суммы значений по четвертому столбцу – 148 кВт, по седьмому столбцу – 23,68 кВт, по восьмому столбцу – 33,59 квар,

по девятому столбцу – 2904.

Находим: значение группового коэффициента использования как

$$23,68/148 = 0,16,$$

эффективное число ЭП как:

$$148^2/2904 = 7,5,$$

округляем до 7.

По найденным значениям группового коэффициента использования и

эффективного числа ЭП определяем значение коэффициента расчетной

нагрузки $k_p = 1,85$ (табл.П4). После этого находим значения расчетных

нагрузок как

$$P_p = 1,85 \cdot 23,68 = 43,81 \text{ кВт},$$

$$Q_p = 1,1 \cdot 33,59 = 36,95 \text{ квар},$$

$$S_p = \sqrt{43,81^2 + 36,95^2} = 57,31 \text{ кВА},$$

$$I_p = 57,31 / (\sqrt{3} \cdot 0,38) = 87,2 \text{ А}.$$

Эти значения записываем в итоговую строку для ШР.

Аналогичным образом определяем расчетные нагрузки для ЭП,

подключаемых к ШРА, и получаем следующие значения:

$$P_p = 73,2 \text{ кВт}, Q_p = 81,6 \text{ квар}, S_p = 109,2 \text{ кВА}, I_p = 166,8 \text{ А}.$$

После этого определяем суммарные нагрузки по всему цеху

$$P_p = 117,0 \text{ кВт}, Q_p = 118,5 \text{ квар}, S_p = 166,9 \text{ кВА}, I_p = 254 \text{ А}.$$

Порядок выполнения работы

1. Для заданного преобразователя производственного помещения подготовить исходные данные.
2. Выбрать источники питания и подключить к ним электроприемники.
3. Рассчитать нагрузку выбранных источников питания.

Контрольные вопросы

1. Определение расчетной нагрузки.
2. Вспомогательные методы нахождения расчетной нагрузки.
3. Основные этапы определения расчетной нагрузки по РТМ-92.
4. Зачем находится расчетная нагрузка?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

ВЫБОР ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ

Цель работы: изучение методов выбора проводов и кабелей для подключения электрических групп электрических машин.

Краткие методические указания

Выбор проводов

Условие допустимого нагрева. В нормальном режиме нагрева проводов или кабелей не должен превышать допустимого. Для этого выбор сечения кабелей производится по таблицам ПУЭ, в которых приводятся значения сечений и соответствующие им допустимые длительные токи $I_{\text{дл. доп}}$ для проводов и кабелей различных конструкций.

$$I_{\text{расч}} \geq I_{\text{дл. доп}}$$

где $I_{\text{расч}}$ – расчетный ток линии;

Значения допустимых длительных токов указаны для определенных (нормальных) условий работы проводов и кабелей и их прокладки. При отклонении от этих условий значения допустимых длительных токов, приведенные в таблицах, должны быть умножены на приводимые в ПУЭ поправочные коэффициенты, учитывающие характер нагрузки (при повторно-кратковременном и кратковременном режиме работы ЭП), отклонение температуры окружающей среды от расчетной, количество совместно проложенных проводов и кабелей и тепловые характеристики грунта, в котором проложен кабель.

Условие обеспечения нормального напряжения на зажимах электродвигателей и других ЭП. В нормальном режиме сечения и длина кабеля должны обеспечивать отклонение напряжения на зажимах ЭП не более $\pm 5\% U_{\text{н}}$. Падение напряжения в проводе или кабеле определяется по выражению

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_{\text{расч}} \cdot L \cdot (r_{\text{ли}} \cdot \cos \varphi + x_{\text{ли}} \cdot \sin \varphi) \cdot 10^{-3} \cdot 100\% / U_{\text{н}}$$

где $I_{\text{расч}}$ – расчетный ток линии, А;

Выбор питающего кабеля

окончательно принимаем провод АПВ 4×6 мм².

Оба условия выполняются, поэтому для подключения ЭП №1 и 2

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 27,6 \cdot 3,5 \cdot (5,55 \cdot 0,6 + 0,09 \cdot 0,8) \cdot 10^{-3} \cdot 100\% / 380 = 0,15\%.$$

определяем с плана цеха и принимаем ее равной 3,5 м.

Проверяем по допустимости потери напряжения, длину линии

$$I_{\text{доп}}^{\text{напр}} > I_p, \quad 30 \text{ A} > 27,6 \text{ A}.$$

Проверяем по условию допустимости нагрева

$$\text{сопротивления } r_{\text{ли}} = 5,55 \text{ Ом/м}, \quad x_{\text{ли}} = 0,09 \text{ Ом/м} \text{ (табл.П6)}.$$

выбираем сечение 4×6 мм² с длиной допустимым током 30 А, удельные

длинно допустимых токов (табл.П5) для этого способа прокладки

для прокладки выбираем четыре провода АПВ в трубе. По таблице

$$I_{\text{л}} = 15 / ((\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6) = 27,6 \text{ A}.$$

где $U_{\text{л}}$ - номинальное напряжение сети.

$$I_{\text{л}} = P_{\text{л}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot \cos \phi), \text{ A}$$

$\cos \phi = 0,6$. Определяем номинальный ток $I_{\text{л}}$ как

Рассмотрим выбор проводов для ЭП №1 и 2, у которых $P_{\text{л}} = 15 \text{ кВт}$,

допустимость потерь напряжения.

Условно допустимости нагрева рассчитным током и проверяем на

номинальный ток. Поэтому провода для подключения ЭП выбираем по

Для одиночного ЭП в качестве расчетного тока принимается его

допустимому значению потерь напряжения.

по условию допустимости нагрева рассчитным током и проверяем по

применяем провода с алюминиевыми жилами. Сечение проводов выбираем

помещение цеха не относится к помещению с взрывоопасной средой, то

Все ЭП подключаются к источникам питания проводами, так как

Ом/м.

$r_{\text{ли}}, x_{\text{ли}}$ - удельные активное и индуктивное сопротивление линии,

ϕ - угол нагрузки, градус;

L - длина линии, м;

Для питания ШР от шин комплектной трансформаторной подстанции (КТП) используем кабель типа АВВГ с пластмассовой изоляцией с прокладкой на открытом воздухе. Выбор кабеля производится аналогично как для проводов.

По условию допустимости нагрева выбираем сечение $4 \times 50 \text{ мм}^2$ с длительно допустимым током 100 А , удельные сопротивления $r_{yl} = 0,63 \text{ Ом/м}$, $x_{yl} = 0,085 \text{ Ом/м}$.

$$I_{\text{норм}} > I_p, 100 \text{ А} > 87,2 \text{ А.}$$

Значение расчетного тока линии, питающей ШР, приведено в таблице расчета электрических нагрузок.

Проверяем по допустимости потери напряжения, длину линии от КТП до ШР принимаем равной 40 м . Значения $\cos \phi$ и $\sin \phi$ определяются исходя из значений расчетной активной и расчетной реактивной нагрузок ШР.

$$\Delta U = \sqrt{3 \cdot 87,2 \cdot 40 \cdot (0,63 \cdot 0,8 + 0,085 \cdot 0,6) \cdot 0,001 \cdot 100\% / 380} = 0,88\%.$$

Оба условия выполняются, поэтому для подключения ШР окончательно принимаем кабель АВВГ $4 \times 50 \text{ мм}^2$.

Порядок выполнения работы

1. Для заданной преобразователем схемы электроснабжения выбрать источники питания.
2. Произвести проверку выбранных источников питания.
3. Выбрать провода и кабели.

Контрольные вопросы

1. Маркировка проводов и кабелей.
2. Условия выбора проводов и кабелей.
3. Когда выполняется выбор сечения провода или кабеля по уставке защитного аппарата?
4. В каких случаях для питания электроприемников следует использовать распределительные шкафы?
5. В каких случаях для питания электроприемников следует использовать шиннопроводы?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3 ВЫБОР ЗАЩИТНЫХ АППАРАТОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

ЦЕХА

Цель работы: ознакомиться с порядком выбора и проверки предохранителей и автоматических выключателей в электрических сетях напряжением 380 В.

Краткие методические указания

Выбор предохранителей

Для защиты питающей линии и ЭП применяем предохранители.

Предохранители выбираем по следующим условиям.

Номинальный ток предохранителя должен быть не менее расчетного

тока защищаемой линии. Номинальный ток плавкой вставки выбирается

наибольшим из следующих условий:

1) несрабатывания при максимальном рабочем токе

$$I_{нпв} \geq I_p ;$$

2) при защите однофазного асинхронного электродвигателя с

короткозамкнутым ротором – несрабатывание, при его пуске:

$$I_{нпв} \geq I_{пуск} / k_{п} ;$$

где $k_{п}$ – коэффициент, при защите электродвигателей с коротко-

замкнутым ротором и легком пуске (длительностью 2–5 с) принимается

равным 2,5, при тяжелом пуске (длительность около 10 с), а также при

частых пусках (более 15 в час) или для особо ответственных

электродвигателей, возможное отключение которых недопустимо, принимается

равным 1,6–2; при защите двигателя с фазным ротором – 0,8–1;

Для защиты ЭП № 1 и 2 выбираем предохранители типа ППН-33,

габарит 00С, номинальный ток предохранителя 100 А (табл.П18).

Проверяем по номинальному току

$$I_{нпв} > I_p, 100 \text{ A} > 27,6 \text{ A.}$$

Выбираем плавкую вставку по условию несрабатывания предохрани-

теля при пуске электродвигателя.

Пусковой ток ЭП №1 и 2

$$I_{\text{пуск}} = (5..7) \cdot I_{\text{нп}} = 6.27,6 = 165,9 \text{ A.}$$

Расчитываем значение тока плавкой вставки, считая при этом пуск

легким.

$$I_{\text{плав}} \geq 165,9/2,5 = 66,4 \text{ A.}$$

Выбираем плавкую вставку с номинальным током 80 A.

Для остальных ЭП выбор проводов и предохранителей производится

аналогично.

Выбор автоматического выключателя

Для защиты кабеля и ШР применяем автоматический выключатель.

Автоматические выключатели (автоматы) предназначены для автома-

тической защиты электрических сетей и оборудования от аварийных

режимов (токов короткого замыкания, токов перегрузки, снижения или

исчезновения напряжения), а также для нечастой коммутации номинальных

токов (6–30 раз в сутки).

Выбор по условиям нормального режима. Выключатель выбирается

исходя из следующих условий:

соответствия номинального напряжения выключателя $U_{\text{нв}}$

номинальному напряжению сети $U_{\text{н}}$

$$U_{\text{нв}} \geq U_{\text{н}},$$

соответствия расчетному току защищаемой линии

$$I_{\text{нв}} \geq I_{\text{р}}.$$

Выбор по условиям защиты от перегрузки и КЗ.

Для защиты от перегрузки сужают расцепители, действующие с

выдержкой времени – максимальные.

$$I_{\text{нп}} \geq I_{\text{р}}.$$

Для защиты от КЗ сужают расцепители, действующие без выдержки

времени – мгновенные или отсечка:

$$I_{\text{мгн.р}} \geq 1,25 \cdot I_{\text{лик}}.$$

Предварительно выбираем для защиты автоматический выключатель типа ВА 57-31 со следующими данными $U_{нв} = 380 \text{ В}$, $I_{нв} = 100 \text{ А}$ (табл. П10).

Выбираем по условиям нормального режима:

$$U_{нв} \geq U_{н}, \quad 380 \text{ В} = 380 \text{ В}.$$

$$I_{нв} \geq I_p, \quad 100 \text{ А} > 87,2 \text{ А}.$$

Выбираем максимальный расцепитель (защита от перегрузки) по

строчке таблицы номинальные токи – 100 А.

$$I_{нп} \geq I_p, \quad 100 \text{ А} > 87,2 \text{ А}.$$

Расчитаем значение пикового тока для выбора мгновенного

расцепителя.

$$I_{пик} = I_p - k_{пн} \cdot I_{пмакс} + I_{пмакс}, \quad \text{А}$$

где I_p – расчетный ток линии, А;

$k_{пн}$ и $I_{пмакс}$ – коэффициент использования и номинальный ток

самого мощного ЭП, входящего в рассматриваемую группу;

$I_{пмакс}$ – пиковый ток самого мощного ЭП, входящего в рассмат-

риваемую группу.

Из ЭП, подключенных к ШР, наибольшую мощность имеет ЭП № 6 с

номинальной мощностью 25 кВт, $k_{пн} = 0,16$, $\cos\varphi = 0,6$.

Номинальный ток ЭП №6

$$I_{пмакс} = P_{пмакс} / (\sqrt{3} \cdot U_{н} \cdot \cos\varphi) = 25 / (\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6) = 46,1 \text{ А}.$$

Пусковой ток ЭП №8

$$I_{пмакс} = 6 \cdot I_{пмакс} = 6 \cdot 46,1 = 276,5 \text{ А}.$$

Пиковый ток для ШР

$$I_{пик} = 87,2 - 0,16 \cdot 46,1 + 276,5 = 365,29 \text{ А}.$$

Ток срабатывания мгновенного (электромгновенного) расцепителя

$$I_{пнп} \geq 1,25 \cdot 365,29 = 445,4 \text{ А}.$$

С учетом найденного тока из таблицы выбираем ток срабатывания

мгновенного расцепителя $I_{пнп} = 800 \text{ А}$.

$$800 \text{ А} > 445,4 \text{ А}.$$

Окончательно принимаем выключатель ВА57-31 с номинальным током

21.613-88/6/.

Результаты выбора приводим в табличной форме – форма 3 ГОСТ

$$N_{\text{прис}} = N_{\text{лин}}, 8 = 8.$$

Количество линий, отходящих от ШР-1 равно 8, тогда

$$I_{\text{ном}} > I_p, 320 \text{ A} > 87,2 \text{ A}.$$

равен 87,2 А.

Проверяем условия выбора. Расчетный ток ШР-1 I_p согласно табл.П1

количество отходящих линий $N_{\text{лин}} = 8$, допустимый ток до 100 А – табл.П.14.

ШР11 исполнения 73504-54У3. Номинальный ток шкафа $I_{\text{ном}} = 320 \text{ A}$,

Для установки ШР-1 выбираем распределительный шкаф

$$N_{\text{прис}} \leq N_{\text{лин}}, I_{\text{р.прис}} \leq I_{\text{доп.}}$$

токи

превышать числа отходящих от силового пункта линий и их допустимые

Число присоединений к силовому пункту и их токи не должны

$$I_{\text{ном.с.л.}} \geq I_p.$$

расчетного тока I_p группы приемников

Номинальный ток силового пункта $I_{\text{ном.с.л.}}$ должен быть больше

предохранителями или автоматическими выключателями.

зависимости от характера среды в цехе, от его комплектации –

Выбор силовых шкафов и пунктов выполняют по степеням защиты в

выключателях.

выключатель, на отходящих линиях – предохранители или автоматические

или шкафа на вводе может располагаться рубильник или автоматический

силовые распределительные пункты и шкафы. В зависимости от типа пункта

трёхфазного тока промышленной частоты напряжением 380 В применяют

Для приема и распределения электроэнергии по группам потребителей

Выбор распределительного шкафа

расцепителя 100 А и током срабатывания мгновенного расцепителя – 800 А.

100 А, номинальным током (током срабатывания) максимального

Порядок выполнения работы

1. Для заданной преобразователем схемы электроснабжения выбрать защитные аппараты.
2. Проверить выбранные защитные аппараты.
3. Для заданных преобразователем токов КЗ проверить чувствительность выбранных защит.

Контрольные вопросы

1. Назначение и устройство предохранителей.
2. Виды защитных характеристик предохранителей.
3. Основные параметры предохранителей.
4. Назначение и устройство автоматических выключателей.
5. Виды защитных характеристик автоматических выключателей.

БІБЛІОГРАФІЧСЬКИЙ СПИСОК

1. РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНІЧЕСЬКИЙ МАТЕРІАЛ указання по расчёту электрических нагрузок РТМ 36.18.32.4-92 – М.:Тяжпромэлектротролект, 1992 г.
2. Справочные данные по расчётным коэффициентам электрических нагрузок – М.:Тяжпромэлектротролект, 1990 г.
3. Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 406 с.
4. Киреева Э.А., Орлов В.В., Старкова Л.Б. Электроснабжение цехов промышленных предприятий. – М.:НТФ «Энергопресс», 2003 г.
5. Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7 с изменениями и дополнениями на 2012 г. – М.: 2012.
6. ГОСТ 21.613-88. (2002) СИЛОВОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ – Минск: Мажгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2002.
7. ГОСТ 21.614-88 ИЗОБРАЖЕНИЯ УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ПРОВОДКОК НА ПЛАНХ – Минск: Мажгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2002.

Таблица III. Расчет электрических нагрузок (Ф636-92)

Наименование ЭП	Исходные данные				Расчетные величины			Расчетная мощность				Расчетный ток, А $I_p = S_p / \sqrt{3} U_n$		
	по заданию технолог		по справочным данным		$K_u P_n$	$K_u P_n \text{ tg } \phi$	$n P_n^2$	Эффективное число ЭП $n_5 = (\sum P_n)^2 / \sum n P_n^2$	Коэффициент расчетной нагрузки, K_p	Расчетная мощность				
	Количество ЭП шт.	Номинальная мощность, кВт	Коэф. использования K_u	Коэф. реактивной мощности $\cos \phi / \text{tg } \phi$						активная, кВт $P_p = K_p K_u P_n$	реактивная, квар $Q_p = 1,1 K_u P_n \text{ tg } \phi$ при $n_5 \leq 10$; $Q_p = K_u P_n \text{ tg } \phi$ при $n_5 > 10$;		полная, кВА $S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ШР-1														
1,2	2	15	30	0,16	0,6	4,8	6,4	450						
3,4,5	3	15	45	0,16	0,55	7,2	10,93	675						
6,7	2	25	50	0,16	0,6	8	10,67	1250						
8	1	23	23	0,16	0,55	3,68	5,59	529						
ИТОГО	8		148	0,16		23,68	33,59	2904	7	1,85	43,81	36,95	57,31	87,2
ШРА														
9--14	6	18	108	0,16	0,6	17,28	23,04	1944						
15--19	5	16	80	0,16	0,55	12,8	19,44	1280						
20	1	2	2	0,14	0,6	0,28	0,37	4						
21--24	4	29	116	0,22	0,55	25,52	38,75	3364						
ИТОГО	16		306	0,18		55,88	81,6	6592	14	1,31	73,20	81,60	109,62	166,8
ИТОГО по цеху	24		454								117,0	118,5	166,9	254,0

Таблица П2. Схема распределительной сети

Распределительное устройство	Аппарат ОТХОДИТЕЙ ЛИННИИ, ТИП, Т-ночь, Типакой вставки или распределителя Угнетенного распределителя	Провод, кабель					Характеристики Труба			Электроприемник			Наименование											
		Участок сети	Марка	Количество жил и сечение	Длина, м	Ток, А	Диаметр	Длина, м	Обозначение на плане	Рн, кВт	И _н /I _{гусс} , А													
73504-54У3 ШР ШР11,	ВА57-31 100 А, 100 А, 800 А	АВВТ	4-50	40	100	-	-	-	1	15	27,6/ 165,9	87,2	К КТП											
														ШРН-33 In = 100 А InIb = 80 А	АПВ	4-6	3,5	30	-	-	2	15	27,6/ 165,9	Шлифовальная станок
														ШРН-33 In = 100 А InIb = 80 А	АПВ	4-6	2,0	30	-	-	3	15	26,8/ 160,6	Сверлильный станок
														ШРН-33 In = 100 А InIb = 80 А	АПВ	4-6	3,0	30	-	-	4	15	26,8/ 160,6	Сверлильный станок
														ШРН-33 In = 100 А InIb = 80 А	АПВ	4-6	2,5	30	-	-	5	15	26,8/ 160,6	Сверлильный станок
														ШРН-33 In = 100 А InIb = 80 А	АПВ	4-6	2,0	30	-	-	6	25	46,1/ 276,5	Строгальный станок

Таблица ПЗ. Коэффициенты использования (Ки) и мощности (cosφ) (ориентировочные) для характерных групп электромониторов

Наименование		1	Ки	cosφ
Металлорежущие станки с нормальным режимом работы: механические, строгальные фрезерные, сверлильные, шлифовальные, токарные, строгальные, гильотинные ножницы и т.д.		0,14-0,16	0,5-0,6	
Металлообрабатывающие станки при тяжелом режиме работы: штамповочные прессы, обдирочные станки, механические ножницы, зубофрезерные, расточные, карусельные станки.		0,17-0,22	0,65	
Металлообрабатывающие станки с особо тяжелым режимом работы: приводе молотов, ковочных машин, волочильных станков, бегунов.		0,22-0,26	0,65	
Вентиляторы, эксгаустеры, капориферы.		0,6-0,65	0,8	
Насосы, компрессоры, дробилки-генераторы		0,7-0,75	0,8	
Краны, тельферы.		0,1-0,2	0,5	
Конвейеры, транспортеры, элеваторы		0,4-0,5	0,75	
Сварочные трансформаторы		0,3-0,35	0,35	
Многопостовые сварочные дуги-генераторы		0,4-0,5	0,65	
Сварочные машины (шовные, точечные)		0,25-0,35	0,5-0,6	
Печи сопротивления, сушильные шкафы, нагревательные шкафы		0,6-0,8	0,95-1,0	
Ламповые генераторы индуктивных печей высокой частоты		0,6-0,7	0,65	
Переносной электрострумента		0,1-0,15	0,5	
Формовочные машины		0,15-0,2	0,5	
Деревообрабатывающие станки: токарные, сверлильные, фугловочные, рейсмусовые, лобкожеле, строгальные и т.д.		0,17	0,6	
Пилорамы, дисковые пилы		0,25-0,3	0,65	

Таблица 14. Значения коэффициентов Кр для питающих сетей
напряжением до 1000 В

№	Коэффициент использования Ки									
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,00
1	8,00	5,33	4,00	2,67	2,00	1,50	1,33	1,14	1,00	1,00
2	6,22	4,33	3,39	2,45	1,98	1,60	1,33	1,14	1,00	1,00
3	4,05	2,89	2,31	1,74	1,45	1,34	1,22	1,14	1,00	1,00
4	3,24	2,35	1,91	1,47	1,25	1,21	1,12	1,06	1,00	1,00
5	2,84	2,09	1,72	1,35	1,16	1,11	1,08	1,03	1,00	1,00
6	2,64	1,96	1,62	1,28	1,11	1,113	1,06	1,01	1,00	1,00
7	2,49	1,86	1,54	1,23	1,12	1,10	1,04	1,00	1,00	1,00
8	2,37	1,78	1,48	1,19	1,10	1,08	1,02	1,00	1,00	1,00
9	2,27	1,71	1,43	1,16	1,09	1,07	1,01	1,00	1,00	1,00
10	2,18	1,65	1,39	1,13	1,07	1,05	1,04	1,00	1,00	1,00
11	2,11	1,61	1,35	1,10	1,06	1,05	1,01	1,00	1,00	1,00
12	2,04	1,56	1,32	1,08	1,05	1,03	1,03	1,00	1,00	1,00
13	1,99	1,52	1,29	1,06	1,04	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00
14	1,94	1,49	1,27	1,05	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
15	1,89	1,46	1,25	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
16	1,85	1,43	1,23	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
17	1,81	1,41	1,21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
18	1,78	1,39	1,19	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
19	1,75	1,36	1,17	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,72	1,35	1,16	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Таблица П5. Длительно допустимый ток для проводов и кабелей на напряжение до 1 кВ с алюминиевыми жилами при окружающей температуре воздуха 25 С и земли 15 С

Группа проводов	Провод с резиновой и пластмассовой изоляцией		Кабель и защищенный провод с резиновой и пластмассовой изоляцией		Кабель с бумажной пропитанной изоляцией		Голые провода											
	Способ прокладки	в трубах	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле												
Сечение, мм	Ток, А	Ток, А, при числе жил, равном												открыто/в помещених				
	-	2	3	4	5-6	7-9	2	3	4	2	3	4	2		3	4		
2,5	24	20	19	19	15	14	21	19	17	34	29	26	23	22	-	35	31	-
4	32	28	28	23	22	21	29	27	24	42	38	35	31	29	27	46	42	38
6	39	36	32	30	26	24	38	32	29	55	46	42	42	35	35	60	55	46
10	60	50	47	39	38	35	55	42	38	80	70	63	55	46	45	80	75	65
16	75	60	60	55	48	45	70	60	54	105	90	81	75	60	60	110	90	90
25	105	85	80	70	65	60	90	75	68	135	115	104	100	80	75	140	125	115
35	130	100	95	85	75	70	105	90	81	160	140	126	115	95	95	175	145	135
50	165	140	130	120	105	95	135	110	100	205	175	158	140	120	110	210	150	165
70	210	175	165	140	130	125	165	140	126	245	210	190	175	155	140	250	220	200
95	255	215	200	175	-	-	200	170	153	295	255	230	210	190	165	290	260	240
120	295	245	220	200	-	-	230	200	190	340	295	266	245	220	200	335	300	270
150	340	275	255	-	-	-	270	235	212	390	335	302	290	255	230	385	335	305
185	390	-	-	-	-	-	310	270	243	440	385	347	-	290	260	-	380	345

Таблица №6. Сопротивления проводов и кабелей

Сечение, мм ²	Активное сопротивление, Ом/м	Индуктивное сопротивление, Ом/м	
		Кабель	Провода в трубе
2,5	13,30	0,35	0,09
4,0	8,30	0,33	0,10
6,0	5,55	0,32	0,09
10,0	3,32	0,31	0,07
16,0	2,07	0,29	0,07
25,0	1,33	0,27	0,07
35,0	0,95	0,26	0,06
50,0	0,66	0,25	0,06
70,0	0,47	0,24	0,06
95,0	0,35	0,23	0,06
120,0	0,28	0,22	0,06
150,0	0,22	0,21	0,06
185,0	0,18	0,21	0,06

Таблица №7 Предохранители типа ПН2

Номинальный ток предохранителя, А		100, 250, 400, 630
Номинальный ток плавкой вставки, А:		
ПН2-100	31,5; 40; 50; 63; 80; 100	
ПН2-250	80; 100; 125; 160; 200; 250	
ПН2-400	200; 250; 315; 355; 400	
ПН2-600	315; 400; 500; 630	
Предельная отключающая способность, кА: перемежного тока, U _н = 380 В:		
ПН2-100	100	
ПН2-250	100	
ПН2-400	40	
ПН2-600	25	

Таблица П8 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ ППН

Номинальное напряжение, В	500
Пределный ток отключения, кА	50
Тип и номинальный ток предохранителя	ППН-33, габарит 00С (100 А)
Номинальные токи, А	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100
Тип и номинальный ток предохранителя	ППН-33, габарит 00 (160 А)
Номинальные токи, А	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125,
Номинальные токи, А	160
Тип и номинальный ток предохранителя	ППН-33, габарит 0 (160 А)
Номинальные токи, А	40, 50, 63, 80, 100, 125, 160
Тип и номинальный ток предохранителя	ППН-35, габарит 1 (250 А)
Номинальные токи, А	10, 16, 20, 32, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250
Тип и номинальный ток предохранителя	ППН-37, габарит 2 (400 А)
Номинальные токи, А	40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400
Тип и номинальный ток предохранителя	ППН-39, габарит 3 (630 А)
Номинальные токи, А	100, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630
Тип и номинальный ток предохранителя	ППН-41, габарит 4 (1250 А)
Номинальные токи, А	630, 800, 1000, 1250

Таблица П9 Технические данные предохранителей ППН-60

Тип предохранителя	ППН-60
Номинальный ток предохранителя, А	63
Пределный ток отключения, кА	10
Диапазон токов плавкой вставки, А	6,3; 10; 16; 20; 25 31,5; 40; 63

Номинальное напряжение, В					Номинальные токи, А					Уставка электромагнитного расцепителя, А					Номинальная предельная отключающая способность, кА									
До 690 В					250	320	400	500	630	1000,	1250,	1600,	2500,	3200	4000	5000	1000,	1250,	1600,	2000,	2500,	3200,	4000,	5000

Таблица III.2. Автоматические выключатели ВА57-39 с током до 630 А

Номинальное напряжение, В					Номинальные токи, А					Уставка электромагнитного расцепителя, А					Номинальная предельная отключающая способность, кА												
До 690 В					16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	320	400,	500,	630	800,	1000,	1250,	1600,	2000,	2500

Таблица III.1. Автоматические выключатели ВА57-35 с током до 250 А

Номинальное напряжение, В					Номинальные токи, А					Уставка электромагнитного расцепителя, А					Номинальная предельная отключающая способность, кА											
До 690 В					16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	400	400, 800	400, 800, 1200	25	6	4	4	4	4	4	4	4	4

Таблица III.0. Автоматические выключатели ВА57-31 с током до 100 А

Таблица III.3. Параметры силовых трансформаторов

Тип трансформатора	$U_{\text{нн}}, \text{кВ}$	$U_{\text{мн}}, \text{кВ}$	$U_{\text{кз}}, \%$	$\Delta P_{\text{кз}}, \text{кВт}$
TM-250/10	10	0,4	4,6	3,95
TM-400/10	10	0,4	4,5	5,7
TM-630/10	10	0,4	5,5	8,05
TM-1000/10	10	0,4	5,5	11,9
TM-1600/10	10	0,4	5,5	18,0
TM-2500/10	10	0,4	4,5	24,25

Таблица III.4. Технические данные по составу и комплектности шкафов ШРП1 и ШРС1

Тип ввода	Тип и количество групп предохранителей на отходящих линиях			Номинальный ток, А	Тип	
	ШРН- (10 (100А) 63А)	ШРН- (10 (100А) 33 (250А))	ШРН- (рубильник), 5 линейных групп		ШРС1	ШРП1
один ввод (рубильник), 8 линейных групп	-	8	-	250	73701-22У3	20У3
				200	73701-54У3	50У3
				200	73702-54У3	52У3
один ввод (рубильник), 8 линейных групп	-	8	8	400	73504-22У3	23У3
				320	73504-54У3	53У3
				400	73505-22У3	24У3
один ввод (рубильник), 8 линейных групп	-	8	-	320	73505-54У3	54У3
				400	73708-54У3	56У3
				400	73511-22У3	-
один ввод (рубильник) + предохранители 8 линейных групп	2	6	-	320	73511-54У3	-
				400	73512-22У3	-
				400	73512-54У3	-
один ввод (рубильник), 8 линейных групп	-	-	8	320	73514-54У3	-
				320	73516-54У3	-
				320	73517-54У3	-

Таблица III.5. Технические данные распределительных шинноповодов

Тип	Номинальный ток, А	Номинальное напряжение, В	Размеры шин на фазу, мм		Сечение кабеля, мм ²
			4(3,56×11,2)	50×5	
ШРМ75	100	380/220	4(3,56×11,2)	50×5	70X×80
ШРА73В	400	380/220	380/220	50×5	284×95
	630	380/220	380/220	80×5	284×125
	400	380/220	380/220	50×5	284×95
ШРА73	250	380/220	380/220	35×5	284×95

Таблица 116. Технические данные магистральных шинопроводов

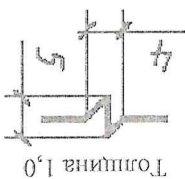
Род тока	Тип	Номи- нальный ток, А	Номинальное напряжение, В	Количество, шт., и размеры, мм, шин на фазу	Сечение короба, мм ²
Переменный	ШМА73	1600	660	2(90×8)	300 × 160
	ШМА68Н	2500	660	2(120×10)	444 × 215
		4000	660	2(160×12)	444×259
	ШМА16	1600	660	1(160×8)	237×180
	ШМА73П	1600	660/380	2 (90×8)	300×160
	ШМА79	1000	660/380	120×6	—
		1600	660/380	160×8	—
		2500	660/380	2(120×8)	—
		4000	660/380	2(160×10)	—

Таблица 117. Технические данные КТПИ

N п/п		Наименование параметра		Значение параметра для КТП мощности, кВт:	
1. Тип трансформатора		ТС3	ТС3	ТС3	ТС3
		ТМФ	ТМФ	ТМФ	ТМФ
		400	630	1000	1600
		250	400	630	1000
2. Номинальное напряжение на стороне ВН, кВ		6;10			
3. Наибольшее рабочее напряжение на стороне ВН, кВ		7.2/12			
4. Номинальное напряжение на стороне НН, кВ		0.4/0.69			
5. Ток термической стойкости на стороне ВН, кА (в течение 1 с)		20;31.5			
6. Ток электродинамической стойкости на стороне ВН, кА		51;81			
7. Ток термической стойкости на стороне НН, кА (в течение 1 с)		10	10	20	20
8. Ток электродинамической стойкости на стороне НН, кА		25	25	50	50
9. Уровень изоляции по ГОСТ 5161-76 с масляным трансформатором с сухим трансформатором		Облегченная изоляция			
10. Масса, кг, не более, РУНН из 5 шкафов		2000			
		4000			
		6000			

Таблица №18 Изображения линий проводов и токопроводов

Размер, мм	Изображение	Наименование
Толщина 1,0		1. Линия провода. Общее изображение.
Толщина 1,0		2. Прокладка проводов и кабелей
Толщина 1,0		2.1. Открытая прокладка одного проводника
Толщина 1,0		2.3. Открытая прокладка одного проводника под перекрытием
Толщина 1,0		2.5. Прокладка на тросе и его концевое крепление
Толщина 1,0		2.6. Проводка в лотке
Толщина 1,0		2.7. Проводка в коробе
Толщина 1,0		2.9. Концы проводки кабели
Толщина 1,0		3. Вертикальная проводка
Толщина 1,0		3.1. Проводка уходит на более высокую отметку или приходит с более высокой отметки
Толщина 1,0		3.2. Проводка уходит на более низкую отметку или приходит с более низкой отметки
Толщина 1,0		4. Проводка в трубах. Общее изображение
Толщина 1,0		4.1. Проводка в трубе, прокладываемой открыто
Толщина 1,0		4.4. Проводка в трубе, прокладываемой под перекрытием, шишкой, с указанием отметки заложения
Толщина 1,0		4.12. Концы проводки в трубе



Наименование	Изображение	Размер, мм
5. Щиток магистральный рабочего освещения		
6. Щиток групповой рабочего освещения		То же
7. То же, при выполнении на графопротригеле		"
8. Щиток групповой аварийного освещения		"
11. Щиток, панель, пульт, щиток одностроннего обслуживания, пост местного управления		
12. Щиток, панель двустороннего обслуживания		

Таблица III.9. Изображения кободок, щитков, щитка с аппаратурой, щитков, щитов, пультов

4.16. Проводка гибкая в металлорукаве, гибком вводе		
5. Прокладка шин и шинопроводов.		Общее изображение
5.1. Шина, проложенная на изоляторах		
5.3. Шины или шинопроводы на стойках		
5.6. Прямая линия		

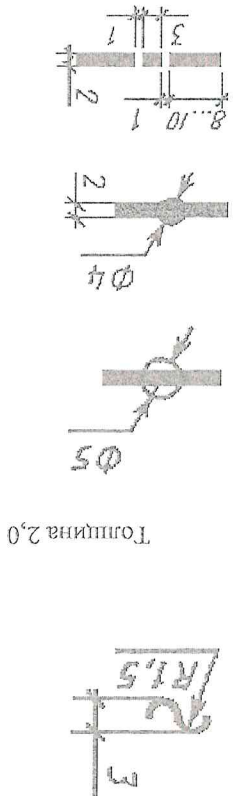







Таблица П20. Изображения электротехнических устройств и электромонтажников

Изображение	Наименование
	<p>1. Устройство электротехническое. Общее изображение</p>
	<p>2. Устройство электрическое, например, с электродвигателем</p>
	<p>3. Устройство с многоточечными электродвигателями</p>
	<p>6. Комплексное трансформаторное устройство с одним трансформатором. Примечание. Допускается трансформатор малой мощности изображать без прямого угла контура</p>
	<p>7. То же, с несколькими трансформаторами</p>

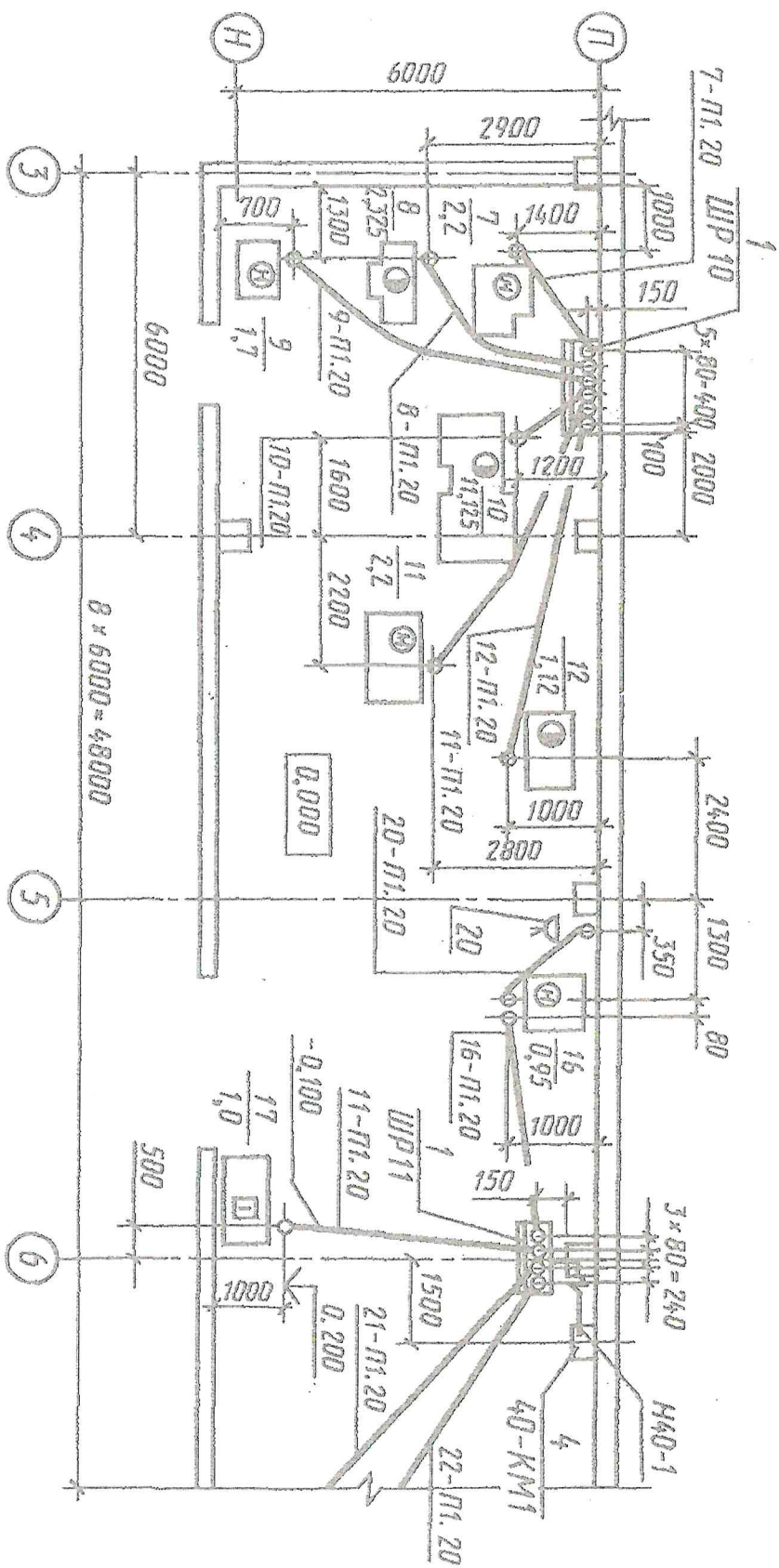


Рисунок П21. Пример чертежа Дежа