

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра электроснабжения

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 15 » _____ 2017 г.



УСТРОЙСТВО И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Методические указания к выполнению
курсовой работы для студентов специальности среднего
специального образования 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

Курск 2017

УДК 621.31

Составители: О.М. Ларин, Д.В. Куделина

Рецензент:

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроснабжение»
В.Н. Алябьев

Устройство и техническое обслуживание сетей электроснабжения: методические указания к выполнению курсовой работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: О.М. Ларин, Д.В. Куделина. – Курск, 2017. – 31 с.: ил. 2, табл. 20. – Библиогр.: с. 17.

Содержат сведения по выполнению курсовой работы по дисциплине «Устройство и техническое обслуживание сетей электроснабжения», приведены указания по проведению расчета электрических нагрузок, выбора проводов, кабелей, предохранителей, автоматических выключателей.

Методические указания соответствуют требованиям программы для специальности СПО 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям).

Предназначены для студентов специальности СПО 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) заочной формы обучения

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.12.17, Формат 60x84 1/16.

Усл.печ.л.0,98. Уч.-изд.л 0,89. Тираж 100 экз. Заказ № Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет,

305040, г.Курск, ул.50 лет Октября, 94

УДК 621.31

Составители: О.М. Ларин, Д.В. Куделина

Рецензент:

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроснабжение»
В.Н. Алябьев

Устройство и техническое обслуживание сетей электроснабжения: методические указания к выполнению курсовой работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: О.М. Ларин, Д.В. Куделина. – Курск, 2017. – 31 с.: ил. 2, табл. 20. – Библиогр.: с. 17.

Содержат сведения по выполнению курсовой работы по дисциплине «Устройство и техническое обслуживание сетей электроснабжения», приведены указания по проведению расчета электрических нагрузок, выбора проводов, кабелей, предохранителей, автоматических выключателей.

Методические указания соответствуют требованиям программы для специальности СПО 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям).

Предназначены для студентов специальности СПО 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) заочной формы обучения

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ.л.0,98. Уч.–изд.л 0,89. Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г.Курск, ул.50 лет Октября, 94

ВВЕДЕНИЕ

В процессе проектирования студенты должны рассмотреть широкий круг технических и организационно-экономических вопросов, относящихся к области проектирования и организации эксплуатации системы электроснабжения промышленного предприятия.

Выполнение курсовой работы следует проводить поэтапно, последовательно решая поставленные задачи, важнейшим условием является принятие обоснованных решений, с учетом требований нормативно-технической документации, действующих правил, ГОСТов.

Работа над курсовой работой позволяет студентам систематизировать, закрепить и расширить теоретические знания, получаемые при изучении курса «Устройство и техническое обслуживание сетей 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 электроприемников.

Объем расчетно-пояснительной записки (РПЗ) курсовой работы составляет 20–40 страниц машинописного текста.

Расчетно-пояснительная записка курсового проекта должна содержать следующие разделы:

- расчет электрических нагрузок
- проектирование распределительной сети 0,4 кВ
- проектирование системы внешнего электроснабжения 10 кВ;
- расчеты токов к.з.

Графическая часть курсовой работы приводится в РПЗ и может включать в себя: план рассматриваемого производственного помещения с распределительной сетью, схема питающей сети, схема КТП и т.д. по согласованию с преподавателем.

1. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

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, пункты, 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 $\cos\varphi/\operatorname{tg}\varphi$. При этом все ЭП группируются по характерным категориям с одинаковыми значениями номинальной мощности $p_{и}$, коэффициентов $k_{и}$ и $\cos\varphi/\operatorname{tg}\varphi$ 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 $k_{и} \cdot p_{и}$ и $k_{и} \cdot p_{и} \cdot \operatorname{tg}\varphi$. В итоговой строке для рассматриваемого источника питания определяются суммы этих величин $\sum k_{и} \cdot p_{и}$, $\sum k_{и} \cdot p_{и} \cdot \operatorname{tg}\varphi$. В итоговой строке определяются также сумма $\sum p_{и}$.

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

Для определения эффективного числа ЭП $n_{э}$ в столбце 9 построчно определяются величины $n \cdot p_{и}^2$ и в итоговой строке суммарное значение $\sum n \cdot p_{и}^2$. В столбцах 10-15 результаты вычислений приводятся только для итоговой строки рассматриваемого источника питания. В столбце 10 приводится значение $n_{э}$, которое определяется по формуле

$$n_{э} = \frac{(\sum p_{и})^2}{\sum n \cdot p_{и}^2} \quad (1)$$

При значительном числе ЭП (магистральные шинопроводы, шины цеховых трансформаторов, в целом по цеху, корпусу, предприятию) n_3 определяется по упрощённой формуле:

$$n_3 = \frac{2 \cdot \sum P_{II}}{P_{II \text{ MAX}}} \quad (2)$$

где $P_{II \text{ MAX}}$ – номинальная мощность наиболее мощного ЭП группы.

Найденное значение n_3 округляется до ближайшего меньшего целого числа.

По значениям K_{II} и n_3 , приведенным в итоговой строке, находится в справочных таблицах k_p – коэффициент расчётной мощности. Расчётная активная мощность P_p источника питания ЭП напряжением до 1000 В определяется из выражения:

$$P_p = k_p \cdot \sum k_{II} \cdot P_{II} \quad (3)$$

В случае, когда расчётная мощность P_p окажется меньше номинальной мощности наиболее мощного ЭП $P_p < P_{II \text{ MAX}}$ следует принимать $P_p = P_{II \text{ MAX}}$, чтобы сечение общего кабеля не оказалось меньше сечения кабеля подходящего к ЭП с $P_{II \text{ MAX}}$.

Расчётная реактивная мощность определяется в зависимости от n_3 ,

$$\begin{aligned} Q_p &= 1,1 \cdot \sum_1^n k_{II} \cdot P_{II} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{II} \text{ при } n_3 \leq 10 \\ Q_p &= \sum_1^n k_{II} \cdot P_{II} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{II} \text{ при } n_3 > 10 \end{aligned} \quad (4)$$

где 1,1 – расчётный коэффициент РМ, который изменяется в небольших пределах (1-1,1).

Полное значение расчётной нагрузки определяется по формуле:

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

По полному значению определяется расчётный ток, необходимый для выбора отдельных элементов СЭП.

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{II}}$$

где U_{II} – номинальное напряжение сети.

Рассмотрим пример расчета нагрузок механического цеха.

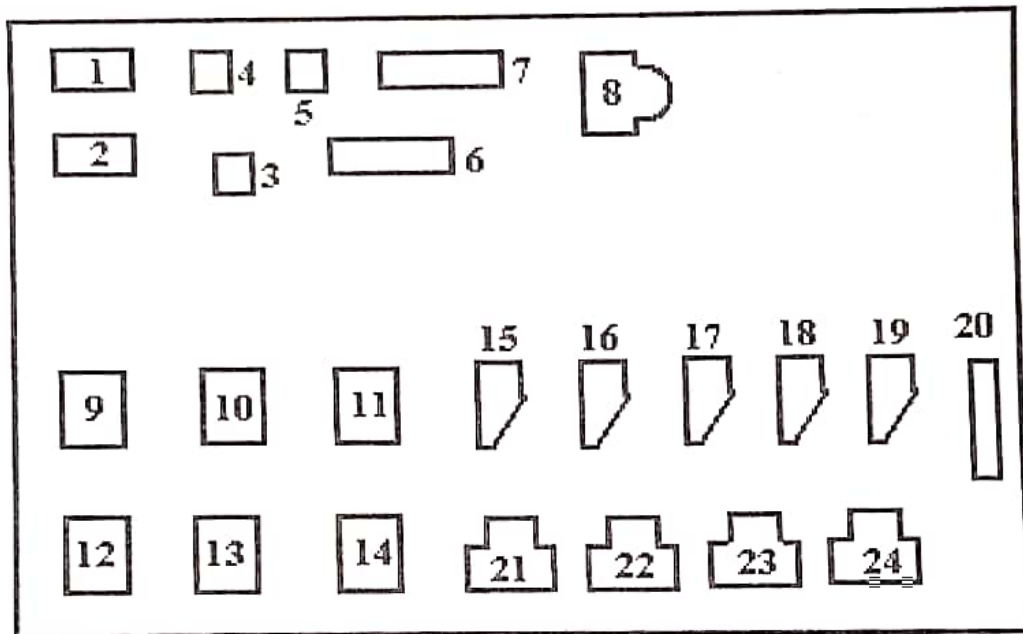


Рисунок 1. План цеха с установленными ЭП

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

Таблица 1. Характеристики ЭП

№ на плане	Наименование ЭП	P_{II} , кВт
1,2	Шлифовальные станки	15
3-5	Сверлильные станки	15
6,7	Строгальные станки	25
8	Резьбошлифовальный станок	23
9 -14	Токарные станки	18
15 – 19	Фрезерные станки	16

20	Заточной станок	2,0
21-24	Протяжные станки	29

Расчет приведен подробно для одного ЭП, по остальным производится аналогично, данные расчета приведены в табл. П1.

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

Для всех ЭП в пятом столбце записываем коэффициенты использования (берем для заданного оборудования верхние значения коэффициентов использования), в шестом столбце – значения коэффициента потребления реактивной мощности – $\cos\varphi$ и $\operatorname{tg}\varphi$ /2,3 или табл.П3/.

В седьмом, восьмом и девятом столбцах определяем расчетные величины. Седьмой столбец содержит произведения значений коэффициентов использования и значений общей установленной мощности. Восьмой столбец содержит произведения значений коэффициентов использования, значений коэффициентов потребления, значений общей установленной мощности. Девятый столбец содержит произведения значений числа ЭП в подгруппе и значений квадратов номинальных мощностей.

Для ЭП №1 и №2 количество ЭП – 2 (второй столбец), номинальная мощность ЭП (третий столбец) – 15 кВт. Общая установленная мощность (четвертый столбец) $P_{11} = 2 \cdot 15 = 30$ кВт. Коэффициент использования k_{11} (пятый столбец) – 0,16. Коэффициент потребления реактивной мощности (шестой столбец) $\cos\varphi/\operatorname{tg}\varphi = 0,6/1,33$. Определяем расчетные величины

$$k_{11} \cdot P_{11} = 0,16 \cdot 30 = 4,8 \text{ кВт (седьмой столбец),}$$

$$\operatorname{tg}\varphi \cdot k_{11} \cdot P_{11} = 1,33 \cdot 0,16 \cdot 30 = 6,4 \text{ квар, } n \cdot P_{11}^2 = 2 \cdot 15^2 = 450.$$

Подобные действия выполняем для остальных ЭП, подключенных 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 $k_r = 1,85$ (табл.П4). После этого находим значения расчетных нагрузок как

$$P_r = 1,85 * 23,68 = 43,81 \text{ кВт},$$

$$Q_r = 1,1 * 33,59 = 36,95 \text{ квар},$$

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

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

Эти значения записываем в итоговую строку для ШР.

Аналогичным образом определяем расчетные нагрузки для ЭП, подключенных к ШРА, и получаем следующие значения:

$$P_r = 73,2 \text{ кВт}, Q_r = 81,6 \text{ квар}, S_r = 109,2 \text{ кВА}, I_r = 166,8 \text{ А}.$$

После этого определяем суммарные нагрузки по всему цеху

$$P_r = 117,0 \text{ кВт}, Q_r = 118,5 \text{ квар}, S_r = 166,9 \text{ кВА}, I_r = 254 \text{ А}.$$

2. ВЫБОР ПРОВОДОВ, КАБЕЛЕЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Выбор оборудования и проводов согласно /4,5/.

2.1. Выбор проводов.

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

$$I_{\text{доп.пров}} \geq I_p;$$

где I_p – 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 кабель среды от расчетной, количество совместно проложенных проводов и кабелей и тепловые характеристики грунта, в котором проложен кабель.

Условия обеспечения нормального напряжения на зажимах электродвигателей и других ЭП. В нормальном режиме сечение 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

$$\Delta U = \sqrt{3} * I_p * L * (r_{\text{уд}} \cos \varphi + x_{\text{уд}} \sin \varphi) * 10^{-3} * 100\% / U_{\text{н}},$$

где I_p - расчетный ток линии, А;

L – длина линии, м;

φ - угол нагрузки, градус;

$r_{уд}$, $x_{уд}$ - удельные активное и индуктивное сопротивления линии, мОм/м.

Все ЭП подключаются к источникам питания проводами, так как помещение цеха не относится к помещениям с взрывоопасной средой, то применяем провода с алюминиевыми жилами. Сечение проводов выбираем по условию допустимости нагрева расчетным током и проверяем по допустимому значению потерь напряжения.

Для одиночного ЭП в качестве расчетного тока принимается его номинальный ток. Поэтому провода для подключения ЭП выбираем по условию допустимости нагрева расчетным током и проверяем на допустимость потерь напряжения.

Рассмотрим выбор проводов для ЭП №1 и 2, у которых $P_{11} = 15$ кВт, $\cos\varphi = 0,6$. Определяем номинальный ток I_{11} как

$$I_{11} = P_{11}/(\sqrt{3} \cdot U_{11} \cdot \cos\varphi), \text{ А}$$

где U_{11} - номинальное напряжение сети.

$$I_{11} = 15/(\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6) = 27,6 \text{ А.}$$

Для прокладки выбираем четыре провода АПВ в трубе. По таблице длительно допустимых токов (табл.П5) для этого способа прокладки выбираем сечение $4 \times 6 \text{ мм}^2$ с длительно допустимым током 30 А, удельные сопротивления $r_{уд} = 5,55$ мОм/м, $x_{уд} = 0,09$ мОм/м (табл.П6).

Проверяем по условию допустимости нагрева

$$I_{\text{доп.пров}} > I_p, 30 \text{ А} > 27,6 \text{ А.}$$

Проверяем по допустимости потери напряжения, длину линии определяем с плана цеха и принимаем ее равной 3,5 м.

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

Оба условия выполняются, поэтому для подключения ЭП №1 и 2 окончательно принимаем провод АПВ $4 \times 6 \text{ мм}^2$.

2.2 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

$$I_{\text{п.п.в}} \geq I_{\text{р}} ;$$

- 2) при защите одиночного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором – несрабатывание, при его пуске:

$$I_{\text{п.п.в}} \geq I_{\text{пуск}} / k_{\text{п}} ;$$

где $k_{\text{п}}$ – коэффициент, при защите электродвигателей с короткозамкнутым 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, ложное 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.П8).
Проверяем по номинальному току

$$I_{\text{п.п.р}} > I_{\text{р}}, 100 \text{ А} > 27,6 \text{ А}.$$

Выбираем плавкую вставку по условию несрабатывания предохранителя при пуске электродвигателя.

Пусковой ток ЭП №1 и 2

$$I_{\text{пуск}} = (5..7) * I_{\text{п.п.р}} = 6 * 27,6 = 165,9 \text{ А}.$$

Рассчитываем значение тока плавкой вставки, считая при этом пуск легким.

$$I_{\text{п.п.в}} \geq 165,9 / 2,5 = 66,4 \text{ А}.$$

Выбираем плавкую вставку с номинальным током 80 А.

Для остальных ЭП выбор проводов и предохранителей производится аналогично.

2.3. Выбор питающего кабеля

Для питания ЦР от шин комплектной трансформаторной подстанции (КТП) используем кабель типа АБВГ 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 $r_{уд} = 0,63 \text{ мОм/м}$, $x_{уд} = 0,085 \text{ мОм/м}$.

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

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

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

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

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

2.4. Выбор автоматического выключателя

Для защиты кабеля и ЦР применяем автоматический выключатель.

Автоматические выключатели (автоматы) предназначены для автоматической 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 $U_{\text{шт}}$ номинальному напряжению сети $U_{\text{н}}$

$$U_{\text{шт}} \geq U_{\text{н}},$$

соответствия расчетному току защищаемой линии

$$I_{\text{НВ}} \geq I_{\text{р}}.$$

Выбор по условиям защиты от перегрузки и КЗ.

Для защиты от перегрузки служат расцепители, действующие с выдержкой времени – максимальные.

$$I_{\text{н.р}} \geq I_{\text{р}}.$$

Для защиты от КЗ служат расцепители, действующие без выдержки времени – мгновенные или отсечка:

$$I_{\text{МГН.Р}} \geq 1,25 * I_{\text{НИК}}.$$

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

Выбираем по условиям нормального режима:

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

$$I_{\text{НВ}} \geq I_{\text{р}}, 100 \text{ А} > 87,2 \text{ А}.$$

Выбираем максимальный расцепитель (защита от перегрузки) по строчке таблицы номинальные токи – 100 А.

$$I_{\text{н.р}} \geq I_{\text{р}}, 100 \text{ А} > 87,2 \text{ А}.$$

Рассчитаем значение пикового тока для выбора мгновенного расцепителя.

$$I_{\text{НИК}} = I_{\text{р}} - k_{\text{н}} * I_{\text{н.макс}} + I_{\text{н.макс}}, \text{ А}$$

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

$k_{\text{н}}$ и $I_{\text{н.макс}}$ – коэффициент использования и номинальный ток самого мощного ЭП, входящего в рассматриваемую группу;

$I_{\text{н.макс}}$ – пусковой ток самого мощного ЭП, входящего в рассматриваемую группу.

Из ЭП, подключенных к ШР, наибольшую мощность имеет ЭП № 6 с номинальной мощностью 25 кВт, $k_{\text{н}} = 0,16$, $\cos\varphi = 0,6$.

Номинальный ток ЭП №6

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

Пусковой ток ЭП №8

$$I_{II \text{ max}} = 6 * I_{II \text{ max}} = 6 * 46,1 = 276,5 \text{ A.}$$

Пиковый ток для ШР

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

Ток срабатывания мгновенного (электромагнитного) расцепителя

$$I_{\text{МГП.Р}} \geq 1,25 * 365,29 = 445,4 \text{ A.}$$

С учетом найденного тока из таблицы выбираем ток срабатывания мгновенного расцепителя $I_{\text{МГП.Р}} = 800 \text{ A.}$

$$800 \text{ A} > 445,4 \text{ A.}$$

Окончательно принимаем выключатель ВА57-31 с номинальным током 100 А, номинальным током (током срабатывания) максимального расцепителя 100 А и током срабатывания мгновенного расцепителя – 800 А.

2.5. Выбор распределительного шкафа

Для приёма и распределения электроэнергии по группам потребителей трёхфазного тока промышленной частоты напряжением 380 В применяют силовые распределительные пункты и шкафы. В зависимости от типа пункта или шкафа на вводе может располагаться рубильник или автоматический выключатель, на отходящих линиях – предохранители или автоматические выключатели.

Выбор силовых шкафов и пунктов выполняют по степени защиты в зависимости от характера среды в цехе, от его комплектации – предохранителями или автоматическими выключателями.

Номинальный ток силового пункта $I_{\text{ном.с.п.}}$ должен быть больше расчётного тока I_p группы приёмников

$$I_{\text{ном.с.п.}} \geq I_p.$$

Число присоединений к силовому пункту и их токи не должны превышать числа отходящих от силового пункта линий и их допустимые токи

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

Для установки в качестве ШР-1 выбираем распределительный шкаф ШР11 исполнения 73504-54УЗ. Номинальный ток шкафа $I_{\text{ном}} = 320 \text{ А}$, количество отходящих линий $N_{\text{линь}} = 8$, допустимый ток до 100 А – табл.П.14.

Проверяем условия выбора. Расчетный ток ШР-1 $I_{\text{р}}$ согласно табл.П1 равен 87,2 А.

$$I_{\text{ном}} > I_{\text{р}}, \quad 320 \text{ А} > 87,2 \text{ А}.$$

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

$$N_{\text{прис}} = N_{\text{линь}}, \quad 8 = 8.$$

Результаты выбора приводим в табличной форме – форма 3 ГОСТ 21.613-88 /6/.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ указания по расчету электрических нагрузок РТМ 36.18.32.4-92 – М.:Тяжпромэлектропроект, 1992 г.
2. Справочные данные по расчетным коэффициентам электрических нагрузок – М.:Тяжпромэлектропроект, 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.Е. 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: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2002.
7. ГОСТ 21.614-88 ИЗОБРАЖЕНИЯ УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ПРОВОДОК НА ПЛАНАХ – Минск: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2002.

Таблица П1. Расчет электрических нагрузок (Ф636-92)

Наименование ЭП	Исходные данные				Расчетные величины				Эффективное число ЭП $n_2 = (\sum P_n)^2 / \sum P_n^2$	Коэффициент расчетной нагрузки, K_p	Расчетная мощность			Расчетный ток, $I_p = S_p / \sqrt{3} U_n$
	по заданию технологгов		по справочным данным		K_p, n_2	$K_p, P_n, \text{tg } \varphi$	n_p, n_2	активная, кВт $P_p = K_p K_p P_n$			реактивная, квар $Q_p = 1, K_p P_n \text{tg } \varphi$ при $n_2 \leq 10$; $Q_p = K_p P_n \text{tg } \varphi$ при $n_2 > 10$;	полная, кВА $S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$		
	Кол-во ЭП шт.	Номинальная (установленная) мощность, кВт	Коэф. не-подтопления K_n	Коэф. реактивной мощности $\cos \varphi / \text{tg } \varphi$									K_p, n_2	
					одного ЭП, кВт	общая $P_n = \sum P_n$								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ШР-1														
2	15	30	0.16	0.16	0.6	4.8	6.4	450						
3-4-5	15	45	0.16	0.16	0.55	7.2	10.93	675						
6-7	25	50	0.16	0.16	0.6	8	10.67	1250						
8	25	25	0.16	0.16	0.55	3.68	5.59	529						
ИТОГО	8	148	0.16	0.16		23.68	33.59	2904	7	1.85	43.81	36.95	57.31	87.2
ШРА														
9-12	8	108	0.16	0.16	0.6	17.28	23.04	1944						
13-15	8	80	0.16	0.16	0.55	12.8	19.44	1280						
22	1	2	0.14	0.14	0.6	0.28	0.37	4						
23-24	4	116	0.22	0.22	0.55	25.52	38.75	3364						
ИТОГО	16	305	0.18	0.18		55.88	81.6	6592	14	1.31	73.20	81.60	109.62	166.8
ИТОГО по нагрузке	24	454									117.0	118.5	166.9	254.0

Таблица II. Схема распределительной сети

Распределительное устройство	Аппарат отходящей линии тип. Итого Источники питания или распределителя Источники питания	Провод. кабель					Характеристики				Электроприемник		Наименование
		Участок сети	Марка	Кол-во жил и сечение	Длина, м	Доп, А	Диаметр	Длина, м	Обозначение на плане	Рн, кВт	I _н , А		
ШР ШР11, 73504-54У3	ВА57-31 I _н = 100 А I _н = 100 А I _н = 800 А	ABBГ	4*50	40	100						87,2		К КП
	ШРН-33 I _н = 100 А I _н = 80 А	АПВ	4*6	3,5	30			1	15	27,6/ 165,9			Шлифовальный станок
	ШРН-33 I _н = 100 А I _н = 80 А	АПВ	4*6	2,0	30			2	15	27,6/ 165,9			Шлифовальный станок
	ШРН-33 I _н = 100 А I _н = 80 А	АПВ	4*6	3,0	30			3	15	26,8/ 160,6			Сверлильный станок
	ШРН-33 I _н = 100 А I _н = 80 А	АПВ	4*6	2,5	30			4	15	26,8/ 160,6			Сверлильный станок
	ШРН-33 I _н = 100 А I _н = 80 А	АПВ	4*6	2,0	30			5	15	26,8/ 160,6			Сверлильный станок
	ШРН-33 I _н = 100 А I _н = 80 А	АПВ	4*16	4,5	55			6	25	46,1/ 276,5			Строгальный станок
	ШРН-33 I _н = 160 А I _н = 125 А	АПВ	4*16	4,5	55			6	25	46,1/ 276,5			Строгальный станок
	ШРН-33 I _н = 100 А I _н = 80 А	АПВ	4*6	2,0	30			5	15	26,8/ 160,6			Сверлильный станок
	ШРН-33 I _н = 100 А I _н = 80 А	АПВ	4*6	2,0	30			5	15	26,8/ 160,6			Сверлильный станок

Таблица ПЗ. Коэффициенты использования ($K_{и}$) и мощности ($\cos\varphi$) (ориентировочные) для характерных групп электроприемников

Наименование 1	$K_{и}$ 2	$\cos\varphi$ 3
Металлорежущие станки с нормальным режимом работы: мелкие токарные, строгальные фрезерные, сверлильные, шлифовальные, точильные, 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: приводы молотов, ковочных машин, ковочных станков, бегунов.	0,22-0,26	0,65
Вентиляторы, эксгаустеры, калориферы.	0,6-0,65	0,8
Насосы, компрессоры, двигатели-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 двигатели-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 электроинструмент	0,1-0,15	0,5
Формовочные машины	0,15-0,2	0,5
Деревообрабатывающие станки: токарные, сверлильные, фуговочные, рейсмусовые, долбежные, строгальные и т.д.	0,17	0,6
Пилорамы, дисковые пилы	0,25-0,3	0,65

Таблица П4. Значения коэффициентов K_p для питающих сетей напряжением до 1000 В

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

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	открыто	в трубах				в воздухе					в земле					
			2	3	4	5-6	7-9	2	3	4			2	3	4		
Сечение, мм			Ток, А, при числе жил, равном														
			2	3	4	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	
2,5	24	20	19	19	15	14	21	17	34	29	26	23	22	35	31	-	-
4	32	28	28	23	22	21	29	24	42	38	35	31	29	46	42	38	-
6	39	36	32	30	26	24	38	29	55	46	42	42	35	60	55	46	-
10	60	50	47	39	38	35	55	38	80	70	63	55	46	80	75	65	-
16	75	60	60	55	48	45	70	54	105	90	81	75	60	110	90	90	105/75
25	105	85	80	70	65	60	90	68	135	115	104	100	80	140	125	115	135/105
35	130	100	95	85	75	70	105	81	160	140	126	115	95	175	145	135	170/130
50	165	140	130	120	105	95	135	100	205	175	158	140	120	210	150	165	215/165
70	210	175	165	140	130	125	165	126	245	210	190	175	155	240	220	200	265/210
95	255	215	200	175	-	-	200	153	295	255	230	210	190	290	260	240	320/255
120	295	245	220	200	-	-	230	190	340	295	266	245	220	335	300	270	375/300
150	340	275	255	-	-	-	270	212	390	335	302	290	255	385	335	305	440/355
185	390	-	-	-	-	-	310	243	440	385	347	290	260	380	345	300	500/410

Таблица П5. Длительно допустимый ток для проводов и кабелей на напряжении 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				
	открыто	в трубах	в воздухе			в земле				в воздухе					в земле			
Сечение, мм	Ток, А, при числе жил, равном														открыто/в помещениях			
	2	3	4	5-6	7-9	2	3	4	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 П6. Сопротивления проводов и кабелей

Сечение, мм ²	Активное сопротивление, мОм/м	Индуктивное сопротивление, мОм/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 П7 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: переменного 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
Предельный ток отключения, кА	50
Тип и номинальный ток предохранителя	ППН-33 , габарит ООС (100 А)
Номинальные токи, А	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100
Тип и номинальный ток предохранителя	ППН-33 , габарит ОО (160 А)
Номинальные токи, А	6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160
Тип и номинальный ток предохранителя	ППН-33 , габарит О (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 ППН2-60

Тип предохранителя	Номинальный ток предохранителя, А	Предельный ток отключения, кА	Диапазон токов плавкой вставки, А
ППН2-60	63	10	6,3; 10; 16; 20; 25; 31,5; 40; 63

Таблица П10. Автоматические выключатели ВА57-31 с током до 100 А

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

Таблица П11. Автоматические выключатели ВА57-35 с током до 250 А

Номинальное напряжение, В	До 690 В												
	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250
Номинальные токи, А													
Уставка электромагнитного расцепителя, А	80, 125, 160, 200, 320	80, 100, 200, 320	100, 125, 250, 320	100, 125, 160, 320, 400, 630	125, 160, 250, 400, 500, 630	160, 250, 500, 630	500, 800, 1250	500, 800, 1250	500, 1000, 1250	500, 800, 1250, 1600	500, 800, 1000, 1600, 2000	500, 630, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500	500, 750, 1000, 1250, 1600, 2500
Номинальная предельная отключающая способность, кА	3,5	6	9	10	10	15	15	25	30	35	40	40	40

Таблица П12. Автоматические выключатели ВА57-39 с током до 630 А

Номинальное напряжение, В	До 690 В				
	250	320	400	500	630
Номинальные токи, А					
Уставка электромагнитного расцепителя, А	1000, 1250, 1600, 2500	1000, 1250, 1600, 2500, 3200	1000, 1250, 1600, 2500, 4000	1000, 1600, 2000, 2500, 5000	1250, 2000, 2500, 3200, 4000, 5000
Номинальная предельная отключающая способность, кА	40				

Таблица П13. Параметры силовых трансформаторов

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

Таблица П14. Технические данные по составу и комплектности шкафов ШРС1 и ШР11

Тип		Номинальный ток, А	Тип и количество групп предохранителей на отходящих линиях			Тип ввода
ШРС1	ШР11		ППН-33 (до 63А)	ПИН-33 (до 100А)	ППН-35 (до 250А)	
20У3	73701-22У3	250	5	-	-	один ввод (рубильник), 5 линейных групп
50У3	73701-54У3	200				
52У3	73702-54У3	200				
23У3	73504-22У3	400	8	-	-	один ввод (рубильник), 8 линейных групп
53У3	73504-54У3	320				
24У3	73505-22У3	400	-	8	-	
54У3	73505-54У3	320				
56У3	73708-54У3	320	-	6	2	один ввод (рубильник + предохранители ППН-37 400А), 8 линейных групп
-	73511-22У3	400				
-	73511-54У3	320	8	-	-	
-	73512-22У3	400				
-	73512-54У3	320				
-	73514-54У3	320				
-	73516-54У3	320				
-	73517-54У3	320				

Таблица П15. Технические данные распределительных шиннопроводов

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

Таблица П16. Технические данные магистральных шинопроводов

Род тока	Тип	Номинальный 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
	ЦМА79	1000	660/380	120×6	—
		1600	660/380	160×8	—
		2500	660/380	2(120×8)	—
		4000	660/380	2(160×10)	—

Таблица П17. Технические данные КТПП

N п/п Наименование параметра	Значение параметра для КТПП мощности, кВА:					
	250	400	630	1000	1600	2500
1. Тип трансформатора	ТСЗ ТМФ	ТСЗ ТМФ ТМГ	ТСЗ ТМФ ТМГ ТМЗ	ТСЗ ТМФ ТМГ ТМЗ	ТСЗ ТМФ ТМГ ТМЗ	ТСЗ ТМФ ТМГ ТМЗ
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	30	40
8. Ток электродинамической стойкости на стороне НН, кА	25	25	50	50	70	100
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 П18 Изображения линий проводов и токопроводов

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

4.16. Проводка гибкая в металлорукаве, гибком входе



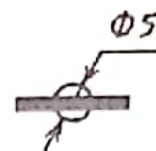
5. Прокладка шин и шинных проводов.

Общее изображение

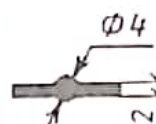


Толщина 2,0

5.1. Шина, проложенная на изоляторах



5.3. Шины или шинный провод на стойках



5.6. Троллейная линия

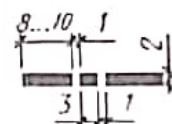
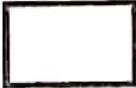
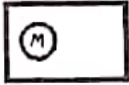

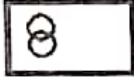



Таблица П19. Изображения коробок, щитков, ящика с аппаратурой, шкафов, щитов, пультов

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

Таблица П20. Изображения электротехнических устройств и электроприемников

Наименование	Изображение
1. Устройство электротехническое. Общее изображение	
2. Устройство электрическое, например, с электродвигателем	
3. Устройство с многодвигательным электроприводом	
6. Комплектное трансформаторное устройство с одним трансформатором.	
Примечание. Допускается трансформатор малой мощности изображать без прямоугольного контура	
7. То же, с несколькими трансформаторами	

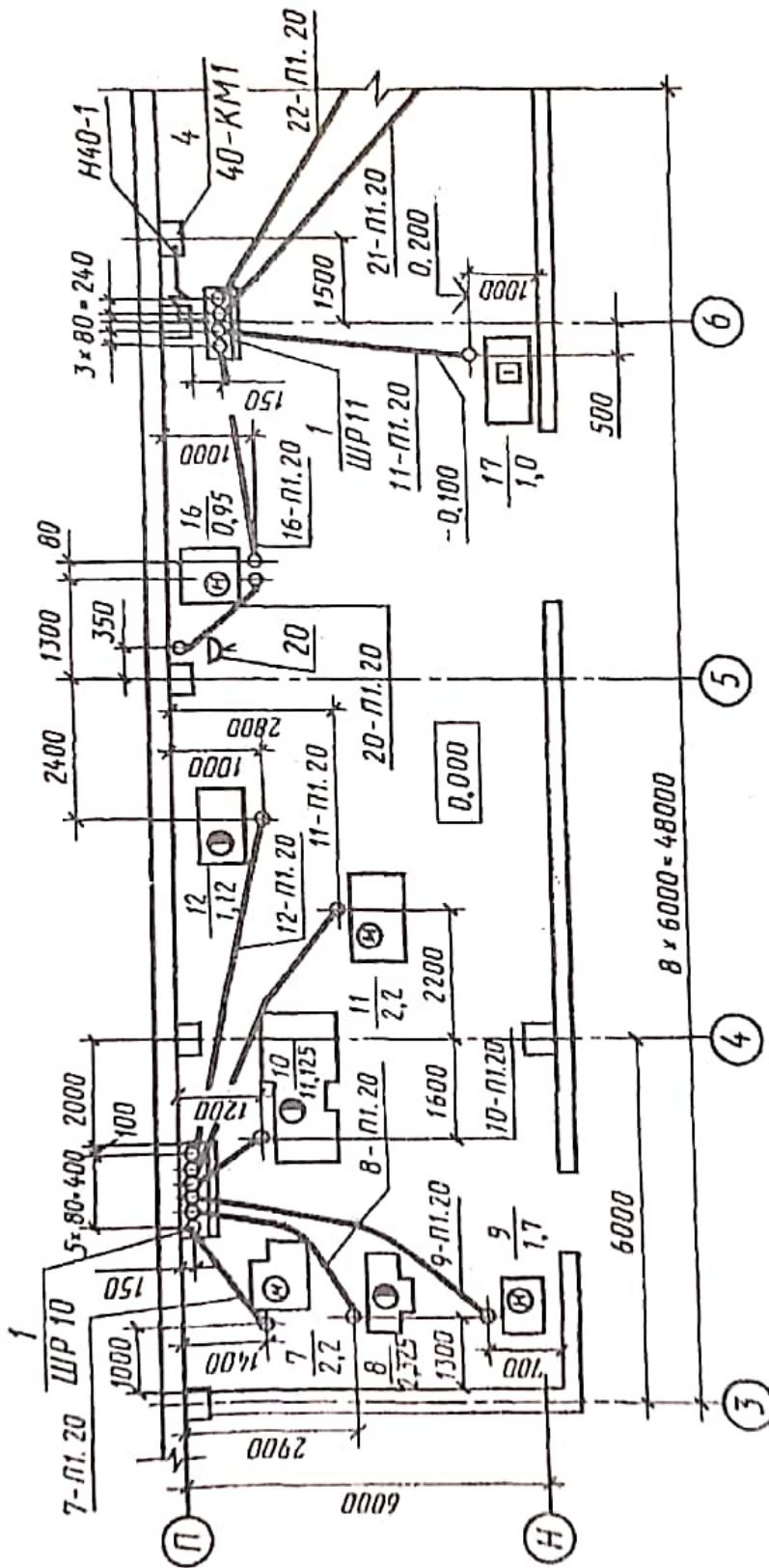


Рисунок П21. Пример чертежа цеха