

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ
«БОГДАНОВИЧСКИЙ ПОЛИТЕХНИКУМ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ

МДК 01.03 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

по специальности

13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и
электромеханического оборудования (по отраслям)»

ЗАОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

2023

Организация-разработчик: ГАПОУ СО «Богдановичский политехникум»

Разработчик:

Кудряшова Т.А., преподаватель высшей квалификационной категории ГАПОУ
СО «Богдановичский политехникум», г. Богданович

Рассмотрено на заседании Методического совета

протокол № _____ от «___» _____ 2023 г.

Председатель: _____ / Е.В. Снежкова

СОДЕРЖАНИЕ

1 Пояснительная записка	4
2 Перечень практических занятий	6
Практическое занятие 1 Расчет и выбор предохранителей	7
Практическое занятие 2 Расчет и выбор автоматических выключателей	12
3 Рекомендуемые источники информации	18
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Правила выполнения лабораторных работ	19
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Техника безопасности при работах в лаборатории	20

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации составлены в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.00 «Организация простых работ по техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования»

Практические занятия являются одним из важнейших элементов учебного процесса. При проведении практических занятий преследуются три основные цели: возможность на практике убедиться в теоретических положениях; развитие творческого мышления (критическое осмысление результатов эксперимента); пробудить любознательность и воображение студента. Приобретенные практические навыки при выполнении практических работ не могут быть восстановлены другими видами учебных занятий.

Результатом выполнения практических работ является овладение обучающимися видом деятельности Организация простых работ по техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования: в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

Код	Наименование результата обучения
ПК 1.1	Выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования.
ПК 1.2	Организовывать и выполнять техническое обслуживание и ремонт электрического и электромеханического оборудования.
ПК 1.3.	Осуществлять диагностику и технический контроль при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования.
ОК 1	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам
ОК 2	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 3.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
ОК 4.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 5.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 6.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.
ОК 08	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
ОК 09	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности
ОК 10	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

Программой ПМ.01 предусмотрено выполнение двух практических работ.

В методических рекомендациях к практическим работам приведены необходимые теоретические сведения, порядок проведения работы, содержание отчета.

Предварительная подготовка обучающихся к практической работе, понимание ее цели и содержания – важнейшее условие качественного выполнения работ. Поэтому прежде чем приступить к выполнению практической работы, обучающиеся должны:

- ✓ изучить содержание работы и порядок ее выполнения;

✓ повторить теоретический материал, связанный с выполнением данной работы.

Завершается практическая работа составлением отчета, который должен содержать все необходимые результаты и выводы.

По практической работе сдается зачет в форме собеседования.

Зачет по практической работам является обязательным для получения допуска к экзамену.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема	Вид, название и краткое содержание задания	Планируемые часы на выполнение внеаудиторной работы	Форма отчетности и контроля
1	Практическое занятие 1 Расчет и выбор предохранителей <u>Цель работы:</u> - научиться правильно рассчитывать и выбирать плавкие вставки предохранителей; - научиться работать с нормативными документами и справочной литературой	2	отчетная работа №1, собеседование
2	Практическое занятие 2 Расчет и выбор автоматических выключателей <u>Цель работы:</u> - научиться определять расчетным путем основные параметры электрических аппаратов; - научиться работать с нормативными документами и справочной литературой	2	отчетная работа №2, собеседование

Практическое занятие №1

Тема: Расчет и выбор предохранителей

Цель: научиться правильно рассчитывать и выбирать плавкие вставки предохранителей; научиться работать с нормативными документами и справочной литературой

Краткие теоретические сведения

При расчете тока плавкой вставки предохранителя необходимо руководствоваться тремя основными условиями.

1 Номинальный ток плавкой вставки предохранителя определяется по величине длительного расчетного тока (Номинальный ток плавкой вставки $I_{н. вст.}$ должен быть равен или быть больше расчетного тока I_p для данного участка электропроводки).

$$I_{н. вст.} \geq I_p, \quad (1.1)$$

Например, если расчётный ток в осветительной сети $I_p=14$ А, то по шкале номинальных токов плавких вставок (Приложение Б.2) находим ближайшее большее значение тока плавкой вставки $I_{вст}=15$ А. Следовательно, условие 1 выполнено, так как $15 > 14$.

2 По условию перегрузок пиковыми токами.

$$I_{н.вст.} \geq I_n / \alpha, \quad (1.2)$$

где I_n — пиковый (максимальный кратковременный) ток;

α — коэффициент кратковременной тепловой перегрузки; $\alpha = 2,5$ — для легких пусков с длительностью пуска до 5 с, а также при редких пусках (насосы, вентиляторы, станки и т. п.) и при защите магистрали; $\alpha = 2$ — для тяжелых условий пуска, а также при частых (более 15 раз в час) пусках (краны, дробилки, центрифуги и т. п.); $\alpha = 1,6$ — для ответственных электроприемников.

При выборе предохранителя для одиночного электроприёмника в качестве I_p , принимается его номинальный ток i_n , а в качестве I_n — пусковой ток $I_{пуск}$.

Если в линию включена силовая нагрузка, например электродвигатель, то номинальный ток плавкой вставки предохранителя $I_{н.вст.}$ должен быть равен или больше величины пускового тока I_n электродвигателя, поделённой на коэффициент α , т.е.

Например, если пусковой ток $I_{пуск}=40$ А, то по формуле находим

$$I_{н.вст.} \geq 40/2,5=16 \text{ А.}$$

По шкале номинальных токов плавких вставок (Приложение Б.3) находим: $I_{н.вст.}=20$ А. Следовательно, условие 2 выполнено, т.к. $20 > 16$.

Для линий, питающих группу электроприемников, максимальный пиковый ток определяется:

$$I_n = I'_{\text{пуск}} + I'_p \quad (1.3)$$

где $I'_{\text{пуск}}$ — пусковой ток электроприемника или группы одноименно включаемых электроприемников, при пуске которых кратковременный ток линии достигает наибольшей величины;

I'_p — длительный расчетный ток, определяемый без учета рабочего тока пускаемых электроприемников.

При отсутствии данных о количестве одновременно пускаемых электроприемников пиковый ток линии может быть определен по формуле:

$$I_n = I_{n.\text{max}} + (I_p - K_u \cdot I_{nn}) \quad (1.4)$$

где $I_{n.\text{max}}$ —наибольший пусковой ток электроприемника группы;

I_p — расчетный по нагреву ток группы электроприемников;

I_{nn} — номинальный ток электроприемника с наибольшим пусковым током;

K_u —коэффициент использования электроприемника с наибольшим пусковым током.

Номинальный ток плавкой вставки предохранителя, защищающего ответвление к сварочному аппарату, выбирается из соотношения:

$$I_{н. \text{вст}} \geq 1,2 \cdot I_{нс} \sqrt{ПВ}, \quad (1.5)$$

где $I_{нс}$ — номинальный ток сварочного аппарата при паспортной продолжительности включения ($ПВ$).

Необходимо иметь в виду, что при расчете условие 1 может дать один, а условие 2 — другой результат. Выбирать следует большее значение. Однако при выборе плавких вставок предохранителей осветительных электропроводок, где нет пусковых токов, ориентироваться на условие 2 не следует.

3 Должна быть соблюдена избирательность защиты линий, т.е. каждый предохранитель должен срабатывать только тогда, когда повреждение произойдет на защищаемом им участке электропроводки. Обычно предохранители с плавкими вставками устанавливают в начале участка и при изменении сечения проводов.

Окончательный выбор плавкой вставки предохранителя производят по большему току, полученному при суммировании указанных условий.

Пример 1

Линия электрического освещения обеспечивает питание гражданского сооружения с 60 лампами накаливания мощностью до 500 Вт каждая. Линия четырех проводная, напряжения сети 380 / 220 В. Провода АПВ проложены в металлической трубе. Рассчитать и выбрать плавкую вставку предохранителя при $\cos\varphi=1$.

Решение

1. Определяем расчетный ток

$$I_p = \frac{K_c \cdot P_y}{1,73 \cdot U_{\text{л}}},$$

где $P_y = P_n \cdot 60 = 500 \cdot 60 = 30\,000$ Вт – установленная мощность ;

$K_c = 1$ – коэффициент спроса ;

$U_{\text{л}} = 380$ В – линейное напряжение.

$$I_p = \frac{500 \cdot 60}{1,73 \cdot 380} = 45,7 \text{ А.}$$

2. Из формулы $I_{\text{вст}} \geq I_p = 45,7$ по шкале номинальных токов плавких вставок (приложение Б.4) находим ток плавкой вставки: $I_{\text{вст}} = 60$ А.

3. Выбираем предохранитель НПН-60.

Пример 2 Рассчитать токи электроприемников и выбрать плавкие предохранители в распределительном шкафу, схема которых приведена на рис. 1.1. Известны номинальная мощность каждого электроприёмника: $P_1 = 19,6$ кВт; $P_2 = 17,3$ кВт; $P_3 = 3,2$ кВт, коэффициент мощности каждого потребителя: $\cos \varphi_1 = 0,7$; $\cos \varphi_2 = 0,6$; $\cos \varphi_3 = 0,6$ и коэффициент спроса $K_c = 0,8$

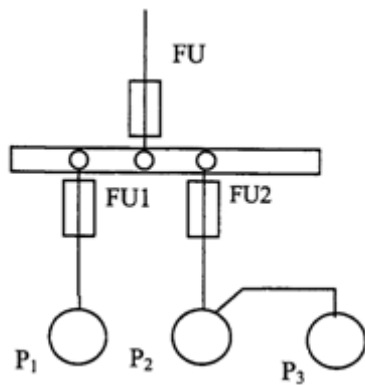


Рисунок 1.1 - Схема распределительной сети

Решение.

1. Определяются величины номинального и длительного расчетного тока.

$$I_{\text{н1}} = \frac{P_1}{\sqrt{3} U_{\text{н}} \cdot \cos \varphi_1} = \frac{19,6 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,7} = 42,59 \text{ А}; \quad I_{\text{р1}} = K_c \cdot I_{\text{н1}} = 0,8 \cdot 42,59 = 34,1 \text{ А}$$

$$I_{\text{н2}} = \frac{P_2}{\sqrt{3} U_{\text{н}} \cdot \cos \varphi_2} = \frac{17,3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,6} = 43,86 \text{ А}; \quad I_{\text{р2}} = K_c \cdot I_{\text{н2}} = 0,8 \cdot 43,86 = 35,1 \text{ А}$$

$$I_{н3} = \frac{P_3}{\sqrt{3}U_n \cdot \cos\phi_3} = \frac{3,2 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,6} = 8,11 \text{ А}; \quad I_{p3} = K_c \cdot I_{н3} = 0,8 \cdot 8,11 = 6,5 \text{ А}$$

2. Длительный расчетный ток магистральной линии (потребители 2 и 3)

$$I'_p = I_{p2} + I_{p3} = 35,1 + 6,5 = 41,6 \text{ А}$$

- Длительный расчетный ток всей системы

$$I_p = I_{p1} + I_{p2} + I_{p3} = 34,1 + 35,1 + 6,5 = 75,7 \text{ А}$$

3 Для машин постоянного тока кратность пускового тока составляет 3. а для асинхронного двигателя 6-7 Определим пусковой ток $I_{пуск}$.

$$i_{пуск1} = K_{п} \cdot I_{н1} = 3 \cdot 42,59 = 127,8 \text{ А}$$

$$i_{пуск2} = K_{п} \cdot I_{н2} = 3 \cdot 43,86 = 131,6 \text{ А}$$

$$I_{пуск3} = K_{п} \cdot I_{н3} = 3 \cdot 8,13 = 24,39 \text{ А}$$

3. При отсутствии данных о количестве одновременно пускаемых электроприемников пиковый ток линии может быть определен по формуле:

$$I_{n2-3} = I'_{пуск} + (I'_p - I_{pнб})$$

$$I_{n2,3} = I_{пускнб 2,3} + I'_p = 131,6 + 6,5 = 138,1 \text{ А}$$

$$I_{n1-3} = I_{пускнб 1-3} + I_p = 131,6 + (75,7 - 35,1) = 172,2 \text{ А}$$

4. Номинальный ток плавкой вставки предохранителя определяется по величине длительного расчетного тока (I_p).

$$I_{н.вст.} \geq I_p,$$

и по условию перегрузок пиковыми токами ($\alpha=2,5$ — для легких пусков)

$$I_{н.вст.} \geq I_n / \alpha,$$

5. При выборе предохранителя для одиночного электроприёмника в качестве I_p , принимается его номинальный ток I_n , а в качестве I_n — пусковой ток $i_{пуск}$. По Приложению Б.3 выбираем предохранители

$$\text{FU1: } I_{н.вст.1} = \frac{I_{пуск1}}{\alpha} = \frac{127,8}{2,5} = 51,1 \text{ А}; \text{ выбираем ПН2 – 60 при } I_{вст}=60 \text{ А}$$

$$\text{FU2: } I_{\text{н.вст.2}} = \frac{I_{\text{п2-3}}}{\alpha} = \frac{138,1}{2,5} = 55,24\text{А}; \text{ выбираем ПН2 – 100 при } I_{\text{вст}} = 60 \text{ А}$$

$$\text{FU: } I_{\text{н.вст.}} = \frac{I_{\text{пуск}}}{\alpha} = \frac{172,2}{2,5} = 68,9\text{А}; \quad I_{\text{н. вст.}} \geq I_p \text{ выбираем ПН2 – 250 при } I_{\text{н.вст.1}} = 100 \text{ А}$$

Задание: Решить задачи

1. Выбрать плавкие предохранители для защиты цепи осветительной нагрузки. Мощность всех ламп накаливания $P=1900$ Вт. Напряжение сети 220 В.

2 Рассчитать токи электроприемников и выбрать плавкие предохранители в распределительном шкафу, схема которых приведена на рис. 1.2. Исходные данные в таблице 1.1

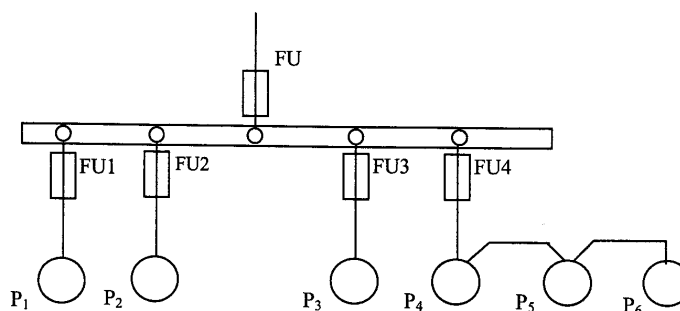


Рисунок 1.2 - Схема распределительной сети

Таблица 1.1 - Исходные данные к заданию 2

№ вар	P ₁ , кВт	P ₂ , кВт	P ₃ , кВт	P ₄ , кВт	P ₅ , кВт	P ₆ , кВт	cos φ ₁	cos φ ₂	cos φ ₃	cos φ ₄	cos φ ₅	cos φ ₆	K _c
1, 16	19,6	17,3	3,7	4,3	11,0	9,3	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8
2, 17	18,1	14,0	7,3	2,5	16,0	21,0	0,8	0,7	0,7	0,6	0,8	0,7	0,8
3, 18	13,0	19,3	9,2	4,3	7,8	5,9	0,6	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,85
4, 19	7,3	14,2	7,0	2,1	23,2	4,5	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,9	0,85
5, 20	9,2	7,3	1,1	0,75	14,5	28,0	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7	0,85
6, 21	4,0	13,5	7,2	3,0	9,8	19,3	0,7	0,7	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8
7, 22	17,5	9,2	3,0	2,2	7,3	8,4	0,6	0,6	0,7	0,6	0,8	0,7	0,8
8, 23	3,5	7,1	5,3	2,3	6,1	19,5	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,8
9, 24	8,4	1,3	7,5	4,0	14,6	3,4	0,7	0,6	0,8	0,8	0,6	0,7	0,8
10, 25	11,6	25,3	3,6	0,75	9,3	2,2	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6	0,85
11, 26	10,3	16,1	7,4	3,1	4,9	9,5	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6	0,8	0,85
12, 27	17,1	6,3	0,75	0,75	5,7	20,4	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,85
13, 28	4,0	9,3	2,8	1,7	17,1	14,0	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	0,6	0,8
14, 29	12,8	7,3	4,1	0,8	19,3	6,5	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8
15, 30	14,5	14,5	10,0	4,1	7,5	2,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8

Содержание отчета

1. Наименование, номер, тема и цель работы
2. Краткое условие задач
3. Пример 1 и 2
4. Решение задач с обозначением цели каждого этапа
5. Вывод по работе

Критерии оценивания практической работы № 1

Практическая работа составлена в 15 вариантах и ее выполнение обучающимися рассчитано на 2 учебных часа. Номер варианта соответствует порядковому номеру в журнале теоретического обучения.

Таблица 1.2- Критерии оценивания практической работы

Оцениваемый параметр	Максимальный балл
Записано наименование, номер, тему и цель урока	1
Записано условие задания 1 с указанием единиц измерения физических величин	2
- определен расчетный ток	2
- выбран предохранитель	2
Записал условие задания 2 с указанием единиц измерения физических величин	2
Вычертил схему для решения задачи	2
Указана цель каждого этапа решения задания	5
Определены величины номинального тока для каждой нагрузки	12
Определены величины длительного расчетного тока для каждой нагрузки	12
Определены пусковые токи для каждой нагрузки	12
Определены длительный расчетный ток магистральной линии и всей системы	4
Рассчитан пусковой ток магистральной линии и всей системы	4
Выбраны пять предохранителей	10
При выполнении расчета указаны единицы измерения физических величин	2
Сделан вывод по работе	1
ИТОГО: 73	

Оценка результатов выполнения задания производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Кол-во баллов	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
		балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	67 - 73	5	отлично
80 ÷ 89,9	59 – 66,9	4	хорошо
70 ÷ 79,9	51 – 58,9	3	удовлетворительно
менее 70	менее 51	2	не удовлетворительно

Практическое занятие №2

Тема: Расчет и выбор автоматических выключателей (АВ)

Цель: научиться определять расчетным путем основные параметры электрических аппаратов; работать с нормативными документами и справочной литературой

Краткие теоретические сведения

Выбор расцепителей АВ напряжением до 1кВ

Для выбора аппарата защиты нужно знать ток в линии, где аппарата защиты установлен, тип его и число фаз.

Номинальные токи расцепителей выбирают по длительному расчетному току линии:

$$I_{н.р} \geq I_p \quad (2.1)$$

Ток срабатывания (отсечки) электромагнитного или комбинированного расцепителя ($I_{ср.э}$) проверяется по пиковому току линии $I_{кр}$:

$$I_{ср.э} \geq K_n \cdot I_{кр}, \quad (2.2)$$

где K_n —коэффициент надежности отстройки отсечки от пикового тока, учитывающий: наличие апериодической составляющей в пиковом токе; возможный разброс тока срабатывания отсечки относительно уставки; некоторый запас по току. Значения K_n принимаются в зависимости от типа автомата. При отсутствии таких данных можно принять: $K_n = 1,25... 1,5$.

Для линий, питающих группу электроприемников, максимальный пиковый ток определяется:

$$I_{п} = I'_{пуск} + I'_p \quad (2.3)$$

где $I'_{пуск}$ — пусковой ток электроприемника или группы одноименно включаемых электроприемников, при пуске которых кратковременный ток линии достигает наибольшей величины;

I'_p — длительный расчетный ток, определяемый без учета рабочего тока пускаемых электроприемников.

При отсутствии данных о количестве одновременно пускаемых электроприемников пиковый ток линии может быть определен по формуле:

$$I_{п} = I_{н.мах} + (I_p - K_u \cdot I_{нн}) \quad (3.3)$$

где $I_{н.мах}$ — наибольший пусковой ток электроприемника группы;

I_p — расчетный по нагреву ток группы электроприемников;

$I_{нн}$ — номинальный ток электроприемника с наибольшим пусковым током;

K_u — коэффициент использования электроприемника с наибольшим пусковым током.

Селективность срабатывания последовательно включенных автоматических выключателей обеспечивается в тех случаях, когда их защитные характеристики не пересекаются. При отсутствии защитных характеристик каждый автомат на схеме сети по мере приближения к ИП должен иметь номинальный ток расцепителя не менее чем на ступень выше, чем предыдущий.

Пример Рассчитать токи электроприемников и выбрать автоматические выключатели в распределительном шкафу серии ПР8501 (рис. 2.1). $P_1 = 16,1$ кВт; $P_2 = 14,3$ кВт; $P_3 = 7,3$ кВт, $\cos \varphi_1 = 0,8$; $\cos \varphi_2 = 0,8$; $\cos \varphi_3 = 0,6$ $K_c = 0,8$

Решение.

1 Определяем номинальные и длительные расчетные токи

$$I_{н1} = \frac{P_1}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_1} = \frac{16,1 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8} = 30,6 \text{ А}; I_{p1} = K_c \cdot I_{н1} = 0,8 \cdot 30,6 = 24,5 \text{ А}$$

$$I_{н2} = \frac{P_2}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_2} = \frac{14,3 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8} = 27,2 \text{ А}; I_{p2} = K_c \cdot I_{н2} = 0,8 \cdot 27,2 = 21,8 \text{ А}$$

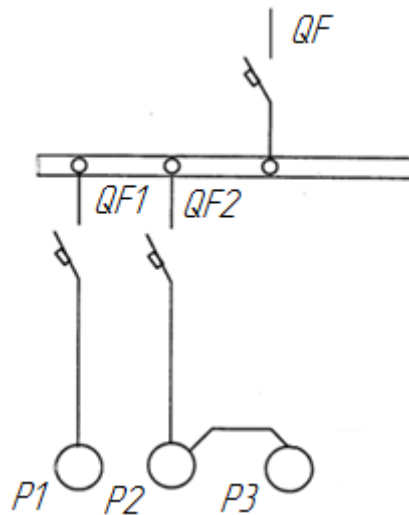


Рисунок 2.1 - Схема распределительной сети

$$I_{н3} = \frac{P_3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_3} = \frac{7,3 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,6} = 18,5 \text{ А}; I_{p3} = K_c \cdot I_{н3} = 0,8 \cdot 18,5 = 14,8 \text{ А}$$

2 Длительный расчетный ток магистральной линии 2-3 и всей системы

$$I_{p2-3} = I_{p2} + I_{p3} = 21,8 + 14,8 = 36,6 \text{ А}$$

$$I_{p\Sigma} = I_{p1} + I_{p2-3} = 24,5 + 36,6 = 61,1 \text{ A}$$

3 Определим пусковой или максимальный кратковременный ток $I_{\text{пуск}}$. Для машин постоянного тока кратность пускового тока составляет 3. а для АД 6-7

$$I_{п1} = K_I \cdot I_{н1} = 3 \cdot 30,6 = 91,8 \text{ A}$$

$$I_{п2} = K_I \cdot I_{н2} = 3 \cdot 27,2 = 81,6 \text{ A}$$

$$I_{п3} = K_I \cdot I_{н3} = 3 \cdot 18,5 = 55,5 \text{ A}$$

4 Пусковой ток магистралей 2- 3 и 1-3 определяется из условий пуска

$$I_{\text{пик}2-3} = I_{п2} + I_{п3} = 81,6 + 14,8 = 96,4 \text{ A}$$

$$I_{\text{пик}\Sigma} = I_{п1} + I_{п2} + I_{п3} = 91,8 + 21,8 + 14,8 = 128,4 \text{ A}$$

5 Выбираем автоматические выключатели из условия

$$I_{н.а} \geq I_{н.р}; \quad I_{н.р} \geq I_p$$

Автомат QF – $I_{н.а} \geq I_{н.р} = 61,1 \text{ A}$ выбираем по справочникам ВА 52-31-3 – $I_{н.а} = 100 \text{ A}$ с $I_{н.р} = 63 \text{ A}$. Уставка на ток мгновенного срабатывания – 3; 7; 10 $I_{н.р}$. Устанавливаем невозможность срабатывания автоматического выключателя при пуске

$$I_{\text{ср.э}} \geq K_n \cdot I_{\text{кр}}$$

$$I_{\text{ср.э}} = 3 \cdot 63 = 189 \text{ A} \geq 1,25 \cdot 128,4 = 160,5 \text{ A}$$

Условие выполняется

Автомат QF1 – $I_{н.а} \geq I_{н.р} = 24,5 \text{ A}$ выбираем по справочникам ВА 51-25-3 – $I_{н.а} = 25 \text{ A}$ с $I_{н.р} = 25 \text{ A}$. Уставка на ток мгновенного срабатывания – 7; 10 $I_{н.р}$. Устанавливаем невозможность срабатывания автоматического выключателя при пуске

$$I_{\text{ср.э}} \geq K_n \cdot I_{\text{кр}}$$

$$I_{\text{ср.э}} = 7 \cdot 25 = 175 \text{ A} \geq 1,25 \cdot 91,8 = 114,75 \text{ A}$$

Условие выполняется

Автомат QF2 – $I_{н.а} \geq I_{н.р} = 36,6 \text{ A}$ выбираем по справочникам ВА 52-31-3 – $I_{н.а} = 100 \text{ A}$ с $I_{н.р} = 40 \text{ A}$. Уставка на ток мгновенного срабатывания –

3; 7; 10 $I_{н.р.}$. Устанавливаем невозможность срабатывания автоматического выключателя при пуске

$$I_{ср.э} \geq K_H \cdot I_{кр}$$

$$I_{ср.э} = 3 \cdot 40 = 120 \text{ A} \geq 1,25 \cdot 96,4 = 120,5 \text{ A}$$

Условие не выполняется. Принимается к установке автомат с номинальным током расцепителя на ступень выше с $I_{н.р} = 50 \text{ A}$

$$I_{ср.э} = 3 \cdot 50 = 150 \text{ A} \geq 1,25 \cdot 96,4 = 120,5 \text{ A}$$

или уставку на ток мгновенного срабатывания выставляют выше, т.е. $7 I_{н.р.}$

$$I_{ср.э} = 7 \cdot 40 = 280 \text{ A} \geq 1,25 \cdot 96,4 = 120,5 \text{ A}$$

Условие выполняется

Задание для индивидуальной работы

Рассчитать токи электроприемников и выбрать автоматические выключатели в распределительном шкафу серии ПР8501 (рис. 2.2). Исходные данные в таблице 2.1

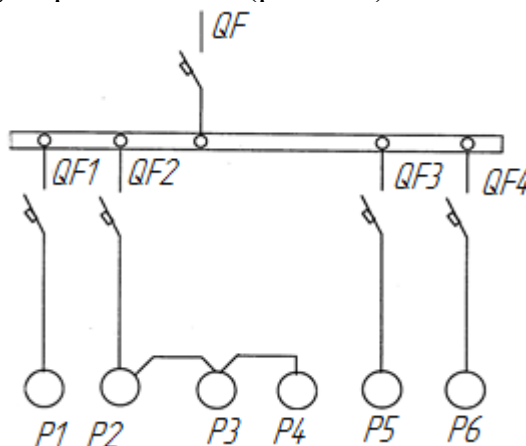


Рисунок 2.2 - Схема распределительной сети

Таблица 2.1 - Исходные данные к заданию

№ вар.	P ₁ , кВт	P ₂ , кВт	P ₃ , кВт	P ₄ , кВт	P ₅ , кВт	P ₆ , кВт	Cosφ ₁	Cosφ ₂	Cosφ ₃	Cosφ ₄	Cosφ ₅	Cosφ ₆	K _c
1, 16	14,3	7,3	2,2	21,3	16,1	14,3	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,6	0,85
2, 17	14,0	2,7	4,0	18,5	3,8	14,0	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8
3, 18	10,3	7,5	1,1	5,2	12,5	10,3	0,8	0,8	0,6	0,6	0,8	0,8	0,85
4, 19	7,3	0,73	0,73	19,3	1,9	7,3	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,6	0,85
5, 20	7,5	4,0	2,2	13,0	19,0	7,5	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,8
6, 21	23,1	2,0	2,0	4,9	4,2	23,1	0,6	0,8	0,7	0,8	0,6	0,6	0,8 1
7, 22	12,0	2,2	1,1	4,9	13,3	12,0	0,7	0,8	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8
8, 23	7,8	2,7	0,75	3,8	10,0	7,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,8
9, 24	3,0	8,3	0,3	4,8	23,0	3,0	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,85
10, 25	10,0	3,2	0,75	5,5	9,3	10,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,85

11, 26	13,5	7,5	3,0	13,0	7,3	13,5	0,8	0,6	0,8	0,8	0,7	0,7	0,85'
12, 27	7,5	3,0	0,75	3,5	14,5	7,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,8
13, 28	8,5	4,0	0,9	18,0	10,2	8,5	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,85
14, 29	12,6	7,7	3,0	18,5	8,4	12,6	0,9	0,8	0,6	0,7	0,8	0,7	0,85
15, 30	11,0	4,8	2,2	3,9	15,8	11,0	0,6	0,6	0,8	0,8	0,7	0,6	0,8

Содержание отчета

1. Наименование, номер, тема и цель работы
2. Схема распределительной сети
3. Решенная задача своего варианта
4. Вывод по работе

Критерии оценивания практической работы № 2

Практическая работа составлена в 15 вариантах и ее выполнение обучающимися рассчитано на 2 учебных часа. Номер варианта соответствует порядковому номеру в журнале теоретического обучения.

Таблица 2.2 - Критерии оценивания практической работы

Оцениваемый параметр	Максимальный балл
Записал наименование, номер, тему и цель урока	1
Записал условие задачи с указанием единиц измерения физических величин	2
Вычертил схему для решения задачи	2
Указана цель каждого этапа решения задания	5
Определены величины номинального тока для каждого приемника	12
Определены величины длительного расчетного тока для каждого приемника	12
Определены пусковые токи для каждого приемника	12
Определены длительный расчетный ток магистральной линии и всей системы	4
Рассчитан пусковой ток магистральной линии и всей системы	4
Выбраны пять аппаратов защиты	10
При выполнении расчета указаны единицы измерения физических величин	2
Сделан вывод по работе	1
ИТОГО: 67	

Оценка результатов выполнения задания производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Кол-во баллов	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
		балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	60 - 67	5	отлично
80 ÷ 89,9	53 – 59,9	4	хорошо
70 ÷ 79,9	46 – 52,9	3	удовлетворительно
менее 70	менее 46	2	не удовлетворительно

3 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Основные источники:

1. Девочкин О.В. Электрические аппараты: учебное пособие /О.В. Девочкин, В.В. Лохнин, Р.В. Меркулов, Е.Н. Смолин.– М.: Издательский центр Академия, 2017. - 240 с.
2. Афонин В.В. Электрические аппараты: лабораторный практикум /В.В. Афонин, К.А. Набатов, И.Н. Акулинин, Л.И. Рожнова. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2020. – 156 с.

Дополнительные источники:

3. Алиев И.И., Электрические аппараты. Справочник. / И.И. Алиев, М.Б. Абрамов. М.: Радио Софт, 2004. – 256 с.
4. Родштейн Л.А. Электрические аппараты. /Л.А. Родштейн Л.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 1982 / 1989. – 304 с.
5. <http://www.iqlib.ru/>
6. <http://koapp.narod.ru/russian.htm>
7. <http://elektroinf.narod.ru/> Библиотека электроэнергетики

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Правила выполнения практических работ

1) Предварительная (домашняя) подготовка к выполнению практической работы.

Перед выполнением практических работ студент должен строго выполнить весь объем домашней подготовки; знать, что выполнению каждой работы предшествует проверка готовности студента.

Подготовка к выполнению практической работы должна включать в себя следующее:

- повторение соответствующего теоретического раздела курса по учебнику и конспекту лекций;
- тщательное изучение содержания работы по руководству и усвоение ее целевого назначения и программы;
- составление заготовки отчета или конспекта каждым студентом отдельно.

Заготовка отчета должна включать в себя: цель и порядок работы, рабочие схемы, основные расчетные соотношения.

3) Проведение практической работы.

На первом практическом занятии студентов знакомят с основными требованиями, предъявляемыми к выполнению практических работ и оформлению отчетов по ним.

Изучая краткие теоретические сведения, студент должен иметь в виду, что основной целью изучения теории является умение применить ее на практике для решения практических задач.

4) Составление отчета и представление его преподавателю.

После выполнения работы студент должен представить отчет о проделанной работе с полученными результатами и выводами. Содержание отчета должно включать в себя: наименование, номер, тему и цель работы, схему и непосредственно решение задач, выводы по работе.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие и получившие положительную оценку за практическую работу. При отсутствии студента по неуважительной причине студент выполняет работу самостоятельно, в свое личное время и защищает на консультации по указанию преподавателя.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Справочные материалы

Приложение Б.1 - Коэффициенты спроса для некоторых потребителей электроэнергии

Наименование помещений и зданий, в которых прокладываются провода и кабели	Коэффициент спроса K_c
Жилые дома, торговые помещения, мелкие мастерские, наружное и аварийное освещение	1
Библиотеки, столовые, административные здания	0,90
Лечебные, детские, учебные заведения, конторы	0,80
Большие производственные объекты	0,95
Средние производственные объекты	0,85
Подстанции	0,60
Склады, подвалы	0,60

Приложение Б.2 - Плавкие вставки предохранителей в осветительных сетях

Ток плавкой вставки, А	Сечение проводов, мм ² , при прокладке их ...			Ток плавкой вставки, А	Сечение проводов, мм ² , при прокладке их ...		
	открыто	в трубах	кабелем		открыто	в трубах	кабелем
10	1,5	1,5	1,5	60	10	10	10
15	2,5	2,5	1,5	80	16	16	16
20	4,0	4,0	2,5	100	16	25	25
25	4,0	4,0	2,5	125	25	35	35
35	6,0	6,0	6,0				

Приложение Б.3 - Плавкие вставки предохранителей в силовых сетях

Ток плавкой вставки, А	Сечение проводов и кабелей, мм ²					
	Ответвление при прокладке их ...			Магистраль при прокладке их ...		
	открыто	в трубах	кабелем	открыто	в трубах	кабелем
15	1,5	1,0	1,5	1,5	1,5	—
20	2,5	1,0	1,5	2,5	2,5	—
25	4,0	1,5	1,5	4,0	2,5	1,5
35	4,0	2,5	1,5	4,0	4,0	2,5
60	6,0	4,0	1,5	6,0	6,0	4,0
80	10,0	4,0	2,5	10,0	10,0	10,0
100	16,0	6,0	4,0	16,0	16,0	16,0
125	16,0	10,0	6,0	16,0	16,0	16,0