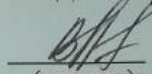


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

Институт механики и энергетики
Кафедра электрификации и автоматизации производства

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой
канд. техн. наук доц.


(подпись) В. А. Агеев

«22» 06 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

**РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПАО
«КОВЫЛКИНСКИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД»**

Автор бакалаврской работы Алексин А. О. Алексин

Обозначение бакалаврской работы БР-02069964-13.03.02-01-18

Направление 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Руководитель работы

ст. преподаватель Дронов В. О. Дронов

Нормоконтролер

канд. техн. наук, доц. Душутин К. А. Душутин

Саранск

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

Институт механики и энергетики

Кафедра электрификации и автоматизации производства

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

канд. техн. наук доц.

 В. А. Агеев

«06» 12 2017г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
(в форме бакалаврской работы)

Студент Алехин Антон Олегович

1 Тема: Реконструкция системы электроснабжения ПАО «Ковылкинский
электромеханический завод»

Утверждена по МордГУ № 9771-с от 06.12.2017г

2 Срок представления проекта к защите _____

3 Исходные данные для научного исследования (проектирования) Данные ПТО,
годовые отчеты ЭСО, СНиПы и ГОСТы

4 Содержание выпускной квалификационной работы

4.1 Анализ объекта проектирования

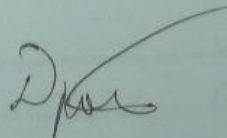
4.2 Расчет системы освещения

4.3 Расчет системы электроснабжения

4.4 Расчет токов КЗ и проверка аппаратов защиты

4.5 Технико-экономические показатели

Руководитель работы



В. О. Дронов

Задание принял к исполнению



А. О. Алехин

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 82 страницы машинописного текста, 67 формул, 19 таблиц, 10 рисунков, 15 использованных источников литературы.

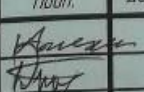
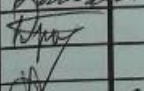

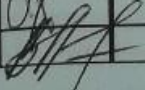

РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ, РАСЧЁТ НАГРУЗОК, РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ, ВЫБОР ТРАНСФОРМАТОРА, ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Объектом реконструкции является предприятие ПАО «Ковылкинский электромеханический завод».

Цель работы – реконструкция электрической системы завода с целью подключения нового оборудования, обеспечения надежности электроснабжения, а также повышения надежности электроснабжения существующего оборудования.

В ходе расчета были определены электрические нагрузки оборудования, произведен светотехнический расчет с определением типа и числа светильников, по суммарным нагрузкам определен трансформатор, выбраны проводники и аппараты защиты всего оборудования.

В целях экономии средств в освещении были применены светодиодные лампы, которые отличаются от ДРЛ большим сроком службы, лучшей светоотдачей, а так же меньшим потреблением электроэнергии, что позволит снизить плату за потребленную электрическую энергию.

					БР – 02069964 – 13.03.02 – 01 – 18		
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Лит	Лист	Листов
Разраб		Алехин				3	82
Проб.		Дранов			ИМЭ каф. ЭАП, д/о 407 гр.		
Проб.							
Н. контр.		Душутин					
Утв.		Агеев					

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Анализ объекта проектирования	6
1.1 Общая характеристика предприятия	6
1.2 Анализ системы электроснабжения	7
1.3 Обоснование реконструкции	8
2 Расчет системы освещения	11
2.1 Светотехнический расчёт	11
2.2 Расчет аварийного освещения	14
2.3 Расчет нагрузки освещения электрической сети	19
2.4 Расчет сети по потере напряжения	21
3 Расчет системы электроснабжения	29
3.1 Расчет электрических нагрузок электроприемников	29
3.2 Выбор силового трансформатора	42
3.3 Расчет элементов системы электроснабжения	45
3.3.1 Расчёт и выбор аппаратов защиты в распределительных устройствах	45
3.3.2 Выбор проводников для линий электроснабжения	47
4 Расчет токов КЗ и проверка аппаратов защиты	54
4.1 Расчет токов КЗ	54
4.2 Проверка защитно-коммутационной аппаратуры	64
4.3 Проверка характерной линии по потере напряжения	68
4.4 Проверка сечения питающих линий 10 кВ	70
5 Техничко-экономические показатели	74
5.1 Смета на оборудование и материалы	74
5.2 Расчет показателей эффективности мероприятий, направленных на повышение надежности энергоснабжения производственных цехов	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСЧНИКОВ	81

ВВЕДЕНИЕ

Электроэнергетика – ведущая отрасль энергетики, которая занимается получением больших количеств электрической энергии и передачей ее на дальние расстояния.

На сегодняшний день Ковылкинский электромеханический завод занимает достойное место в оборонно-промышленном комплексе нашей страны. Его энергетическая составляющая должна отвечать всем мировым стандартам. Механический завод предназначен для выпуска сложных технических изделий как для военных, так и гражданских нужд.

Основными потребителями электрической энергии являются: электро-механические цеха, малярный цех, цех крупно-узловой сборки.

Все потребители электроэнергии завода относятся по надежности электроснабжения ко II и III категории.

В связи с тем, что на предприятии планируется внедрение нового оборудования (станки ЧПУ), требуется провести расчет проводников и аппаратов защиты для них. Этому оборудованию необходима высокая надежность электроснабжения, по этому требуется проверить загрузку трансформатора. Остальное оборудование предприятия запитывается проводниками, срок службы которых близок к максимальному, что может повлечь за собой аварийные отключения вследствие износа изоляции. Для них необходимо так же провести расчет проводников и аппаратов защиты

Освещение производственных помещений завод выполнено люминесцентными лампами высокого давления, что не соответствует современным требованиям энергосбережения. Поэтому предлагается заменить лампы ДРЛ на светодиодные лампы аналогичного исполнения по цоколю.

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 Анализ объекта проектирования

1.1 Общая характеристика предприятия

Ковылкинский электромеханический завод основан в декабре 1962 года. Некоторое время входил в систему Министерства радиопромышленности.

Основным профилем деятельности завода на данный момент является выпуск волноводов, сложной радиолокационной аппаратуры для военно-промышленного комплекса Российской Федерации. Так же выпускается продукция для нефтяной промышленности и энергетики.

Стратегическим направлением научно-производственной и коммерческой деятельности завода является необходимость сохранения и укрепления позиций в области разработки и изготовления радиолокационных систем с силовым оборудованием.

Один из главных факторов экономического роста – много профильность работы всех отраслей производства, переработки и реализации продукции. Это дает возможность конкурировать с ведущими предприятиями России.

Ковылкинский электромеханический завод расположен в черте города Ковылкино и является градообразующим предприятием.



Рисунок 1.1 – Расположение ПАО «Ковылкинский Электромеханический завод» на карте города.

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

На заводе постоянно внедряются современные системы производства, которые напрямую влияют на улучшение качества выпускаемой продукции, за счет чего завод занимает достойное место в рейтинге промышленных предприятий республики Мордовия.

За счет постоянной и своевременной модернизации завода, так же позволяет сохранять рабочие места, обеспечивать дальнейшее динамичное развитие предприятия, осваивать выпуск более сложной продукции.

1.2 Анализ системы электроснабжения

Электроснабжение завода осуществляется от ячеек №3 тяг. ПС «Ковылкино» 110/35/10 кВ по КЛ, длиной 1500 метров, выполненной кабелем АСБ 3х150мм². Схема питания показана на рисунке 1.2

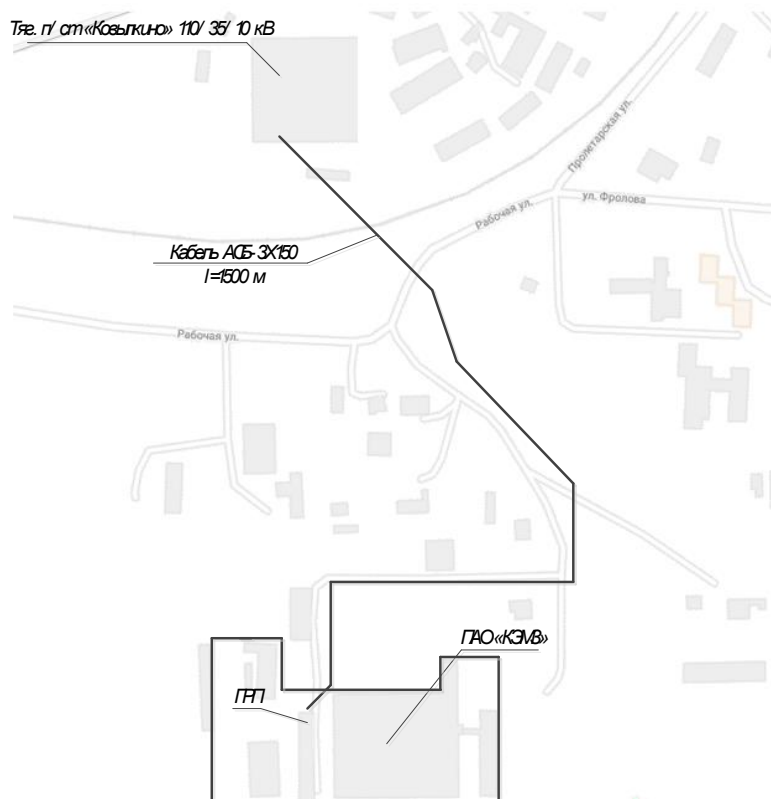


Рисунок 1.2 – Схема внешнего электроснабжения ПАО «Ковылкинский электромеханический завод»

Схема электроснабжения завода показана на рисунке 1.3.

					БР-02069964-13.03.02-01-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

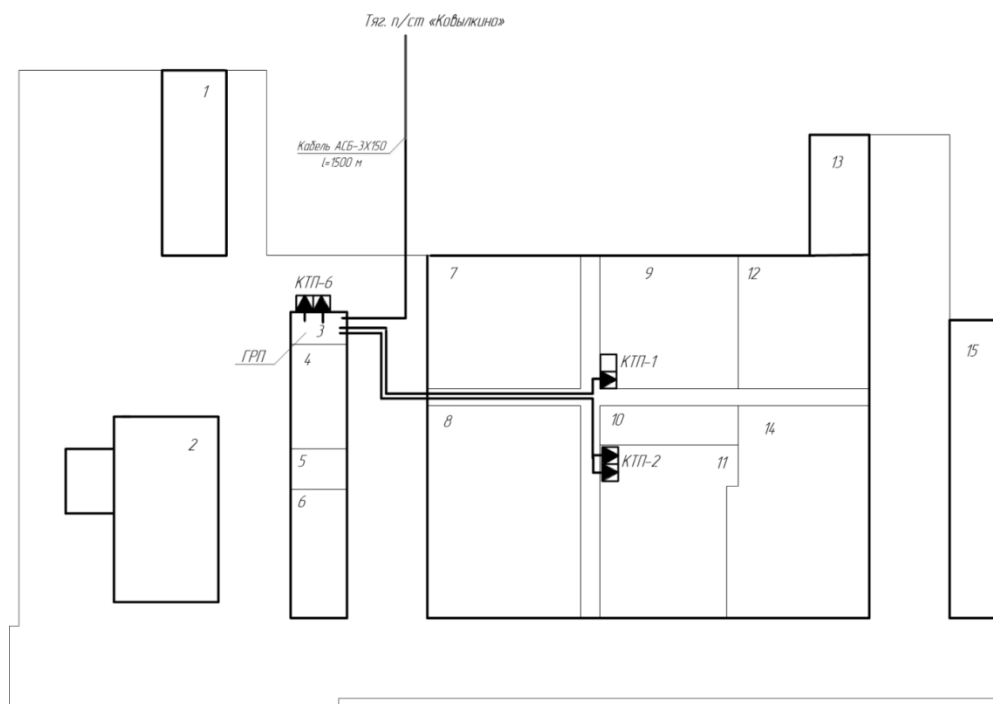


Рисунок 1.3 – Схема электроснабжения 10кВ ПАО «Ковылкинский электромеханический завод»

Таблица 1 – Кабельные линии КЭМЗа

№	Адрес назначения	Марка и сечение кабеля	Напряжение, $U_{ном}$, кВ	Год монтажа	Длина, l , м
1	ГРП – тяг. ПС «Ковылкино»	АСБ -10(3x150)	10	1982	1500
2	ГРП – КТП-1	АСБ-10(3x70)	10	1985	120
3	ГРП – КТП-2	АСБ-10(3 x95)	10	1985	140
4	ГРП – КТП-6	АСБ-10(3x70)	10	2001	10
5	КТП-2 – КТП-6	ААБл 3x35	0,4	1985	35

1.3 Обоснование реконструкции

В настоящее время на заводе внедряются новое производственное оборудование (станки ЧПУ), которое должны повысить уровень качества выпускаемой продукции, и, как следствие, повысят нагрузку на КТП №2. На сегодняшний день электропроводка не отвечает нормам безопасности и имеет явные признаки физического износа, последняя реконструкция которой производилась в 1988г. Было принято решение о реконструкции энергосоставляющей площадки №1, проверки и частичной замены силовой

электрической сети, срок службы которой близок к максимальному, что может повлечь за собой аварийные отключения вследствие износа изоляции.

Освещение на заводе в производственных цехах выполнено светильниками РСП-05 с лампами ДРЛ 250. Во вспомогательных помещениях освещение представлено светильниками ЛСП13 с лампами ЛБ-80. В производственных помещениях экономически целесообразно заменить лампы ДРЛ 250 на более экономичные светодиодные лампы LED E40. Данные лампы являются прямым аналогом ДРЛ 250 в плане возможности использования их уже в существующих светильниках РСП-05.

В таблице 1.2 приведен список оборудования с указанием номинальной мощности а так же количества единиц.

Таблица 1.2 – Электроприемники КЭМЗа площадки №1

Название электроприемника	Мощность, кВт	Тип	Обозначение на плане
1	2	3	4
Вентилятор	30	В5654И	1-2, 90-91
Вентилятор	45	В5656И	12-16
Насосы	10		3-6
Покрасочная камера	21	КГШ124	7-8
Компрессоры	13	ТТ24Е	9-11
Кран-балка	30	4532345	16
Сварочный агрегат	23		17-23
Электропечь	75	СВГ-2,5	21-25
Шахтная печь	100	СШ-31	26
Пресс пневматический	7,5	КБ2326	27-28
Электроэрозионный станок	0,75	4531	29,33
Координатно-расточный станок	3	2Д450	30-31
Механическая пила	1,1	М,SD90L8/4	32
Электропечь	60	ЭБ2327	34-35
Установка ТВЧ	60	В3-2-67М	36
Электроэрозионный станок	0,75	4532Ф2	37-39
Точильно-шлифовальный станок	2,2	3Б633	40,41
Заточной станок с программатором	2,2	А43232А	42-43
Пресс гидравлический	7	ПО443А	44
Резьбо-шлифовальный станок	7	5К8226	45-48,50-53
Ножницы гильотинные	22	НГ25/3100	49
Фрезерные станок с ЧПУ	15	КХ22	54-56
Внутришлифовальный станок	2,2	7F77030	57
Горизонтально-фрезерный станок	5	6Г82	58-59
Токарный станок с ЧПУ	15	3Ве33	63-64
Резьбо-шлифовальный станок	4	5К8246	61-62
Токарный станок с ЧПУ	15	3Ве33	65-67
Кругло-шлифовальный станок	2,2	3Б642	68-69

Окончание таблицы 1.2

1	2	3	4
Родiallyно-сверлильный станок	5	2М65Т	71
Родiallyно-сверлильный станок	5	2М65	70
Заточной станок	2,2	3Б642	72-76
Вертикально-сверлильный станок	7	2М135	77
Установка пневмоструйная	0,75	30В	78
Резьбо-шлифовальный станок	5	5К8226	79-80
Настольно-сверлильный станок	2,2	2М105	81-82
Токарный станок с ЧПУ	30	34/Е5	83-85
Заточной станок с программатором	4	А43232Б	86-87
Настольно-сверлильный станок	2,2	2М105	88-89

На заводе отсутствует оборудование, которое участвует в непрерывном цикле производства. Поэтому все потребители энергии относятся ко II и III категориям по надежности электроснабжения. Так же допускается отключение электроэнергии на время ремонта выключателей, кабельных линий, замены силовых трансформаторов или ввода резерва. При этом перебои электроснабжения ни как не отразятся на качестве готовой продукции. Но нужно учитывать, что суммарное время отключений в месяц не должно быть больше шести часов. Превышение данного лимита времени может негативно сказаться на количестве и качестве выпускаемой продукции.

Требуется определить необходимость замены силовых кабелей, питающие КТП-2 в связи их физическим износом и постоянно растущей нагрузки механического цеха №2.

2 Расчет системы освещения

Проверка системы освещения в цеху производится для повышения производительности самого предприятия, а так же для улучшения работы его сотрудников, повышения их уровня комфорта при работе, увеличения работоспособности и безопасности.

Выбор нормируемых значений освещенности.

Условия окружающей среды – нормальные.

Плоскость освещения – высота рабочей поверхности 0,8м.

Разряд зрительной работы – высокой точности.

Т.к. высота потолков в помещении 9 м, то в цеху были установлены светодиодные лампы LED E40 мощностью 100 Вт в светильниках РСП-05. Тип КСС-Г.

2.1 Светотехнический расчёт

Расчет количества светильников методом коэффициента использования механического цеха №2

Расчёт произведём на примере станочного отделения, параметры которого приведены в таблице 2.1. Освещенность определяем согласно госту [15].

Таблица 2.1– Параметры помещения

Наименование	Длина, м	Ширина, м	Площадь, м ²	Высота, м	Освещенность, лк
Станочное отделение	33,543	32,8	1099,7	9	200
Проходная №1	25,22	10,6	267,1	9	75
Проходная №2	14,88	5,8	86,3	9	75
Проходная №3	6,81	6,3	42,9	9	75
Термический участок №1	13,5	5,0	68,1	9	200
Термический участок №2	13,11	12,6	165,4	9	200
Термический участок №3	13,11	12,6	165,4	9	200
Заготовочный участок Цеха №2	14,12	5,0	71,2	9	200

Индекс помещения определяется по формуле

$$i = \frac{S}{h_p \cdot (A+B)}. \quad (2.1)$$

Определяем расчетную высоту установки светильника над освещаемой поверхностью h_p по формуле

$$h_p = h_1 - h_2 - h_c, \quad (2.2)$$

где h_1 – высота помещения, м;

h_2 – высота рабочей поверхности, $h_2 = 0,8$ м;

h_c – высота свеса светильника, $h_c = 1,2$ м.

Для станочного отделения

$$h_p = 9 - 0,8 - 1,2 = 7 \text{ м,}$$

$$i = \frac{1099,7}{7 \cdot (33,54 \cdot 32,8)} = 2,37.$$

Аналогично рассчитывается для остальных производственных помещений. Результаты расчетов занесены в таблицу 2.2.

Значения коэффициентов отражения:

потолка: $\rho_n = 70$ %;

стен: $\rho_c = 50$ %;

расчетной поверхности: $\rho_p = 20$ %.

Определяем коэффициент использования.

Зная коэффициенты отражения потолка, стен и пола, а также индекс помещения, по таблице 6.4 [6] находим коэффициент использования.

					БР–02069964–13.03.02–07–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Принимаем коэффициент использования для станочного отделения $U \approx 59\% = 0,59$.

Количество светильников N определяется по формуле

$$N = \frac{E_n \cdot S_n \cdot K_z}{U \cdot \eta \cdot \Phi_{\text{л}}}, \quad (2.3)$$

где E_n – требуемая горизонтальная освещенность, Лк;

S_n – площадь помещения, м²;

K_z – коэффициент запаса;

U – коэффициент использования;

η – количество ламп в светильнике;

$\Phi_{\text{л}}$ – световой поток одной лампы, лм.

Светильники РСП-05.

В одном светильнике 1 светодиодная лампа LED E40 мощностью 100 Вт. Световой поток лампы – 13000 лм.

Далее определяем коэффициент запаса. Коэффициент запаса зависит от степени загрязнения помещения, частоты технического обслуживания светильника, интенсивности эксплуатации светильников и принимает значения от 1 до 2.

Принимаем коэффициент запаса для станочного отделения равное $K_z = 1,1$, т.к в светильниках используются светодиодные лампы.

Требуемая горизонтальная освещенность $E = 200$ Лк.

$$N = \frac{200 \cdot 33,54 \cdot 32,8 \cdot 1,1}{0,59 \cdot 1 \cdot 13000} = 29,53 \approx 30 \text{ шт.}$$

Для основного освещения принимаем 30 светильников РСП-05 с лампами E40.

					БР–02069964–13.03.02–07–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Аналогично рассчитывается для остальных производственных помещений. Результаты расчетов занесены в таблицу 2.2.

Светильник имеет кривую силы света КСС типа Г. Отношение L/h_p наибольшее рекомендуемое значение (0,8-1,2).

Зная $h_p = 7$ м. найдём расстояние между светильниками по формуле

$$L = \lambda \cdot h = 0,8 \cdot 7 = 5,6 \text{ м.} \quad (2.5)$$

Светильники располагаются в пять рядов по шесть светильников в каждом. Расстояние между рядами 5,6 м, между светильниками в ряду – 2,8 м.

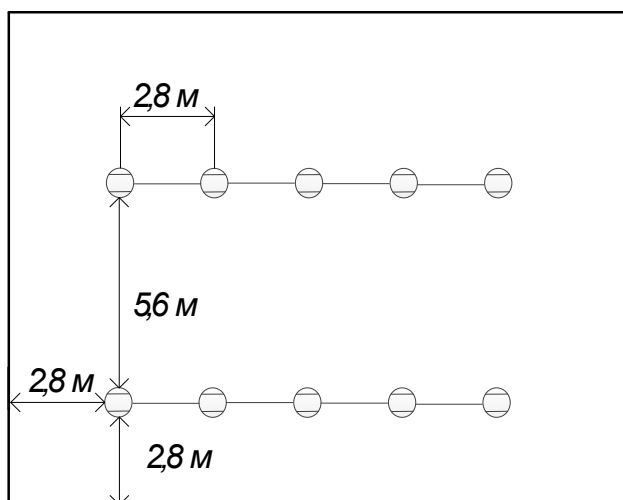


Рисунок 2.1 – Расположение светильников РСП-05 в станочном отделении

Аналогично рассчитывается для остальных производственных помещений. Результаты расчетов занесены в таблицу 2.2.

2.2 Расчет аварийного освещения

Аварийное освещение обеспечивает требуемую освещенность при нештатном отключении основного освещения. Подразделяется на эвакуационное и резервное.

Эвакуационное освещение подразделяется на: освещение путей эвакуации, эвакуационное освещение зон повышенной опасности и эвакуационное освещение больших площадей (анти паническое освещение).

Освещение путей эвакуации должно обеспечивать 50 % нормируемой освещенности через 5 с после нарушения питания рабочего освещения, а 100 % нормируемой освещенности — через 10 с.

Минимальная освещенность эвакуационного освещения зон повышенной опасности должна составлять 10 % нормируемой освещенности для общего рабочего освещения, но не менее 15 лк.

Минимальная продолжительность работы эвакуационного освещения больших площадей должна быть не менее 1 ч. Освещение должно обеспечивать 50 % нормируемой освещенности через 5 с после нарушения питания рабочего освещения, а 100 % нормируемой освещенности - через 10 с.

Минимальная нормируемая освещенность для эвакуационного освещения определяется по формуле

$$E_{н.о} = E_{ном} \cdot 0,1. \quad (2.6)$$

Расчёт произведём на примере станочного отделения механического цеха №2

$$E_{н} = 200 \cdot 0,1 = 20 \text{ лк.}$$

Для эвакуационного освещения используем светильники РСП-05 IP-54, предназначенных для аварийного освещения с светодиодными лампами E40, которые запитываются по резервной линии от аварийного щита освещения.

В одном светильнике 1 светодиодная лампа E40 мощностью 100 Вт. Световой поток лампы – 13000 лм.

Количество светильников для аварийного освещения определяется по формуле (2.3), при этом приняв $E_n = 20$ лк

$$N = \frac{20 \cdot 1,1 \cdot 1099,7}{0,59 \cdot 1 \cdot 13000} = 3,23 \approx 4 \text{ шт.}$$

Для аварийного освещения принимаем 4 светильника РСП-05 IP с лампами Е40.

Аналогично рассчитывается для остальных производственных помещений. Результаты расчетов занесены в таблицу 2.2.

					БР–02069964–13.03.02–07–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Таблица 2.2 – Результаты светотехнического расчета

Помещение	S, мм ²	Тип светильника	Тип лампы	h _p	i	U, %	K _з	η	L, м	Основное освещение		Аварийное освещение	
										E, лк	N, шт	E, лк	N, шт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Малярный цех													
Малярный участок	486,6	РСП-05	Е40	7	1,28	43	1,1	1	5,6	200	12	20	2
Проходная	352,6	РСП-05	Е40	7	0,88	36	1,1	1	5,6	75	8	15	3
Площадка контроля №1	454,0	РСП-05	Е40	7	1,26	43	1,1	1	5,6	200	21	20	4
Площадка контроля №2	45,6	РСП-05	Е40	7	1,27	43	1,1	1	5,6	200	8	20	2
Электромеханический цех №12													
Станочное отделение №1	466,1	РСП-05	Е40	7	1,21	43	1,1	1	5,6	200	21	20	4
Станочное отделение №2	443,1	РСП-05	Е40	7	1,22	43	1,1	1	5,6	200	15	20	4
Проходная	380,6	РСП-05	Е40	7	0,98	43	1,1	1	5,6	75	7	15	2
Вспомогательный цех													
Станочное сварочное отделение	323,4	РСП-05	Е40	7	1,27	43	1,1	1	5,6	200	15	20	2
Площадка №1	323,4	РСП-05	Е40	7	1,27	43	1,1	1	5,6	200	15	20	2
Площадка №2	480,2	РСП-05	Е40	7	1,51	43	1,1	1	5,6	200	28	20	4
Сборочный цех №10													
Зона с инструментами	375,0	РСП-05	Е40	7	1,19	43	1,1	1	5,6	100	8	15	2
Сборочная площадка	1434,9	РСП-05	Е40	7	2,43	59	1,1	1	5,6	300	63	30	8
Электромеханический цех №2													
Станочное отделение	1099,7	РСП-05	Е40	7	2,39	59	1,1	1	5,6	200	30	20	4
Проходная №1	267,1	РСП-05	Е40	7	1,07	43	1,1	1	5,6	75	4	15	2
Проходная №2	42,3	РСП-05	Е40	7	0,57	26	1,1	1	5,6	75	2	15	1

БР-02069964-13.03.02-01-18

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Окончание таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Проходная №3	86,3	РСП-05	E40	7	0,59	26	1,1	1	5,6	75	2	15	1
Термический участок №1	68,1	РСП-05	E40	7	0,52	26	1,1	1	5,6	200	4	20	1
Термический участок №2	165,4	РСП-05	E40	7	0,91	43	1,1	1	5,6	200	8	15	1
Термический участок №3	165,4	РСП-05	E40	7	0,91	43	1,1	1	5,6	200	8	15	1
Коорд. Шлиф	68,1	РСП-05	E40	7	0,52	26	1,1	1	5,6	200	4	20	1
Заготовочный участок	71,2	РСП-05	E40	7	0,53	26	1,1	1	5,6	200	5	20	1
Электротехнический цех №4													
Площадка №1	797,9	РСП-05	E40	7	1,99	59	1,1	1	5,6	200	25	20	4
Площадка №2	329,5	РСП-05	E40	7	1,29	43	1,1	1	5,6	200	15	20	2
Проходная №1	157,4	РСП-05	E40	7	0,89	36	1,1	1	5,6	75	4	15	1
Проходная №2	278,0	РСП-05	E40	7	1,03	43	1,1	1	5,6	75	4	15	2
Проходная №3	278,0	РСП-05	E40	7	1,03	43	1,1	1	5,6	75	4	15	2
Остальные помещения													
Центральная Проходная №1	1015,1	РСП-05	E40	7	0,96	43	1,1	1	5,6	75	17	15	6
Центральная Проходная №2	498,7	РСП-05	E40	7	0,92	43	1,1	1	5,6	75	9	15	3
Центральная Проходная №3	267,1	РСП-05	E40	7	0,85	36	1,1	1	5,6	75	5	15	2
Главный склад	625,1	РСП-05	E40	7	1,47	43	1,1	1	5,6	75	10	15	4

2.3 Расчет нагрузки освещения электрической сети

Расчетную мощность группового щитка освещения определяем по формуле

$$P_c = K_u \cdot (K_{ПРА} \cdot \sum_1^n P_{лл}) + K_u \cdot \sum_1^n P_{сд}, \quad (2.7)$$

где K_u – коэффициент спроса освещения, характеризующий использование источников света по времени, принимаем в соответствии с равным для основного помещения, $K_u = 0,95$, для вспомогательных помещений $K_u = 0,6$, для мелких производственных помещений $K_u = 1,0$;

$P_{лл}$, $P_{сд}$ – номинальная мощность источников света, соответственно люминесцентных ламп, светодиодных ламп, кВт;

n – количество источников света, шт;

$K_{ПРА}$ – коэффициенты, учитывающие потери в ПРА осветительных установок, $K_{ПРА} = 1,08 \dots 1,3$.

Установленную мощность групповой сети определяем по формуле

$$P_n = \sum_2^n P_{лл} + \sum_1^n P_{сд}. \quad (2.8)$$

Расчет ведем на примере электромеханического цеха №2.

Определим установленную мощность щитов освещения ЩО-8,9 и аварийного щита освещения ЩАО-5

$$P_{н.ЩО-8} = (8 \cdot 2 \cdot 0,08) + (100 \cdot 47) = 5,98 \text{ кВт},$$

$$P_{н.ЩО-9} = (41 \cdot 2 \cdot 0,08) + (30 \cdot 1 \cdot 0,1) = 9,56 \text{ кВт},$$

$$P_{н.ЩАО-5} = 13 \cdot 0,1 = 1,3 \text{ кВт}.$$

					БР–02069964–13.03.02–07–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Определим расчетную мощность щитов освещения ЩО-8,9 и аварийного щита освещения ЩАО-5.

Коэффициент спроса K_c для освещения вспомогательных и основных помещений принимаем равным 0,6 и 0,95 соответственно. Для ЛЛ с электронным ПРА принимаем $K_{ПРА} = 1,08$

$$P_{с.ЩО-8} = 0,6 \cdot (1,08 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,08) + (0,95 \cdot 47 \cdot 1 \cdot 0,1) = 4,91 \text{ кВт},$$

$$P_{с.ЩО-9} = 0,6 \cdot (1,08 \cdot 41 \cdot 2 \cdot 0,08) + (0,95 \cdot 30 \cdot 1 \cdot 0,1) = 7,1 \text{ кВт}.$$

Коэффициент спроса K_c для аварийного освещения принимаем равным 1.

$$P_{с.ЩАО-5} = 1 \cdot 13 \cdot 0,1 = 1,3 \text{ кВт}.$$

Определить общую мощность щитов освещения можно по формулам

$$P_{уст.МЩО} = P_{уст.ЩО\text{№}8} + P_{уст.ЩО\text{№}9}, \quad (2.9)$$

$$P_{уст.МЩО} = 5,98 + 9,59 = 15,57 \text{ кВт}.$$

$$P_{с.МЩО} = P_{р.ЩО\text{№}8} + P_{р.ЩО\text{№}9}, \quad (2.10)$$

$$P_{с.МЩО} = 4,91 + 7,1 = 12,1 \text{ кВт}.$$

Аналогично рассчитывается мощность для остальных щитов освещения производственных помещений. Результаты расчетов занесены в таблицу 2.3.

					БР-02069964-13.03.02-07-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

2.4 Расчет сети по потере напряжения

Располагаемая (допустимая) потеря напряжения в осветительной сети, т.е. потеря напряжения в линии от источника питания (шин 0,4 кВ КТП) до последней лампы в ряду, подсчитывается по формуле

$$\Delta U_p = 105 - U_{\min} - \Delta U_T, \quad (2.12)$$

где 105 – напряжение холостого хода на вторичной стороне трансформатора %;

U_{\min} – наименьшее напряжение, допускаемое на зажимах источника света, % (принимается равным 95 %);

ΔU_T – потери напряжения в силовом трансформаторе, приведенные к вторичному номинальному напряжению и зависящие от мощности трансформатора, его загрузки β и коэффициента мощности нагрузки, %.

Потери напряжения в трансформаторе можно определить по формуле

$$\Delta U_T = \beta \cdot (U_a \cdot \cos \varphi + U_p \cdot \sin \varphi), \quad (2.13)$$

где β – коэффициент загрузки трансформатора;

U_a и U_p – активная и реактивная составляющие напряжения короткого замыкания трансформатора, которые определяются формулам

$$U_a = \frac{P_k}{P_{\text{ном}}} \cdot 100, \quad (2.14)$$

$$U_p = \sqrt{U_k^2 - U_a^2}, \quad (2.15)$$

где P_k – потери короткого замыкания, кВт;

$P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность трансформатора, кВА;

U_k – напряжение короткого замыкания, %.

					БР–02069964–13.03.02–07–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Значения P_k и U_k можно определить по таблице 12.48 [6], а более точные значения приводятся в каталогах на трансформаторы.

Расчеты ведем для КТП-2

$$U_a = \frac{7,6}{630} \cdot 100 = 1,2 \text{ В},$$

$$U_p = \sqrt{5,5^2 + 1,2^2} = 5,37 \text{ В},$$

$$\Delta U_T = 0,8 \cdot ((1,2 \cdot 0,95) + (5,37 \cdot 0,31)) = 2,24 \text{ В},$$

$$\Delta U_p = 105 - 97,5 - 2,24 = 5,25\% .$$

Аналогично производим расчет для КТП-1. Результаты расчетов занесены в таблицу 2.3.

Потери напряжения при заданном значении сечения проводов можно определить формуле

$$\Delta U = \frac{M}{C \cdot S}, \quad (2.16)$$

И наоборот, при заданном значении потери напряжения можно определить сечение провода по формуле

$$S = \frac{M}{C \cdot \Delta U}, \quad (2.17)$$

где M – момент нагрузки, кВт·м;

C – коэффициент, зависящий от материала провода и напряжения сети определяется по таблице 12.46 [6]

					БР–02069964–13.03.02–07–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Определим сечение проводов для станочного отделения цеха №2. На рисунке 2.3 представлена схема питания осветительных установок станочного отделения цеха №2.

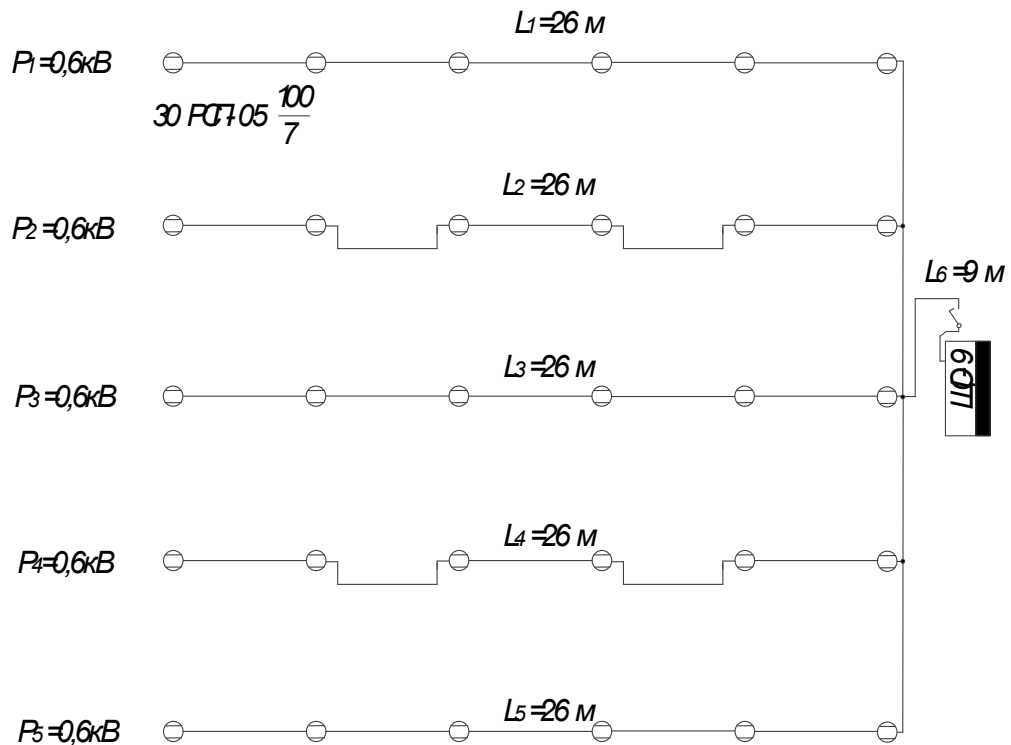


Рисунок 2.2 – Схема питания осветительных установок станочного отделения цеха №2

Момент нагрузки определяется по формуле

$$M = P_p \cdot L_n. \quad (2.18)$$

Определим момент нагрузки для линии L_1

$$M_1 = 0,6 \cdot 26 = 15,6 \text{ кВт},$$

$$M_1 = M_2 = M_3 = M_4 = M_5 = 15,6 \text{ кВт}.$$

Определим момент нагрузки для линии L_6

$$M_6 = 5 \cdot 0,6 \cdot 9 = 21 \text{ кВт.}$$

Суммарный момент нагрузки для линии осветительных установок

$$M_{\text{сумм}} = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6,$$

$$M_{\text{сумм}} = 15,6 + 15,6 + 15,6 + 15,6 + 15,6 + 21 = 99 \text{ кВт,}$$

$$S = \frac{99}{12,1 \cdot 5,25} = 1,56 \text{ мм}^2.$$

Выбираем провод ПВС сечением $2 \times 4 \text{ мм}^2$

Потери напряжения ΔU на линии L_6 ,

$$\Delta U = \frac{99}{12,1 \cdot 4} = 2,05\% .$$

Допустимые потери напряжения составляют $U_{\text{дон}} = 4\% > \Delta U = 3,34$.

Аналогично производится расчет для остальных производственных помещений. Результаты расчетов занесены в таблицу 2.3.

Расчетный ток определяется по формуле

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \phi} . \quad (2.19)$$

Для кабеля, питающий ЩО №2 и ЩО №3 расчетный ток

					БР-02069964-13.03.02-07-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

$$I = \frac{12,1}{1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 21,49 \text{ А.}$$

Предварительно выбираем кабель ВВГ 4х4мм², $I_{дон} = 27 \text{ А} > I = 21,49 \text{ А}$.

Аналогично производится расчет для остальных производственных помещений. Результаты расчетов занесены в таблицу 2.3.

Фактическая потеря напряжения в кабеле, питающий ЩО-8,9, определяется по формуле

$$U_{\phi} = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi), \quad (2.20)$$

где I – расчетный ток линии, А;

L – длина линии, км;

r_0, x_0 – соответственно активное и реактивное сопротивление 1 км проводника линии опережета по таблице 12.43 [5], Ом/км.

$$U_{\phi} = \sqrt{3} \cdot 37 \cdot 0,02 \cdot (4,6 \cdot 0,85 + 0,107 \cdot 0,52) = 2,92 \text{ В.}$$

Фактическая потеря напряжения в кабеле в процентном соотношении определяется по формуле

$$U_{\phi} \% = \frac{U_{\phi}}{U_{ном}}, \quad (2.21)$$

$$U_{\phi} = \frac{2,92}{380} \cdot 100 = 0,78.$$

Допустимые потери напряжения составляют $U_{дон} = 4\% > U_{\phi} = 0,78\%$.

Выбранный по допустимому нагреву кабель ВВГ 4х4мм² удовлетворяет допустимой потере напряжения.

Аналогично производится расчет для остальных производственных помещений. Результаты расчетов занесены в таблицу 2.3.

					<i>БР-02069964-13.03.02-07-18</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Изм. Лист № Докум. Подпись Дата

БР-02069964-13.03.02-01-18

27

Таблица 2.3 – Электротехнический расчет системы освещения

Помещения	№ ЩО	P_n	P_c	ΔU_p	M	S	Тип кабеля	ΔU	I	U_ϕ	$U_\phi\%$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Малярный цех												
Площадка контроля №1	ЩО-1	3,38	3,07	5,25	84	1,32	ПВС 2x4мм ²	1,74				
Проходная	ЩО-2	10,8	7,6		40	1,03	ПВС 2x2,5мм ²	1,32				
Малярный участок					36	0,93	ПВС 2x2,5мм ²	1,19				
	Всего по ЩО-1,2	14,18	10,67				ВВГ 4x4мм ²		19,09	2,62	0,69	
Электромеханический цех №12												
Станочное отделение №1	ЩО-3	3,04	2,97	5,29	85	1,33	ПВС 2x4мм ²	1,76				
Станочное отделение №2	ЩО-4	10,78	7,45		50	0,78	ПВС 2x2,5мм ²	1,65				
Проходная					35	0,55	ПВС 2x2,5мм ²	1,16				
	Всего по ЩО-3,4	13,82	10,42				ВВГ 4x4мм ²		18,65	3,20	0,84	
Вспомогательный цех												
Станочное сварочное отделение	ЩО-5	9,78	8,18	5,29	60	0,94	ПВС 2x2,5мм ²	1,98				
Площадка №1					55,5	0,87	ПВС 2x2,5мм ²	1,83				
Центральная Проходная №1					372	5,81	ПВС 2x10 мм ²	3,07				
Центральная Проходная №2												
Центральная Проходная №3												
Площадка №2	ЩО-6	5,68	4,53	112	1,75	ПВС 2x4мм ²	2,31					
	Всего по ЩО-5,6	15,46	12,71				ВВГ 4x4мм ²		22,75	8,59	2,26	
Сборочный цех №10												
Зона инструментами	ЩО-7	7,1	6,75	5,25	36	0,57	ПВС 2x2,5мм ²	1,19				
Сборочная площадка					56	0,88	ПВС 2x4мм ²	1,16				
	Всего по ЩО-7	7,66	7,95				ВВГ 4x4мм ²		14,23	1,95	0,51	

Лист

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Окончание таблицы 2.3														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Электромеханический цех №2																			
					Проходная №1	ЩО-8	9,56	7,1	5,25	13	0,20	ПВС 2x2,5мм2	0,43						
					Проходная №2					4	0,06	ПВС 2x2,5мм2	0,13						
					Проходная №3					11	0,17	ПВС 2x2,5мм2	0,36						
					Термический участок №1					16	0,25	ПВС с2x2,5мм2	0,53						
					Термический участок №2					24	0,38	ПВС с2x2,5мм2	0,79						
					Термический участок №3					36	0,57	ПВС с2x2,5мм2	1,19						
					Коорд. Шлифовальный участок					28	0,44	ПВС 2x2,5мм2	0,93						
					Заготовочный участок					17,5	0,28	ПВС с2x2,5мм2	0,58						
					Главный склад					70	1,10	ПВС 2x4мм2	1,45						
					Станочное отделение					ЩО-9	5,98	4,91		99	1,56	ПВС 2x4мм2	2,05		
						Всего по ЩО-8,9	15,54	12,01				ВВГ 4x4мм2		21,49	2,95	0,78			
Электротехнический цех №4																			
					Площадка №1	ЩО-10	9,22	6,73	5,25	112	1,76	ПВС 2x4мм2	2,31						
					Площадка №2	ЩО-11	22,86	15,63		38	0,60	ПВС 2x2,5мм2	1,26						
					Проходная №1		108	1,70	ПВС 2x4мм ²	2,23									
					Проходная №2														
					Проходная №3	Всего по ЩО-10,11	32,08	22,36				ВВГ 4x16мм2		40,02	3,56	0,94			

БР-02069964-13.03.02-01-18

3 Расчет системы электроснабжения

Питание потребителей осуществляется от КТП-2, расположенной в цехе №2. КТП-2 питается от ГРП и преобразует напряжение 10 кВ на 0,4 кВ.

Так как потребители электроэнергии завода относятся по надежности ко II и III категории, электроснабжение планируется осуществить по двум кабельным линиям, питающие КТП-2. Распределение электроэнергии к отдельным потребителям планируется осуществить кабельными линиями марки ВВГ и АВВГ, проложенными в трубах вдоль стен под полом и закрепленными кронштейнами.

3.1 Расчет электрических нагрузок электроприемников

Расчет ведем на примере РП10.

К РП10 подключены следующие аппараты, представленные в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Перечень электрооборудования

Название аппарата	Кол-во аппаратов	Мощность, кВт
Вертикально-сверлильный станок	1	7
Настольно-сверлильный станок	2	4
Заточной станок	5	4
Резьбо-шлифовальный станок	2	5
Установка пневмоструйная	1	0,75

Номинальная (общая) мощность электроприемников определяется по формуле

$$P_n = p_n \cdot n \quad (3.1)$$

где p_n – номинальная мощность одного электроприемника, кВт;

n - количество электроприемников данного типа, шт

Номинальная (общая) мощность для настольно-сверлильных станков

$$P_n = 2 \cdot 4 = 8 \text{ кВт.}$$

В итоговой строке для РП 3 определяем $\sum P_n$

$$\sum P_n = 7 + 8 + 20 + 10 + 0,75 = 45,75 \text{ кВт.}$$

По таблице В.1 [1], принимаем значение коэффициента использования электроприменика K_u .

Для вертикально-сверлильных станков $K_u = 0,14$; $\cos = 0,5$; $tg \varphi = 1,73$.

Средняя активная нагрузка за смену определяется по формуле

$$P_c = K_u \cdot P_n, \quad (3.2)$$

где K_u – коэффициент использования электроприемников;

P_n – номинальная (общая) мощность электроприемников, кВт;

Средняя активная нагрузка за смену для настольно-сверлильных станков

$$P_c = 8 \cdot 0,14 = 1,12 \text{ кВт.}$$

В итоговой строке для РП 3 определяем $\sum P_c$

$$\sum P_c = 0,98 + 1,12 + 2,8 + 1,4 + 0,71 = 7,01 \text{ кВт.}$$

Средняя реактивная нагрузка за смену определяется по формуле

$$Q_c = P_c \cdot tg \varphi, \quad (3.3)$$

где $tg \varphi$ – коэффициент реактивной мощности.

					БР–02069964–13.03.02–07–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Средняя реактивная нагрузка для настольно-сверлильных станков

$$Q_c = 1,73 \cdot 1,12 = 1,94 \text{ квар.}$$

В итоговой строке для РП 3 определяем $\sum Q_c$

$$\sum Q_c = 1,7 + 1,94 + 4,85 + 2,42 + 0,44 = 11,35 \text{ квар.}$$

Групповой коэффициент использования для узла питания определяется по формуле

$$K_u = \frac{\sum P_c}{\sum P_n}, \quad (3.4)$$

$$K_u = \frac{7,01}{45,75} = 0,15.$$

Для последующего определения $n_{\text{э}}$ для каждой группы электроприемников определяется величина np_n^2 .

Для настольно-сверлильных станков $np_n^2 = 32$.

В итоговой строке их суммарное значение $\sum np_n^2$

$$\sum np_n^2 = 49 + 32 + 80 + 50 + 0,56 = 211,56.$$

Эффективное число электроприемников определяется по формуле

$$n_{\text{э}} = \frac{(\sum P_n)^2}{\sum np_n^2}, \quad (3.5)$$

$$n_3 = \frac{45,75^2}{211,56} = 9,89.$$

По таблице В.2 [1], находится значение коэффициента расчетной нагрузки, т.к. $K_u = 0,15$, а $n_3 = 9,89$, то $K_p = 1,72$.

Активная расчетная мощность группы электроприемников определяется по формуле

$$P_p = K_p \cdot \sum P_c, \quad (3.6)$$

$$P_p = 1,72 \cdot 7,01 = 12,06 \text{ кВт.}$$

Значение расчетной реактивной мощности, определяется следующим образом. Для питающих сетей напряжением до 1 кВ в зависимости от n_3 ,

$$\text{при } n_3 \leq 10 \quad Q_p = 1,1 \sum Q_c;$$

$$\text{при } n_3 > 10 \quad Q_p = \sum Q_c.$$

$$Q_p = 11,35 \cdot 1,1 = 12,49 \text{ квар.}$$

Значение расчётной полной мощности определяем по формуле

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \quad (3.7)$$

$$S_p = \sqrt{12,06^2 + 12,49^2} = 17,36 \text{ кВА.}$$

Значение токовой расчётной нагрузки определяется по формуле

					БР–02069964–13.03.02–07–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_n}, \quad (3.8)$$

$$I_p = \frac{17,36}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 26,38 \text{ А.}$$

Аналогично рассчитываются остальные группы электроприемников. Результаты расчета занесены в таблицу 3.3.

Наряду с 3-фазными электроприемниками в цеху используются также и однофазные электроприемники (сварочные агрегаты, гальванические электроустановки, осветительные электроустановки, розеточная сеть и др.).

Расчет ведем на примере РП21.

К РП-21 подключена розеточная сеть, параметры которой представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень однофазного электрооборудования

Название аппарата	Мощность P_n , кВт	Кол-во, шт	$\sum P_n$, кВт
Розетка	0,15	40	6
Розетка	0,15	40	6
Розетка	0,15	40	6

Распределение нагрузки по фазам показано на рисунке 3.1.

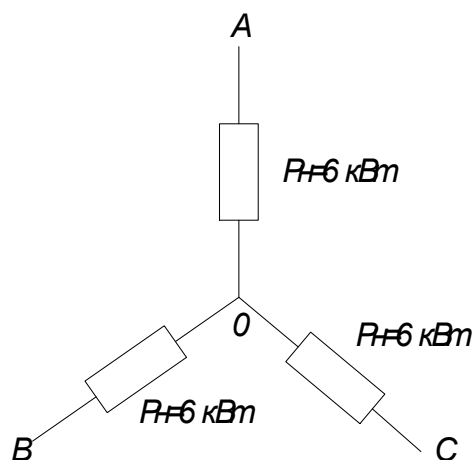


Рисунок 3.1 – Распределение нагрузки по фазам

При наличии группы однофазных электроприемников, которые распределены по фазам с неравномерностью менее 15% по отношению к общей мощности трехфазных и однофазных электроприемников в группе, они могут быть представлены в расчетах как эквивалентная группа трехфазных электроприемников с той же суммарной номинальной мощностью.

Неравномерность распределения однофазных электроприемников по фазам определяется по формуле

$$H = \frac{P_{\text{ф.нб}} - P_{\text{ф.нм}}}{P_{\text{н}\Sigma}} \quad (3.9)$$

где $P_{\text{ф.нб}}$ – мощность электроприемников наиболее загруженной фазы, кВт;

$P_{\text{ф.нм}}$ – мощность электроприемников наименее загруженной фазы, кВт;

$P_{\text{н}\Sigma}$ – суммарная мощность трехфазных и однофазных электроприемников в группе, кВт.

$$H = \frac{6 - 6}{18} = 0$$

Неравномерность загрузки по фазам не превышает 15% по отношению к общей мощности однофазных электроприемников в группе.

Расчет нагрузок для однофазных электроприемников ведем по формулам 3.2-3.8

$$P_c = 6 \cdot 1 = 6 \text{ кВт},$$

$$\Sigma P_c = 6 + 6 + 6 = 18 \text{ кВт},$$

$$Q_c = 0,62 \cdot 6 = 3,7 \text{ квар},$$

					БР–02069964–13.03.02–07–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$\Sigma Q_c = 3,7 + 3,7 + 3,7 = 11,6 \text{ квар,}$$

$$K_u = \frac{18}{18} = 1,$$

$$\Sigma np_n^2 = 0,9 + 0,9 + 0,9 = 2,7.$$

Расчетная нагрузка для однофазных электроприемников в случае, когда их количество больше, чем 3, при одинаковых коэффициентах использования K_u и мощности $\cos \varphi$, определяется по формулам

$$P_p = 3 \cdot K_u \cdot K_p \cdot P_{n\max\varphi}, \quad (3.10)$$

$$Q_p = 3 K_u K_p P_{n\max\varphi} \cdot \operatorname{tg} \varphi. \quad (3.11)$$

где K_p – коэффициент расчетной активной нагрузки, определяется в зависимости от группового коэффициента использования K_u и эффективного количества электроприемников в группе $K_p = f(K_u; n_g)$.

При этом эффективное количество однофазных электроприемников определяется по формуле

$$n_g = \frac{2 \Sigma P_{н.о.}}{3 \cdot P_{н.о.\max}}, \quad (3.12)$$

где $\Sigma P_{н.о.}$ – сумма номинальных мощностей однофазных электроприемников в группе, кВт;

$P_{н.о.\max}$ – наибольшая номинальная мощность однофазного электроприемника в группе, кВт;

Эффективное число электроприемников для РП-1

					БР–02069964–13.03.02–07–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$$n_3 = \frac{2 \cdot 18}{3 \cdot 0,15} = 80,$$

Для РП-21 принимаем $P_{н\max\phi} = 3,32$ кВт, $K_p = 1$.

Расчетная активная нагрузка для РП-1

$$P_p = 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 6 = 18 \text{ кВт.}$$

Расчетная реактивная нагрузка для РП-21

$$Q_p = 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 0,62 = 11,16 \text{ квар}$$

Значение расчётной полной мощности определяем по формуле

$$S_p = \sqrt{18^2 + 11,16^2} = 21,18 \text{ кВА.}$$

Значение токовой расчётной нагрузки определяется по выражению

$$I_p = \frac{21,18}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 32,17 \text{ А.}$$

Аналогично рассчитываются остальные группы однофазных электроприемников. Результаты расчета занесены в таблицу 3.3

					БР-02069964-13.03.02-07-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

БР-02069964-13.03.02-01-18

37

Лист

Таблица 3.3 – Расчет электрических нагрузок

Исходные данные				Расчетные величины			Эффективное число электроприемников $n_{эф}$	Коэффициент расчетной нагрузки K_p	Расчетная мощность			Расчетный ток I_p, A		
по заданию технологов		По справочным данным		P_c	Q_c	pn_n^2			Активная $P_p, кВт$	Реактивная $Q_p, квар$	Полная $S_p, кВт·А$			
Наименование электроприемников	Кол-во электроприемников n , шт.	Номинальная (установленная) мощность, кВт		Коэффициент использования K_u	Коэффициент мощности $\frac{\cos \varphi}{tg \varphi}$									
		одного электроприемника P_n	общая P_n											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
РУ-1														
Маллярный цех														
РП-1														
Покрасочная камер	2	21	42	0,6	0,8/0,75	25,2	18,9	882						
Всего по РП-1	2	21	42	0,6	0,8/0,75	25,2	18,9	882	2	1,33	33,52	20,79	39,44	59,92
РП-2														
Вентилятор вытяжной	2	30	60	0,6	0,8/0,75	36	27	1800						
Всего по РП-2	2		60	0,6	0,8/0,75	36	27	1800	2	1,33	47,88	29,7	56,34	85,61
РП-3														
Компрессоры	3	13	39	0,7	0,8/0,75	27,3	20,48	507						
Всего по РП-3	3		39	0,7	0,8/0,75	27,3	20,48	507	3	1,14	31,12	22,52	38,42	58,37
РП-4														
Насосы	4	10	40	0,7	0,8/0,75	28	21	400						
Всего по РП-4	4		40	0,7	0,8/0,75	28	21	400	4	1,06	29,68	23,10	37,61	57,14
ЩО-1														
Светильники РСР -05	21	0,1	2,1	0,95	0,85/0,62	2	1,24	0,21						
Светильники ЛСП13	6	0,08	0,48	0,6	0,92/0,43	0,29	0,12	0,04						
Всего по ЩО-1	27		2,58	0,89	0,86/0,6	2,31	1,36	0,25	17	1	2,31	1,36	2,68	3,50
ЩО-2														
Светильники РСР -05	28	0,1	2,8	0,95	0,85/0,62	2,66	1,65	0,28						
Светильники ЛСП13	110	0,08	8,8	0,6	0,92/0,43	5,28	2,25	0,7						
Всего по ЩО-2	138		11,6	0,72	0,91/0,47	8,36	3,90	0,98	77	1	8,36	3,90	9,23	12,71

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Всего по Малярному цеху	187		196,2	0,65	0,81/0,73	128,27	93,31	3590,3	13	1	128,27	93,31	158,6	241
Сборочный Цех №10														
РП-5														
Вентилятор вытяжной	4	45	180	0,6	0,8/0,75	108	81	8100						
Всего по РП-5	4		180	0,6	0,8/0,75	108	54	8100	4	1,12	120,96	89,1	150,23	228,26
РП-6														
Кран-балка	1	30	30	0,1	0,5/1,73	3	5,2	900						
Всего по РП-6	1		30	0,1	0,5/1,73	3	5,2	900	1	8	30	5,72	30,54	46,4
РП-7														
Сварочные агрегаты	4	23	92	0,35	0,5/1,73	32,2	55,77	2116						
Всего по РП-7	4		92	0,35	0,5/1,73	32,2	55,77	2116	4	1,36	43,79	61,35	75,38	114,52
ЩО-7														
Светильники РСР -05	71	0,1	7,1	0,95	0,85/0,62	6,745	4,18	0,71						
Всего по ЩО-7	71		7,1	0,95	0,85/0,62	6,745	4,18	0,71	47	1	6,745	4,18	7,94	10,25
ЩАО-4														
Светильники РСР -05	10	0,1	1	1	0,85/0,62	1	0,62	0,1						
Всего по ЩАО-4	10		1	1	0,85/0,62	1	0,62	0,1	7	1	1	0,62	1,18	1,52
Всего по цеху №10	90		310,1	0,49	0,7/1,03	150,95	146,8	11116	13	1	150,95	146,8	210,54	319,88
Цех №4														
РП-21														
Розетоная сеть	40													
Розетоная сеть	40	0,15	18	1	0,85/0,62	18	11,16	2,9						
Розеточная сеть	40													
Всего по РП-21	120		18	1	0,85/0,62	18	11,16	2,7	80	1	18	11,16	21,18	25,74
РП-22														
Вентилятор вытяжной	2	30	60	0,6	0,8/0,75	36	27	1800						
Всего по РП-22	2		60	0,6	0,8/0,75	36	27	1800	2	1,33	47,88	29,7	56,34	85,61
РП-23														
Розеточная сеть	30	0,15	4,5	1	0,85/0,62	4,5	2,23	0,68						
Всего по РП-23	30		4,5	1	0,85/0,62	5,5	2,23	0,68	20	1	4,5	2,23	4,24	6,43
Всего по РП-21,23	150		22,5	0,8	0,85/0,62	18	11,16	3,375	100	1	18	11,15	21,18	27,35
ЩО-10														
Светильники РСР -05	25	0,1	2,5	0,95	0,85/0,62	2,38	1,47	0,25						
Светильники ЛСП13	84	0,08	6,72	0,6	0,92/0,43	4,03	1,72	0,54						
Всего по ЩО-10	109		9,22	0,73	0,9/0,47	6,73	3,19	0,79	62	1	6,72	3,19	7,45	10,22
ЩО-11														
Светильники РСР -05	27	0,1	2,7	0,95	0,85/0,62	2,57	1,59	0,27						

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Всего по ЩО-11	279		22,86	0,68	0,92/0,43	15,63	6,74	1,88	152	1	15,62	6,74	17,02	23,75
ЩАО-6														
Светильники РСРП -05	11	0,1	1,1	1	0,85/0,62	1,1	0,68	0,11						
Всего по ЩАО -6	11		1,1	1	0,85/0,62	1,1	0,68	0,11	7	1	1,1	0,68	1,29	1,67
Всего по Цеху №4	551		115,6	0,67	0,85/0,63	77,46	48,77	1806,2	4	1,07	82,88	48,77	96,16	146,11
РУ-2														
Электромеханический Цех №2														
РП-8														
Резьбо-шлифовальный станок	4	7	28	0,14	0,5/1,73	3,92	6,79	196						
Пресс гидравлический	1	7	7	0,25	0,5/1,73	1,75	3,03	49						
Всего про РП-8	5		35	0,16	0,5/1,73	5,67	9,82	245	5	2,02	11,45	10,8	15,74	23,92
РП-9														
Фрезерные станок с ЧПУ КХ22	3	15	45	0,14	0,5/1,73	6,3	10,91	675						
Всего про РП-9	3		45	0,14	0,5/1,73	6,3	10,91	675	3	3,12	19,66	12,0	23,03	34,99
РП-10														
Вертикально-сверлильный станок	1	7	7	0,14	0,5/1,73	0,98	1,70	49						
Настольно-сверлильный станок	2	4	8	0,14	0,5/1,73	1,12	1,94	32						
Заточной станок	5	4	20	0,14	0,5/1,73	2,8	4,85	80						
Резьбо-шлифовальный станок	2	5	10	0,14	0,5/1,73	1,40	2,42	50						
Установка пневмоструйная	1	0,75	0,75	0,95	0,85/0,62	0,71	0,44	0,56						
Всего про РП-10	11		45,75	0,15	0,53/1,58	7,01	11,35	211,56	10	1,72	12,06	12,49	17,36	26,38
Всего про РП-9,10	14		90,7	0,15	0,5/1,67	13,31	22,2	886,56	10	1,80	23,96	24,5	34,26	52,06
РП-11														
Резьбо-шлифовальный станок	4	7	28	0,14	0,5/1,73	3,92	6,79	196						
Ножницы гильотинные	1	22	22	0,25	0,65/1,17	5,5	6,43	484						
Всего по РП-11	5		50	0,19	0,58/1,4	9,42	13,22	680	4	2,37	22,00	14,54	26,37	40,07
РП-12														
Токарный станок с ЧПУ	5	15	75	0,25	0,65/1,17	18,75	21,92	1125						
Всего по РП-12	5		75	0,25	0,65/1,17	18,75	21,92	1125	5	1,54	28,88	24,11	37,62	57,16

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
РП-13														
Резьбо-шлифовальный станок	2	4	8	0,14	0,5/1,73	1,12	1,94	32						
Внутришлифовальный станок	1	2,2	2,2	0,14	0,5/1,73	0,308	0,53	4,84						
Горизонтально-фрезерный станок	2	5	10	0,14	0,5/1,73	1,4	2,42	50						
Точильно-шлифовальный станок	1	3	3	0,14	0,5/1,73	0,42	0,73	9						
Всего по РП-13	6		23,2	0,14	0,5/1,73	3,248	5,63	95,84	6	2,24	7,28	6,19	9,55	14,51
Всего по РП-12,13	10		98,2	0,22	0,62/1,25	21,99	27,6	1220,8	8	1,5	33	30,3	44,8	68,07
РП-14														
Токарный станок с ЧПУ	3	30	90	0,6	0,7/1,02	54	55,09	2700						
Всего по РП-14	3		90	0,6	0,7/1,02	54	55,09	2700	3	1,22	65,88	60,6	89,51	136
РП-15														
Радiallyно-сверлильный станок	2	5	10	0,14	0,5/1,73	1,4	2,42	50						
Кругло-шлифовальный станок	2	2,2	4,4	0,14	0,5/1,73	0,62	1,07	9,68						
Всего по РП-15	4		14,4	0,14	0,5/1,73	2,02	3,49	59,68	4	4,71	5,00	3,84	6,31	9,58
Всего по РП-14,15	6		104,4	0,54	0,69/1,05	56,016	58,58	2759,7	3,95	1,25	70,02	64,44	95,16	144,58
РП-16														
Шахтная печь	1	100	100	0,5	0,95/0,33	50	16,43	10000						
Пресс пневматический	2	7,5	15	0,25	0,65/1,17	3,75	4,38	112,5						
Всего по РП -16	3		115	0,47	0,93/0,39	53,75	20,82	10112	2	1,72	100	22,9	102,59	155,87
РП-17														
Координатно-расточный станок	2	3	6	0,14	0,5/1,73	0,84	1,45	18						
Механическая пила	1	1,1	1,1	0,06	0,65/1,17	0,066	0,08	1,21						
Электроэрозионный станок	2	0,75	1,5	0,14	0,5/1,73	0,21	0,36	1,125						
Всего по РП-17	5		8,6	0,13	0,5/1,7	1,116	1,90	20,34	4	3,35	3,74	2,09	4,28	6,50
Всего по РП-16,17	8		123,6	0,44	0,92/0,41	54,87	22,71	10132	2	1,7	93,27	24,99	96,56	146,71
РП-18														
Электропечь	5	75	375	0,5	0,95/0,33	187,5	61,63	28125						
Всего по РП-18	5		375	0,5	0,95/0,33	187,5	61,63	28125	5,00	1,16	217,50	38,4	227,82	346,14
РП-19														
Заточной станок с программатором	2	4	8	0,14	0,5/1,73	1,12	1,94	32						

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Окончание таблицы 3.3																				
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
					Настольно-сверлильный станок	2	2,2	4,4	0,14	0,5/1,73	0,616	1,07	9,68												
					Всего по РП-19	4		12,4	0,14	0,5/1,73	1,736	3,01	41,68	4	3,12	5,42	3,31	6,35	9,64						
					РП-20																				
					Электропечь	2	60	120	0,5	0,95/0,33	60	19,72	7200												
					Установка ТВЧ	1	60	60	0,5	0,95/0,33	30	9,86	3600												
					Электроэрозионный станок	3	0,75	2,25	0,14	0,5/1,73	0,32	0,55	1,69												
					Точильно-шлифовальный станок	2	3	6	0,14	0,5/1,73	0,84	1,45	18												
					Заточной станок с программатором	2	4	8	0,14	0,5/1,73	1,12	1,94	32												
БР-02069964-13.03.02-01-18					Всего по РП-20	10		196,2	0,5	0,94/0,36	92,28	33,52	10851	4	1,34	123,65	36,87	129,03	196,04						
					Всего по РП-19,20	18		208,7	0,5	0,93/0,39	94,01	36,53	10893	4	1,21	113,75	40,18	120,64	183,3						
										ЩО-8															
										Светильники РСП -05	47	0,1	4,7	0,95	0,85/0,62	4,47	2,77	0,47							
										Светильники ЛСП13	16	0,08	1,28	0,6	0,92/0,43	0,77	0,33	0,1024							
										Всего по ЩО-8	63		5,98	0,89	0,86/0,58	5,29	3,09	0,5724	40	1	5,29	3,09	6,13	8,04	
										ЩО-9															
										Светильники РСП -05	30	0,1	3	0,95	0,85/0,62	2,85	1,77	0,3							
										Светильники ЛСП13	82	0,08	6,56	0,6	0,92/0,43	3,94	1,68	0,5248							
										Всего по ЩО-9	112		9,56	0,74	0,89/0,48	7,1	3,44	0,8248	64	1	7,10	3,44	7,89	10,79	
										ЩАО-5															
										Светильники РСП -05	17	0,1	1,7	1	0,85/0,62	1,7	1,05	0,17							
										Всего по ЩАО-5	17		1,7	0,05	0,85/0,62	1,7	1,05	0,17	11	1	0,08	0,05	0,10	2,58	
										Всего по Цеху №2	261		1102	0,4	0,49/1,76	456,89	259,9	54945	22	1	456,89	259,9	525,64	798,2	
										Всего на РУ-1	828	1	622	0,57	0,78/0,81	356,67	288,8	16513,	27	0,85	303,17	288,8	418,75	636,22	
										Всего на РУ-2	261	1	1102	0,41	0,87/0,57	456,89	259,9	54944	22	0,75	342,67	259,9	430,08	653,44	
										Всего на КТП-2	1089		1724	0,47	0,56/1,48	813,56	548,7	71458,	34	0,79	642,71	548,7	845,11	1284,01	

3.2 Выбор силового трансформатора

Номинальная мощность трансформаторов определяется по итоговой средней нагрузке за максимально загруженную смену

$$S_c = \sqrt{P_c^2 + Q_c^2}, \quad (3.13)$$

$$S_c = \sqrt{813,56^2 + 548,75^2} = 981,33 \text{ кВА.}$$

по формуле

$$S_{\text{ном.т}} = \frac{S_c}{NK_3}, \quad (3.14)$$

$$S_{\text{ном.т}} = \frac{981,33}{2 \cdot 0,9} = 545,18 \text{ кВА.}$$

По таблице Д.3 [1] выбираем комплектную трансформаторную подстанцию с двумя трансформаторами.

Таблица 3.5 – Характеристики трансформатора

Тип	Схем	Потери, Вт		$U_{кз}, \%$	$I_{хх}, \%$	Сопротивление, мОм			
		$\Delta P_{хх}$	$\Delta P_{кз}$			R_T	X_T	Z_T	$Z_T^{(1)}$
ТМЗ-630/10/0,4	Y/Y _н - 0	1310	7800	5,5	1,8	1,7	13,6	14	128

Уточним значение коэффициента загрузки трансформаторов

$$K_3 = \frac{S_c}{NS_{\text{ном.т}}}, \quad (3.15)$$

$$K_3 = \frac{981,329}{2 \cdot 630} = 0,77.$$

Потери активной мощности в трансформаторах определяются по формуле

$$\Delta P = \Delta P_{xx} + K_3^2 \cdot \Delta P_{кз}, \quad (3.16)$$

где ΔP_{xx} , $\Delta P_{кз}$ – соответственно потери холостого хода и короткого замыкания, кВт выбранных трансформаторов.

$$\Delta P = 1,31 + 0,77^2 \cdot 7,8 = 6,04 \text{ кВт.}$$

Потери реактивной мощности в трансформаторах определяются по формуле 3.20

$$\Delta Q = \Delta Q_{xx} + K_3^2 \cdot \Delta Q_{нагр}, \quad (3.17)$$

где ΔQ_{xx} , $\Delta Q_{нагр}$ – соответственно потери холостого хода и нагрузочные потери, квар.

Потери холостого хода, квар, определяются по формуле

$$\Delta Q_{xx} = S_{ном.т} \frac{I_{xx}}{100}, \quad (3.18)$$

$$\Delta Q_{xx} = 1260 \cdot \frac{1,2}{100} = 22,68 \text{ квар.}$$

Нагрузочные потери, квар, определяются по формуле

$$\Delta Q_{нагр} = S_{ном.т} \frac{U_{xx}}{100}, \quad (3.19)$$

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$$\Delta Q_{xx} = 1260 \cdot \frac{5,5}{100} = 69,3 \text{ квар},$$

$$\Delta Q = 22,68 + 0,77^2 \cdot 69,3 = 64,72 \text{ квар}.$$

Полные потери в трансформаторах определим по формуле

$$\Delta S = \sqrt{\Delta P^2 + \Delta Q^2}, \quad (3.20)$$

$$\Delta S = \sqrt{6,04^2 + 64,72^2} = 64,99 \text{ кВА}.$$

Расчётная мощность на стороне высшего напряжения с учётом потерь и компенсации реактивной мощности определится по формуле

$$S_{вн} = S_{нн} + \Delta S, \quad (3.21)$$

где $S_{нн}$ – расчётная мощность на стороне низкого напряжения с учётом компенсации реактивной мощности, кВА.

$$S_{вн} = 981,33 + 64,99 = 1046,33 \text{ кВА}.$$

Результаты расчётов сведём в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Результирующий расчет нагрузок и мощности трансформаторов

Наименование	$\frac{\cos \varphi}{\text{tg} \varphi}$	Расчётная мощность			Количество и мощность трансформаторов, шт.; кВА
		Активная P_p , кВт	Реактивная Q_p , квар	Полная S_p , кВА	
Всего на РУ	0,56/1,48	642,71	548,75	845,11	2; 630
Потери в трансформаторах		6,04	64,72	65,00	2; 630
Всего на ВН		651.64	616.06	896.75	2; 630

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

3.3 Расчет элементов системы электроснабжения

3.3.1 Расчёт и выбор аппаратов защиты в распределительных устройствах

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

Ток в линии сразу после трансформатора, А, определяется по формуле (3.7) при условии $S_p = S_{ном.т}$ и $U_n = 0,4$ кВ.

Ток в линии к распределительному устройству (пункту), А, определяется по формуле (3.7) при условии $U_n = 0,38$ кВ.

Ток в линии к электродвигателю переменного тока, работающему в повторно-кратковременном режиме, А, определяется по формуле (3.7) при условии $U_n = 0,38$ и приведения мощности к длительному режиму по формуле:

$$p_n = p_n \sqrt{ПВ}, \quad (3.22)$$

Расчетные токи в линиях принимаются как ранее определённые по значениям в графе 15 (таблица 3.3).

В сетях напряжением менее 1 кВ в качестве аппаратов защиты могут применяться автоматические выключатели (автоматы), предохранители и тепловые реле.

Автоматы выбираются согласно условиям

$$U_{н.а} \geq U_n, \quad (3.23)$$

для линии без электродвигателей

$$I_{н.а} \geq I_{н.р}, I_{н.р} \geq I_{дл}, \quad (3.24)$$

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

для линии с одним электродвигателем

$$I_{н.а} \geq I_{н.р}, I_{н.р} \geq 1,25I_{дл}, \quad (3.25)$$

для линии с несколькими электродвигателями

$$I_{н.а} \geq I_{н.р} I_{н.р} \geq 1,1I_{м}, \quad (3.26)$$

где $U_{н.а}$ – номинальное напряжение автомата, В;

$I_{н.а}$ – номинальный ток автомата, А;

$I_{н.р}$ – номинальный ток расцепителя, А;

$I_{дл}$ – длительный ток в линии, А, принимается $I_{дл} = I_p$ по таблице 3.7;

$I_{м}$ – максимальный ток в линии, А, принимается $I_{м} = I_p$ по таблице 3.7.

Рассчитаем автоматический выключатель для защиты станка ЧПУ (подключенного к РП-14)

$$I_{н} = \frac{P_{н}}{\sqrt{3}U_{н} \cos \varphi},$$

$$I_{н} = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,7} = 65,2 \text{ А},$$

$$I_{н.р} \geq 1,1 \cdot 65,2 = 71,72 \text{ А}.$$

По таблице Ж.1 [1] выберем стандартное значение $I_{н.р}$ большее или равное расчетному

$$I_{н.р} = 80,0 \text{ А}.$$

					БР-02069964-13.03.02-01-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Далее по этому значению выберем подходящий для нас автоматический выключатель.

Тип – ВА 51Г-31; $I_{н.а} = 100 \text{ А}$; $I_{н.р} = 80 \text{ А}$; $k_{y(тр)} = 1,35$; $k_{y(эмр)} = 7$.

Для остальных электроприемников расчёт выполним аналогично. Результат расчёт представим в виде таблицы 3.7.

3.3.2 Выбор проводников для линий электроснабжения

Проводники для линий электроснабжения выбираются с учётом соответствия аппарату защиты согласно условию для линии, защищенной автоматом с комбинированным расцепителем

$$I_{\text{доп}} \geq K_{\text{зщ}} K_{y(тр)} I_{н.р}, \quad (3.27)$$

где $I_{\text{доп}}$ – длительно допустимый ток проводника, А, принимается по таблицам Ж.7-Ж.8 [2];

$K_{\text{зщ}}$ – коэффициент защиты, принимается $K_{\text{зщ}} = 1,25$ - для взрыво- и пожароопасных помещений; $K_{\text{зщ}} = 1,0$ - для нормальных (неопасных) помещений;

$K_{y(тр)}$ – кратность уставки теплового расцепителя автомата.

Из таблиц Ж.4-Ж.6 выбираются соответствующие условиям провода или кабели и их данные заносятся в таблицу 3.7.

Рассчитаем кабель для станка ЧПУ, подключенного к РП-14

$$K_{\text{зщ}} K_{y(тр)} I_{н.р} = 1 \cdot 1,25 \cdot 80 = 100,$$

$$I_{\text{доп}} = 105 \geq 100.$$

					БР-02069964-13.03.02-01-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

По таблице Ж.7 [1] выбираем кабель 4-жильный, с алюминиевыми жилами, способ прокладки в трубе под полом: $S = 50 \text{ мм}^2$ (АВВГ 4х50).

Аналогично выполним расчёт для остальных электроприемников, результаты занесём в таблицу 3.7.

					<i>БР-02069964-13.03.02-01-18</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Таблица 3.7 – Сводная ведомость электроприемников

РУ		Электроприемник				Аппарат защиты					Линия электроснабжения		
Тип	I_n	Наименование	n	P_p , кВт	I_n , А	Тип	$I_{н.а}$, А	$I_{н.р}$, А	$K_{y(тр)}$	$K_{y(эвр)}$	Тип	$I_{доп}$, А	L , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
РУ-1	636,22					ВА 53-41	1000		1,25	7	ШРА4-1250	1250	1,5
ЩР-1	241					ВА51-37	400	320	1,25	10	ВВГ 4x185	440	90
РП-1	59,92					ВА51-33	160	80	1,25	10	ВВГ 4x35	135	90
		Покрасочная камер	1	21	39,88	ВА51-31	100	50	1,35	10	АВВГ 4x35	75	5
		Покрасочная камер	1	21	39,88	ВА51-31	100	50	1,35	10	АВВГ 4x35	75	5
РП-2	85,61					ВА51-33	160	100	1,25	10	ВВГ 4x50	135	70
		Вентилятор вытяжной	1	30	56,98	ВА51-33	160	80	1,25	10	АВВГ 4x50	105	8
		Вентилятор вытяжной	1	30	56,98	ВА51-33	160	80	1,25	10	АВВГ 4x50	105	8
РП-3	58,37					ВА51-33	160	80	1,25	10	ВВГ 4x35	135	60
		Компрессор	1	13	24,69	ВА51-31	100	40	1,35	10	АВВГ 4x16	55	8
		Компрессор	1	13	24,69	ВА51-31	100	40	1,35	10	АВВГ 4x16	55	8
		Компрессор	1	13	24,69	ВА51-31	100	40	1,35	10	АВВГ 4x16	55	8
РП-4	57,14					ВА51-33	160	80	1,25	10	ВВГ 4x35	135	8
		Насосы	1	10	18,99	ВА51-31	100	20	1,35	10	АВВГ 4x8	32	10
		Насосы	1	10	18,99	ВА51-31	100	20	1,35	10	АВВГ 4x8	32	10
		Насосы	1	10	18,99	ВА51-31	100	20	1,35	10	АВВГ 4x8	32	10
		Насосы	1	10	18,99	ВА51-31	100	20	1,35	10	АВВГ 4x8	32	10
ЩО-1	3,5					ВА51-25	25	25	1,35	10	ВВГ 4x4	32	60
ЩО-2	12,71					ВА51-25	25	25	1,35	10	ВВГ 4x4	32	75
ЩР-2	319,87					ВА51-37	400	400	1,25	10	ВВГ 4x185	510	20
РП-5	228,25					ВА51-35	250	200	1,25	10	ВВГ 4x95	255	50
		Вентилятор вытяжной	1	45	85,46	ВА51-33	160	100	1,25	10	АВВГ 4x70	135	8
		Вентилятор вытяжной	1	45	85,46	ВА51-33	160	100	1,25	10	АВВГ 4x70	135	8
		Вентилятор вытяжной	1	45	85,46	ВА51-33	160	100	1,25	10	АВВГ 4x70	135	70
		Вентилятор вытяжной	1	45	85,46	ВА51-33	160	100	1,25	10	АВВГ 4x70	135	70
РП-6	46,4					ВА51-31	100	63	1,25	10	ВВГ 4x16	80	110
		Кран-балка	1	30	91,16					10	АВВГ 4x25	80	10
РП-7	114,52					ВА51-33	160	125	1,25	10	ВВГ 4x50	175	80
		Сварочные агрегаты	1	23	69,89	ВА51-33	160	80	1,25	10	АВВГ 4x50	105	20
		Сварочные агрегаты	1	23	69,89	ВА51-33	160	80	1,25	10	АВВГ 4x50	105	20
		Сварочные агрегаты	1	23	69,89	ВА51-33	160	80	1,25	10	АВВГ 4x50	105	20
		Сварочные агрегаты	1	23	69,89	ВА51-33	160	80	1,25	10	АВВГ 4x50	105	20
ЩО-4	10,24					ВА51-25	25	25	1,35	10	ВВГ 4x4	27	30

Продолжение таблицы 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ЩР-3	146,11					BA51-35	250	200	1,25	12	ВВГ 4x95	255	55
РП-21,23	27,34					BA51-25	100	31,5	1,35	10	ВВГ 4x8	43	35
РП-21	25,74												
		Розеточная сеть	40	6	10,72	BA47-29	25	12,5	1,35	10	АВВГ 2x3	18	20
		Розеточная сеть	40	6	10,72	BA47-29	25	12,5	1,35	10	АВВГ 2x3	18	20
		Розеточная сеть	40	6	10,72	BA47-29	25	12,5	1,35	10	АВВГ 2x3	18	20
РП-22	85,61					BA51-33	160	100	1,25	10	ВВГ 4x35	135	150
		Вентилятор вытяжной	1	30	56,98	BA51-33	160	80	1,25	10	АВВГ 4x50	105	8
		Вентилятор вытяжной	1	30	56,98	BA51-33	160	80	1,25	10	АВВГ 4x50	105	8
РП-23	6,43					BA51-25	25	6	1,35	10	ВВГ 4x1	14	30
		Розеточная сеть	10	1,5	2,68	BA47-29	25	6	1,35	10	АВВГ 2x2	14	20
		Розеточная сеть	10	1,5	2,68	BA47-29	25	6	1,35	10	АВВГ 2x2	14	10
		Розеточная сеть	10	1,5	2,68	BA47-29	25	6	1,35	10	АВВГ 2x2	14	15
ЩО-10	10,22					BA51-25					ВВГ 4x16	80	70
ЩО-11	23,74					BA51-25					ВВГ 4x16	80	140
РУ-2	653,44					BA 53-41	1000		1,25	7	ШРА4-1250	1250	1,5
РП-8	23,92					BA52-31	100	25	1,35	10	ВВГ 4x6	34	16
		Резьбо-шлифовальный станок	1	7	21,27	BA52-31	100	25	1,35	10	АВВГ 4x10	38	5
		Резьбо-шлифовальный станок	1	7	21,27	BA52-31	100	25	1,35	10	АВВГ 4x10	38	5
		Резьбо-шлифовальный станок	1	7	21,27	BA52-31	100	25	1,35	10	АВВГ 4x10	38	4
		Резьбо-шлифовальный станок	1	7	21,27	BA52-31	100	25	1,35	10	АВВГ 4x10	38	4
		Пресс гидравлический	1	7	21,27	BA52-31	100	25	1,35	10	АВВГ 4x10	38	3
РП-9,10	52,06					BA52-31	100	63	1,35	10	ВВГ 4x25	100	20
РП-9	34,99												
		Фрезерные станок с ЧПУ	1	15	45,58	BA52-31	100	50	1,35	10	АВВГ 4x16	55	8
		Фрезерные станок с ЧПУ	1	15	45,58	BA52-31	100	50	1,35	10	АВВГ 4x16	55	9
		Фрезерные станок с ЧПУ	1	15	45,58	BA52-31	100	50	1,35	10	АВВГ 4x16	55	10
РП-10	26,38					BA52-31	100	31,5	1,35	10	ВВГ 4x8	43	14
		Вертикально-сверлильный станок	1	7	21,27	BA52-31	100	25	1,35	10	АВВГ 4x6	26	8
		Настольно-сверлильный станок	1	4	12,15	BA52-31	100	16	1,35	10	АВВГ 4x5	24	8

Продолжение таблицы 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Настольно-сверлильный станок	1	4	12,15	BA52-31	100	16	1,35	10	ABBГ 4x5	24	8
		Заточной станок	1	4	12,15	BA52-31	100	16	1,35	10	ABBГ 4x5	24	8
		Заточной станок	1	4	12,15	BA52-31	100	16	1,35	10	ABBГ 4x5	24	10
		Заточной станок	1	4	12,15	BA52-31	100	16	1,35	10	ABBГ 4x5	24	7
		Заточной станок	1	4	12,15	BA52-31	100	16	1,35	10	ABBГ 4x5	24	7
		Заточной станок	1	4	12,15	BA52-31	100	16	1,35	10	ABBГ 4x5	24	8
		Резьбо-шлифовальный станок	1	5	15,19	BA52-31	100	16	1,35	10	ABBГ 4x5	24	8
		Резьбо-шлифовальный станок	1	5	15,19	BA52-31	100	16	1,35	10	ABBГ 4x5	24	6
		Установка пневмоструйная	1	0,75	1,34	BA52-31	100	16	1,35	10	ABBГ 4x5	24	6
РП-11	40,7					BA52-31	100	63	1,35	10	BBГ 4x25	100	35
		Резьбо-шлифовальный станок	1	7	21,27	BA52-31	100	25	1,35	10	ABBГ 4x10	38	7
		Резьбо-шлифовальный станок	1	7	21,27	BA52-31	100	25	1,35	10	ABBГ 4x10	38	7
		Резьбо-шлифовальный станок	1	7	21,27	BA52-31	100	25	1,35	10	ABBГ 4x10	38	7
		Резьбо-шлифовальный станок	1	7	21,27	BA52-31	100	25	1,35	10	ABBГ 4x10	38	7
		Ножницы гильотинные	1	22	51,42	BA52-31	100	63	1,35	10	ABBГ 4x50	105	4
РП-12,13	68,07					BA52-31	100	80	1,35	10	BBГ 4x35	135	40
РП-12	57,16												
		Токарный станок с ЧПУ (3Be33)	1	15	35,06	BA52-31	100	40	1,35	10	ABBГ 4x16	55	7
		Токарный станок с ЧПУ (3Be33)	1	15	35,06	BA52-31	100	40	1,35	10	ABBГ 4x16	55	7
		Токарный станок с ЧПУ (3Be33)	1	15	35,06	BA52-31	100	40	1,35	10	ABBГ 4x16	55	7
		Токарный станок с ЧПУ (3Be33)	1	15	35,06	BA52-31	100	40	1,35	10	ABBГ 4x16	55	9
		Токарный станок с ЧПУ (3Be33)	1	15	35,06	BA52-31	100	40	1,35	10	ABBГ 4x16	55	9
РП-13	14,51					BA52-31	100	20	1,35	10	BBГ 4x5	31	1
		Резьбо-шлифовальный станок	1	4	12,15	BA52-31	100	16	1,35	10	ABBГ 4x8	24	8

Продолжение таблицы 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Резьбо-шлифовальный станок	1	4	12,15	BA52-31	100	16	1,35	10	АВВГ 4x8	24	8
		Внутришлифовальный станок	1	2,2	6,69	BA52-31	100	16	1,35	10	АВВГ 4x8	24	8
		Горизонтально-фрезерный станок	1	5	15,19	BA52-31	100	16	1,35	10	АВВГ 4x8	24	6
		Горизонтально-фрезерный станок	1	5	15,19	BA52-31	100	16	1,35	10	АВВГ 4x8	24	6
		Точильно-шлифовальный станок	1	3	9,12	BA52-31	100	16	1,35	10	АВВГ 4x8	24	6,5
РП-14,15	144,58					BA51-35	250	200	1,25	10	ВВГ 4x95	250	45
РП-14	136												
		Токарный станок с ЧПУ	1	30	65,11	BA51-33	160	80	1,25	10	АВВГ 4x50	105	8
		Токарный станок с ЧПУ	1	30	65,11	BA51-33	160	80	1,25	10	АВВГ 4x50	105	5
		Токарный станок с ЧПУ	1	30	65,11	BA51-33	160	80	1,25	10	АВВГ 4x50	105	8
РП-15	9,58					BA52-31	100	25	1,35	10	ВВГ 4x6	34	1
		Родiallyно-сверлильный	1	5	15,19	BA52-31	100	20	1,35	10	АВВГ 4x8	32	9
		Родiallyно-сверлильный	1	5	15,19	BA52-31	100	20	1,35	10	АВВГ 4x8	32	9
		Кругло-шлифовальный станок	1	2,2	6,69	BA52-31	100	16	1,35	10	АВВГ 4x5	32	6
		Кругло-шлифовальный станок	1	2,2	6,69	BA52-31	100	16	1,35	10	АВВГ 4x5	32	6
РП-16,17	146,71					BA52-37	400	250	1,25	12	ВВГ 4x150	330	8
РП-16	155,87												
		Шакхтная печь	1	100	159,93	BA52-35	250	200	1,25	12	ВВГ 4x150	330	3
		Пресс пневматический	1	7,5	17,53	BA52-31	100	25	1,35	10	АВВГ 4x10	55	7
		Пресс пневматический	1	7,5	17,53	BA51-31	100	25	1,35	10	АВВГ 4x10	55	6
РП-17	6,5					BA52-31	25	16	1,35	10	ВВГ 4x2,5	32	2
		Координатно-расточный станок	1	3	9,12	BA51-25	25	16	1,35	10	АВВГ 4x5	24	6,5
		Координатно-расточный станок	1	3	9,12	BA51-25	25	16	1,35	10	АВВГ 4x5	24	6,5
		Механическая пила	1	1,1	2,57	BA51-25	25	10	1,35	10	АВВГ 4x2	14	7
		Электроэрозионный станок	1	0,75	2,28	BA51-25	25	10	1,35	10	АВВГ 4x2	14	9
		Электроэрозионный станок	1	0,75	2,28	BA51-25	25	10	1,35	10	АВВГ 4x2	14	10

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

БР-02069964-13.03.02-01-18

52

Лист

Окончание таблицы 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
РП-18	346,14					BA52-37	400	400	1,25	12	BBГ 4x185	510	9
		Электропечь	1	75	119,95	BA52-33	160	125	1,25	10	BBГ 4x50	175	7
		Электропечь	1	75	119,95	BA52-33	160	125	1,25	10	BBГ 4x50	175	7
		Электропечь	1	75	119,95	BA52-33	160	125	1,25	10	BBГ 4x50	175	8,5
		Электропечь	1	75	119,95	BA52-33	160	125	1,25	10	BBГ 4x50	175	8,5
		Электропечь	1	75	119,95	BA52-33	160	125	1,25	10	BBГ 4x50	175	8,5
РП-19,20	183,3					BA52-35	250	250	1,25	12	BBГ 4x150	330	40
РП-19	9,64					BA52-31	100	16	1,35	10	BBГ 4x2,5	32	0,5
		Заточной станок с программатором	1	4	12,15	BA52-31	100	16	1,35	10	ABBГ 4x5	24	7,5
		Заточной станок с программатором	1	4	12,15	BA52-31	100	16	1,35	10	ABBГ 4x5	24	7,5
		Настольно-сверлильный станок	1	2,2	6,69	BA52-31	100	16	1,35	10	ABBГ 4x5	24	9
		Настольно-сверлильный станок	1	2,2	6,69	BA52-31	100	16	1,35	10	ABBГ 4x5	24	11
РП-20	196,04												
		Электропечь	1	60	95,96	BA52-31	100	125	1,35	10	BBГ 4x50	175	5
		Электропечь	1	60	95,96	BA52-31	100	125	1,25	10	BBГ 4x50	175	5
		Установка ТВЧ	1	60	95,96	BA52-31	100	125	1,25	10	ABBГ 4x95	165	3
		Электроэрозионный станок	1	0,75	2,28	BA51-25	25	6	1,35	10	ABBГ 4x2	14	9
		Электроэрозионный станок	1	0,75	2,28	BA51-25	25	6	1,35	10	ABBГ 4x2	14	9
		Электроэрозионный станок	1	0,75	2,28	BA51-25	25	6	1,35	10	ABBГ 4x2	14	9
		Точильно-шлифовальный станок	1	3	9,12	BA51-25	25	16	1,35	10	ABBГ 4x5	24	18
		Точильно-шлифовальный станок	1	3	9,12	BA51-25	25	16	1,35	10	ABBГ 4x5	24	14
		Заточной станок с программатором	1	4	12,15	BA51-25	25	20	1,35	10	ABBГ 4x5	24	18
		Заточной станок с программатором	1	4	12,15	BA51-25	25	20	1,35	10	ABBГ 4x5	24	14
ЩО-8	8,04					BA52-31	100	16	1,35	10	BBГ 4x4	27	6
ЩО-9	10,79					BA51-25	25	16	1,35	10	BBГ 4x4	27	50

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

БР-02069964-13.03.02-01-18

53 Лист

4 Расчет токов КЗ и проверка аппаратов защиты

4.1 Расчет токов КЗ

Для расчёта токов короткого замыкания составим расчетную схему (рисунок 4.1)

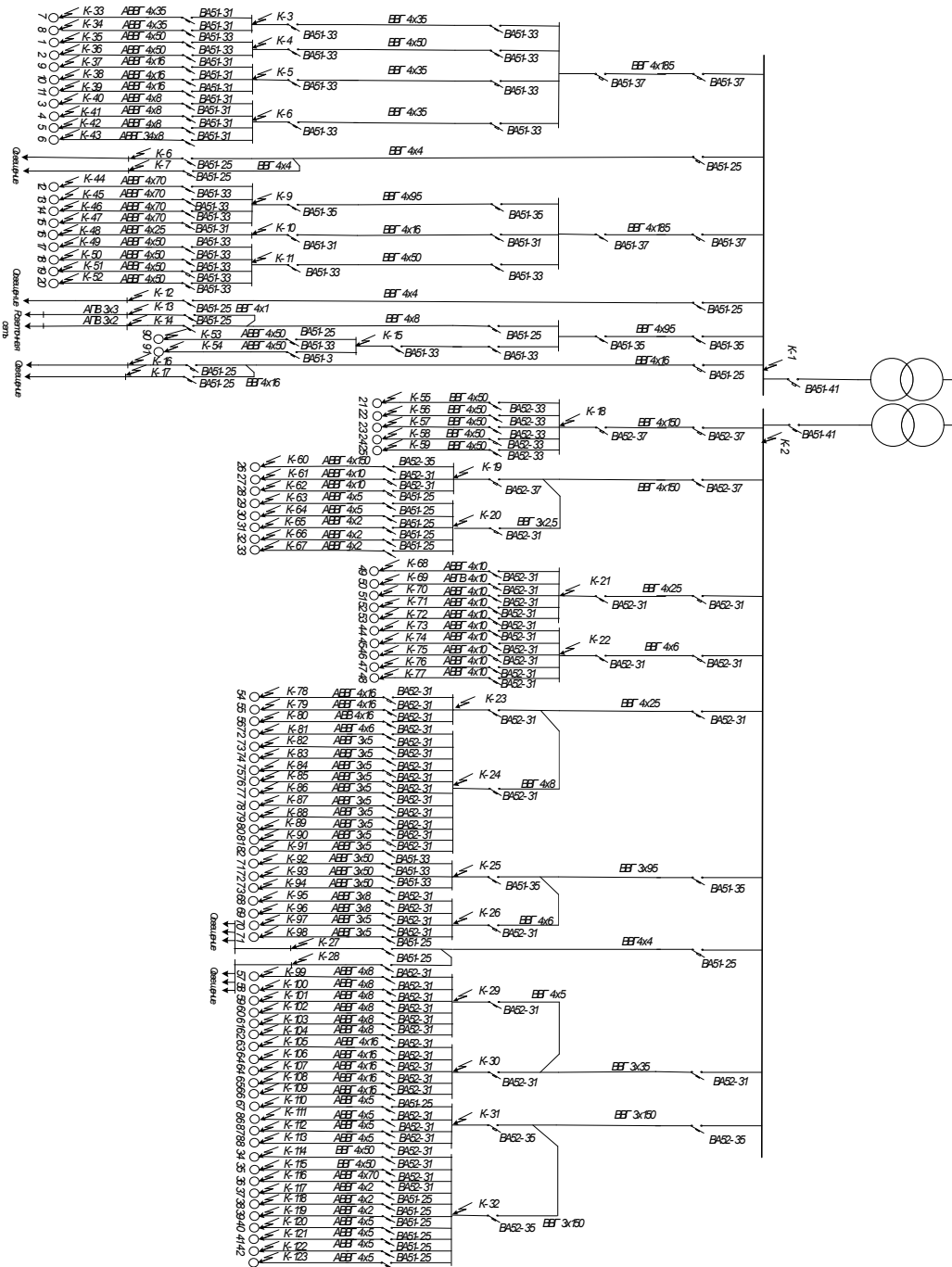


Рисунок 4.1 – Расчётная схема для определения токов КЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-13.03.02-01-18

Лист

54

Выберем линию, питающую станок ЧПУ №71, подключенный к РП-14 ($P_H = 30$ кВт).

Для выбранной линии составим расчётную схему и схему замещения (рисунки 4.2, 4.3).

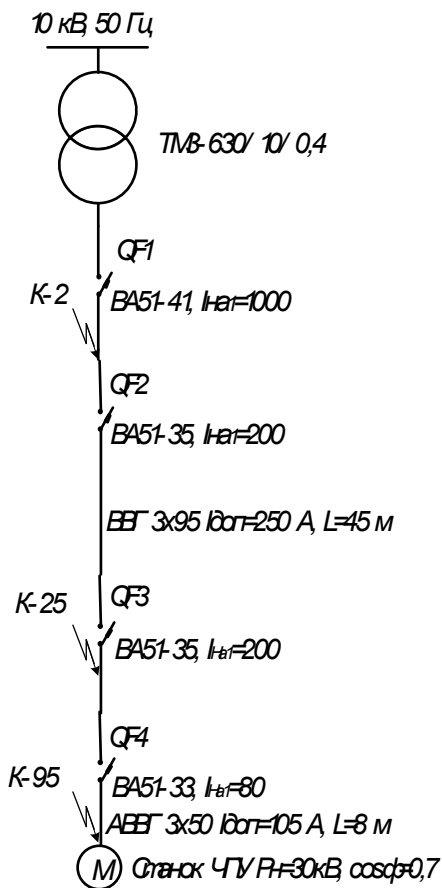


Рисунок 4.2 – Расчётная схема для расчёта токов короткого замыкания

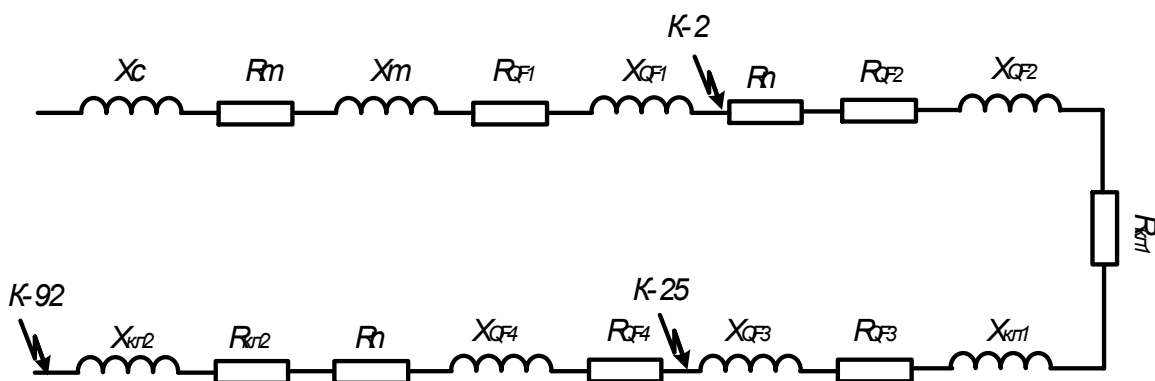


Рисунок 4.3 – Схема замещения для расчёта токов короткого замыкания

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-13.03.02-01-18

Лист

55

Суммарное активное и суммарное реактивное сопротивления прямой последовательности, мОм, до точки короткого замыкания №92 определяются по формулам

$$r_{1\Sigma} = r_T + r_{QF1} + r_{\Sigma n} + r_{QF2} + r_{кл1} + r_{QF3} + r_{QF4} + r_{\Sigma n} + r_{кл2}, \quad (4.1)$$

$$x_{1\Sigma} = x_c + x_T + x_{QF1} + x_{QF2} + x_{кл1} + x_{QF3} + x_{кл2}, \quad (4.2)$$

где r_T, x_T – активное и индуктивное сопротивления прямой последовательности понижающего трансформатора, мОм;

r_{QF}, x_{QF} – активное и индуктивное сопротивления токовых катушек автоматических выключателей, мОм;

$r_{\Sigma n}$ – суммарное активное сопротивление различных контактов, мОм;

$r_{кл}, x_{кл}$ – активное и индуктивное сопротивление прямой последовательности кабельных линий, мОм;

x_c – индуктивное сопротивление системы, мОм.

По таблице Д.2 [1] для трансформатора ТМЗ-630/10/0,4:

$$r_T = 3,1 \text{ мОм}, x_T = 13,6 \text{ мОм}, z_T = 14 \text{ мОм}, z_T^{(1)} = 128 \text{ мОм}.$$

Активное и индуктивное сопротивления прямой последовательности кабельных линий, мОм, определяются по формулам

$$r_{1к\bar{б}} = r_1 l, \quad (4.3)$$

$$x_{1к\bar{б}} = x_1 l, \quad (4.4)$$

где r_1 – активное сопротивление фазы, мОм/м, табл. И.6 [1];

x_1 – индуктивное сопротивление фазы, мОм/м, табл. И.6 [1];

l – длина линии, м.

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

$$r_{1кб} = 0,195 \cdot 45 = 8,78 \text{ мОм},$$

$$r_{2кб} = 0,625 \cdot 8 = 5 \text{ мОм},$$

$$x_{1кб} = 0,081 \cdot 45 = 3,65 \text{ мОм},$$

$$x_{2кб} = 0,085 \cdot 8 = 0,68 \text{ мОм}.$$

Активное и индуктивное сопротивления обратной последовательности кабельных линий, мОм, определяются по формулам

$$r_{0кб} = r_0 l, \quad (4.5)$$

$$x_{0кб} = x_0 l, \quad (4.6)$$

где r_0 – активное сопротивление фазы, мОм/м, табл. И.6 [1];

x_0 – индуктивное сопротивление фазы, мОм/м, табл. И.6 [1];

l – длина линии, м.

$$r_{0кб1} = 0,195 \cdot 45 = 8,78 \text{ мОм}$$

$$r_{0кб2} = 0,625 \cdot 8 = 5 \text{ мОм},$$

$$x_{0кб1} = 0,081 \cdot 45 = 3,65 \text{ мОм},$$

$$x_{0кб2} = 0,085 \cdot 8 = 0,68 \text{ мОм}.$$

По таблице И.2 [1] определим активное и индуктивное сопротивления токовых катушек автоматических выключателей QF1, QF2 и QF3

$$r_{\text{KB}}^{\text{QF1}} = 0,25 \text{ мОм}, \quad x_{\text{KB}}^{\text{QF1}} = 0,1 \text{ мОм},$$

$$r_{\text{KB}}^{\text{QF2}} = 1,1 \text{ мОм}, \quad x_{\text{KB}}^{\text{QF2}} = 0,5 \text{ мОм},$$

$$r_{\text{KB}}^{\text{QF3}} = 1,3 \text{ мОм}, \quad x_{\text{KB}}^{\text{QF3}} = 0,7 \text{ мОм},$$

По таблицам И.4, И.5 [1] определим суммарное активное сопротивление различных контактов

$$r_{\text{к}} = 0,027 + 0,043 + 0,0035 = 0,0735 \text{ мОм}.$$

Суммарное активно и реактивное сопротивление прямой последовательности, мОм, до точки короткого замыкания

$$r_{1\Sigma} = 3,1 + 0,25 + 0,051 + 1,1 + 8,78 + 1,1 + 1,3 + 5 + 0,0735 = 20,75 \text{ мОм},$$

$$x_{1\Sigma} = 13,6 + 0,1 + 0,024 + 0,5 + 3,65 + 0,5 + 0,7 + 0,68 = 19,75 \text{ мОм}.$$

Начальное значение периодической составляющей тока трехфазного короткого замыкания, кА, без учёта подпитки от электродвигателей рассчитывается по формуле

$$I_{\text{к}}^{(3)} = \frac{U_{\text{к}}}{\sqrt{3} \sqrt{r_{1\Sigma}^2 + x_{1\Sigma}^2}}, \quad (4.7)$$

где $U_{\text{к}}$ – линейное напряжение в точке короткого замыкания, кВ;

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

$r_{1\Sigma}$, $x_{1\Sigma}$ – соответственно суммарное активное и суммарное реактивное сопротивление прямой последовательности до точки короткого замыкания, мОм.

$$I_{\kappa}^{(3)} = \frac{0,38}{\sqrt{3}\sqrt{20,75^2 + 19,75^2}} = 7,66 \text{ кА.}$$

Наибольшее начальное значение апериодической составляющей тока короткого замыкания, кА, определяют по формуле

$$i_{a0} = \sqrt{2}I_{\kappa}^{(3)}, \quad (4.8)$$

$$i_{a0} = \sqrt{2} \cdot 7,66 = 10,83 \text{ кА.}$$

Значение для ударного тока короткого замыкания определяется по формуле

$$i_y = \sqrt{2}K_y I_{\kappa}^{(3)}, \quad (4.9)$$

где K_y – ударный коэффициент, определяемый по рисунку 4.3[1] как

$$K_y = f(R_{\kappa}/X_{\kappa}).$$

$$i_y = \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 7,66 = 10,83 \text{ кА.}$$

Начальное значение периодической составляющей тока двухфазного короткого замыкания, кА, рассчитывается по формуле

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

$$I_{\kappa}^{(2)} = \frac{U_{\kappa}}{2\sqrt{r_{1\Sigma}^2 + x_{1\Sigma}^2}}, \quad (4.10)$$

где U_{κ} – линейное напряжение в точке короткого замыкания, кВ;

$r_{1\Sigma}$, $x_{1\Sigma}$ – соответственно суммарное активное и суммарное реактивное сопротивления прямой последовательности до точки короткого замыкания, мОм.

$$I_{\kappa}^{(2)} = \frac{0,38}{2\sqrt{20,75^2 + 19,75^2}} = 6,63 \text{ кА.}$$

Начальное значение периодической составляющей тока однофазного короткого замыкания, кА, можно рассчитать по формуле

$$I_{\kappa}^{(1)} = \frac{U_{\text{кф}}}{Z_{\text{п}} + \frac{Z_{\text{т}}^{(1)}}{3}}, \quad (4.11)$$

где $U_{\text{кф}}$ – фазное напряжение в точке короткого замыкания, кВ;

$Z_{\text{п}}$ – полное сопротивление петли «фаза-нуль» до точки короткого замыкания, мОм;

$Z_{\text{т}}^{(1)}$ – полное сопротивление петли трансформатора однофазному короткому замыканию, мОм.

Полное сопротивление определяется по формуле

$$Z_{\text{п}} = \sqrt{(r_{1\Sigma} + r_{0\Sigma})^2 + (x_{1\Sigma} + x_{0\Sigma})^2}, \quad (4.12)$$

где $r_{1\Sigma}$, $x_{1\Sigma}$ – суммарное активное и суммарное реактивное сопротивления прямой последовательности до точки короткого замыкания, мОм;

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$r_{0\Sigma}$, $x_{0\Sigma}$ – суммарное активное и суммарное реактивное сопротивления нулевой последовательности до точки короткого замыкания, мОм.

Суммарное активное и реактивное сопротивления нулевой последовательности, мОм, определяются по формулам

$$r_{0\Sigma} = r_{0кб1} + r_{0кб2}, \quad (4.13)$$

$$x_{0\Sigma} = x_{0кб1} + x_{0кб2}, \quad (4.14)$$

$r_{0кк}$, $x_{0кк}$ – активное и индуктивное сопротивления нулевой последовательности кабельных линий, мОм.

Суммарное активно и реактивное сопротивление нулевой последовательности, мОм, до точки короткого замыкания

$$r_{0\Sigma} = 8,78 + 5,21 = 13,993 \text{ мОм},$$

$$x_{0\Sigma} = 3,65 + 0,68 = 4,35 \text{ мОм}.$$

Ток однофазного короткого замыкания, кА

$$Z_{\pi} = \sqrt{34,74^2 + 24,1^2} = 42,28 \text{ мОм},$$

$$I_k^{(1)} = \frac{0,22}{42,28 + \frac{128}{3}} = 2,59 \text{ кА}.$$

Аналогично рассчитываются остальные точки КЗ. Результаты расчета занесем в таблицу 4.1

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Таблица 4.1 - Сводная ведомость токов коротких замыканий

точка кз	x, Ом	r, Ом	z, Ом	I(3), кА	ку	iy, кА	i, кА	I(2), кА	x, Ом	r, Ом	z, Ом	I(1), кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
К-1	13,70	3,35	14,10	15,56	1,50	33,00	22,00	13,47	13,70	3,35	14,10	3,88
К-2	13,70	3,35	14,10	15,56	1,50	33,00	22,00	13,47	13,70	3,35	14,10	3,88
К-3	30,61	64,30	71,22	3,08	1	4,36	4,36	2,67	45,76	121,78	130,10	1,27
К-4	28,64	42,49	51,24	4,28	1	6,06	6,06	3,71	41,82	78,17	88,66	1,68
К-5	27,97	48,40	55,90	3,92	1	5,55	5,55	3,40	40,48	89,98	98,67	1,56
К-6	23,45	41,56	47,72	4,60	1	6,50	6,50	3,98	31,44	76,30	82,53	1,76
К-7	29,14	293,49	294,93	0,74	1	1,05	1,05	0,64	35,59	569,70	570,81	0,36
К-8	30,75	362,49	363,79	0,60	1	0,85	0,85	0,52	38,80	707,70	708,77	0,29
К-9	20,88	18,92	28,18	7,79	1	11,01	11,01	6,74	26,70	31,45	41,26	2,62
К-10	28,68	138,93	141,86	1,55	1	2,19	2,19	1,34	40,90	269,31	272,40	0,70
К-11	24,03	39,19	45,97	4,77	1	6,75	6,75	4,13	32,60	71,57	78,65	1,81
К-12	25,93	155,49	157,64	1,39	1	1,97	1,97	1,21	29,17	293,70	295,15	0,65
К-13	32,58	689,02	689,79	0,32	1	0,45	0,45	0,28	44,73	1363,67	1364,41	156,35
К-14	35,88	129,08	133,98	1,64	1	2,32	2,32	1,42	48,03	803,74	805,17	259,48
К-15	33,99	98,73	104,42	2,10	1	2,97	2,97	1,82	51,85	189,74	196,70	0,92
К-16	29,37	98,69	102,97	2,13	1	3,01	3,01	1,85	36,05	180,10	183,67	0,97
К-17	36,02	179,89	183,46	1,20	1	1,69	1,69	1,04	49,35	342,50	346,04	0,57
К-18	14,77	5,63	15,80	13,88	1	19,64	19,64	12,02	15,49	6,74	16,89	3,69
К-19	14,70	5,72	15,77	13,91	1	19,67	19,67	12,05	15,35	6,93	16,84	3,70
К-20	19,24	26,96	33,12	6,62	1	9,37	9,37	5,74	20,11	42,96	47,43	2,44
К-21	18,31	31,96	36,83	5,96	1	8,42	8,42	5,16	21,52	58,07	61,93	2,10
К-22	17,72	57,20	59,88	3,66	1	5,18	5,18	3,17	19,35	106,85	108,59	1,45
К-23	17,94	22,56	28,83	7,61	1	10,76	10,76	6,59	19,79	37,57	42,46	2,58
К-24	19,34	65,88	68,66	3,20	1	4,52	4,52	2,77	22,59	124,15	126,19	1,30
К-25	18,37	14,41	23,34	9,40	1	13,29	13,29	8,14	22,04	23,39	32,14	2,94
К-26	20,37	20,81	29,12	7,53	1	10,65	10,65	6,52	24,14	32,92	40,82	2,64
К-27	16,77	35,39	39,16	5,60	1	7,92	7,92	4,85	17,43	63,20	65,56	2,03
К-28	28,07	247,49	249,08	0,88	1	1,25	1,25	0,76	33,45	477,70	478,87	0,42
К-29	19,63	27,25	33,58	6,53	1	9,24	9,24	5,66	23,16	46,86	52,27	2,32
К-30	19,52	22,56	29,84	7,35	1	10,40	10,40	6,37	22,95	37,57	44,03	2,54
К-31	15,48	10,44	18,67	11,75	1	16,62	16,62	10,18	15,56	14,35	21,17	3,45
К-32	17,88	10,59	20,78	10,56	1	14,93	14,93	9,14	21,07	15,76	26,31	3,19
К-33	32,25	70,98	77,96	2,81	1	3,98	3,98	2,44	47,84	132,93	141,28	1,20
К-34	32,25	70,98	77,96	2,81	1	3,98	3,98	2,44	47,84	132,93	141,28	1,20
К-35	30,02	48,83	57,32	3,83	1	5,41	5,41	3,31	43,88	89,51	99,69	1,55
К-36	30,02	48,83	57,32	3,83	1	5,41	5,41	3,31	43,88	89,51	99,69	1,55
К-37	29,93	66,24	72,69	3,02	1	4,27	4,27	2,61	43,20	123,42	130,76	1,27
К-38	29,93	66,24	72,69	3,02	1	4,27	4,27	2,61	43,20	123,42	130,76	1,27
К-39	29,93	66,24	72,69	3,02	1	4,27	4,27	2,61	43,20	123,42	130,76	1,27
К-40	25,65	95,80	99,17	2,21	1	3,13	3,13	1,92	34,64	182,54	185,80	0,96
К-41	25,65	95,80	99,17	2,21	1	3,13	3,13	1,92	34,64	182,54	185,80	0,96
К-42	25,65	95,80	99,17	2,21	1	3,13	3,13	1,92	34,64	182,54	185,80	0,96
К-43	25,65	95,80	99,17	2,21	1	3,13	3,13	1,92	34,64	182,54	185,80	0,96
К-44	22,24	23,82	32,59	6,73	1	9,52	9,52	5,83	28,72	39,93	49,19	2,40
К-45	22,24	23,82	32,59	6,73	1	9,52	9,52	5,83	28,72	39,93	49,19	2,40
К-46	27,32	51,54	58,33	3,76	1	5,32	5,32	3,26	38,88	95,36	102,98	1,51
К-47	27,32	51,54	58,33	3,76	1	5,32	5,32	3,26	38,88	95,36	102,98	1,51
К-48	29,59	151,49	154,36	1,42	1	2,01	2,01	1,23	42,72	294,38	297,46	0,65
К-49	26,60	53,68	59,91	3,66	1	5,18	5,18	3,17	36,87	98,56	105,24	1,49
К-50	26,60	53,68	59,91	3,66	1	5,18	5,18	3,17	36,87	98,56	105,24	1,49
К-51	26,60	53,68	59,91	3,66	1	5,18	5,18	3,17	36,87	98,56	105,24	1,49
К-52	26,60	53,68	59,91	3,66	1	5,18	5,18	3,17	36,87	98,56	105,24	1,49
К-53	35,37	105,07	110,87	1,98	1	2,80	2,80	1,71	53,91	201,08	208,18	0,88
К-54	35,37	105,07	110,87	1,98	1	2,80	2,80	1,71	53,91	201,08	208,18	0,88
К-55	16,06	7,39	17,68	12,41	1	17,55	17,55	10,75	17,38	8,94	19,54	3,54
К-56	16,06	7,39	17,68	12,41	1	17,55	17,55	10,75	17,38	8,94	19,54	3,54
К-57	16,19	7,48	17,83	12,30	1	17,40	17,40	10,65	17,63	9,13	19,86	3,52
К-58	16,19	7,48	17,83	12,30	1	17,40	17,40	10,65	17,63	9,13	19,86	3,52

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-02069964-13.03.02-01-18

Лист

62

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
K-59	16,19	7,48	17,83	12,30	1	17,40	17,40	10,65	17,63	9,13	19,86	3,52
K-60	15,43	7,22	17,04	12,88	1	18,21	18,21	11,15	16,32	8,79	18,54	3,59
K-61	16,59	29,66	33,98	6,46	1	9,13	9,13	5,59	17,94	52,56	55,54	2,24
K-62	16,49	26,56	31,26	7,02	1	9,93	9,93	6,08	17,74	46,36	49,64	2,38
K-63	24,44	84,74	88,19	2,49	1	3,52	3,52	2,15	26,00	151,45	153,66	1,12
K-64	24,44	84,74	88,19	2,49	1	3,52	3,52	2,15	26,00	151,45	153,66	1,12
K-65	24,55	121,54	124,00	1,77	1	2,50	2,50	1,53	26,23	225,05	226,57	0,82
K-66	24,78	146,54	148,62	1,48	1	2,09	2,09	1,28	26,70	275,05	276,34	0,69
K-67	24,90	159,04	160,98	1,36	1	1,93	1,93	1,18	26,93	300,05	301,25	0,64
K-68	20,20	56,04	59,57	3,68	1	5,21	5,21	3,19	24,10	103,99	106,75	1,47
K-69	20,20	56,04	59,57	3,68	1	5,21	5,21	3,19	24,10	103,99	106,75	1,47
K-70	20,20	56,04	59,57	3,68	1	5,21	5,21	3,19	24,10	103,99	106,75	1,47
K-71	20,20	56,04	59,57	3,68	1	5,21	5,21	3,19	24,10	103,99	106,75	1,47
K-72	19,35	35,80	40,70	5,39	1	7,62	7,62	4,67	22,90	64,42	68,36	1,98
K-73	19,42	74,94	77,41	2,83	1	4,01	4,01	2,45	21,54	140,09	141,73	1,19
K-74	19,42	74,94	77,41	2,83	1	4,01	4,01	2,45	21,54	140,09	141,73	1,19
K-75	19,32	71,84	74,39	2,95	1	4,17	4,17	2,55	21,34	133,89	135,58	1,23
K-76	19,32	71,84	74,39	2,95	1	4,17	4,17	2,55	21,34	133,89	135,58	1,23
K-77	19,22	68,74	71,37	3,07	1	4,35	4,35	2,66	21,14	127,69	129,43	1,28
K-78	19,90	40,35	45,00	4,88	1	6,90	6,90	4,22	22,51	70,97	74,45	1,88
K-79	20,00	42,30	46,79	4,69	1	6,63	6,63	4,06	22,70	74,87	78,23	1,82
K-80	20,09	44,25	48,60	4,51	1	6,38	6,38	3,91	22,89	78,77	82,02	1,76
K-81	27,82	78,11	82,92	2,65	1	3,74	3,74	2,29	38,35	146,38	151,32	1,13
K-82	21,40	130,51	132,25	1,66	1	2,35	2,35	1,44	25,50	251,18	252,48	0,75
K-83	21,40	130,51	132,25	1,66	1	2,35	2,35	1,44	25,50	251,18	252,48	0,75
K-84	21,40	130,51	132,25	1,66	1	2,35	2,35	1,44	25,50	251,18	252,48	0,75
K-85	21,61	146,11	147,70	1,49	1	2,10	2,10	1,29	25,93	282,38	283,57	0,67
K-86	21,29	122,71	124,55	1,76	1	2,49	2,49	1,53	25,28	235,58	236,94	0,79
K-87	21,29	122,71	124,55	1,76	1	2,49	2,49	1,53	25,28	235,58	236,94	0,79
K-88	21,40	130,51	132,25	1,66	1	2,35	2,35	1,44	25,50	251,18	252,48	0,75
K-89	21,40	130,51	132,25	1,66	1	2,35	2,35	1,44	25,50	251,18	252,48	0,75
K-90	21,19	114,91	116,85	1,88	1	2,66	2,66	1,63	25,07	219,98	221,41	0,83
K-91	21,19	114,91	116,85	1,88	1	2,66	2,66	1,63	25,07	219,98	221,41	0,83
K-92	19,75	20,75	28,65	7,66	1	10,83	10,83	6,63	24,10	34,74	42,28	2,59
K-93	19,49	18,87	27,13	8,09	1	11,43	11,43	7,00	23,59	30,99	38,94	2,70
K-94	19,75	20,75	28,65	7,66	1	10,83	10,83	6,63	24,10	34,74	42,28	2,59
K-95	21,27	67,79	71,04	3,09	1	4,37	4,37	2,67	25,94	126,78	129,41	1,28
K-96	21,27	67,79	71,04	3,09	1	4,37	4,37	2,67	25,94	126,78	129,41	1,28
K-97	21,01	67,70	70,88	3,10	1	4,38	4,38	2,68	25,42	126,60	129,13	1,28
K-98	21,01	67,70	70,88	3,10	1	4,38	4,38	2,68	25,42	126,60	129,13	1,28
K-99	21,63	71,16	74,38	2,95	1	4,17	4,17	2,55	25,96	132,45	134,97	1,24
K-100	21,63	71,16	74,38	2,95	1	4,17	4,17	2,55	25,96	132,45	134,97	1,24
K-101	21,63	71,16	74,38	2,95	1	4,17	4,17	2,55	25,96	132,45	134,97	1,24
K-102	21,43	60,74	64,41	3,41	1	4,82	4,82	2,95	25,56	111,61	114,50	1,40
K-103	21,43	60,74	64,41	3,41	1	4,82	4,82	2,95	25,56	111,61	114,50	1,40
K-104	21,53	80,18	83,02	2,64	1	3,74	3,74	2,29	25,75	150,49	152,68	1,13
K-105	21,39	38,40	43,96	4,99	1	7,06	7,06	4,32	25,48	67,07	71,74	1,92
K-106	21,39	38,40	43,96	4,99	1	7,06	7,06	4,32	25,48	67,07	71,74	1,92
K-107	21,39	38,40	43,96	4,99	1	7,06	7,06	4,32	25,48	67,07	71,74	1,92
K-108	21,58	42,30	47,49	4,62	1	6,53	6,53	4,00	25,86	74,87	79,21	1,81
K-109	21,58	42,30	47,49	4,62	1	6,53	6,53	4,00	25,86	74,87	79,21	1,81
K-110	17,48	71,17	73,29	2,99	1	4,23	4,23	2,59	18,37	133,59	134,84	1,24
K-111	17,48	71,17	73,29	2,99	1	4,23	4,23	2,59	18,37	133,59	134,84	1,24
K-112	17,65	82,87	84,73	2,59	1	3,66	3,66	2,24	18,69	156,99	158,10	1,10
K-113	17,86	98,47	100,08	2,19	1	3,10	3,10	1,90	19,12	188,19	189,16	0,95
K-114	19,51	13,08	23,49	9,34	1	13,21	13,21	8,09	23,12	18,56	29,65	3,04
K-115	19,51	13,08	23,49	9,34	1	13,21	13,21	8,09	23,12	18,56	29,65	3,04
K-116	19,33	13,75	23,72	9,25	1	13,08	13,08	8,01	22,75	19,91	30,23	3,02
K-117	23,43	130,17	132,26	1,66	1	2,35	2,35	1,44	27,65	247,85	249,38	0,75
K-118	23,43	130,17	132,26	1,66	1	2,35	2,35	1,44	27,65	247,85	249,38	0,75
K-119	23,43	130,17	132,26	1,66	1	2,35	2,35	1,44	27,65	247,85	249,38	0,75
K-120	24,31	158,07	159,93	1,37	1	1,94	1,94	1,19	29,42	303,65	305,07	0,63
K-121	23,88	126,87	129,10	1,70	1	2,40	2,40	1,47	28,56	241,25	242,93	0,77

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-02069964-13.03.02-01-18

Окончание таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
К-122	24,31	158,07	159,93	1,37	1	1,94	1,94	1,19	29,42	303,65	305,07	0,63
К-123	23,88	126,87	129,10	1,70	1	2,40	2,40	1,47	28,56	241,25	242,93	0,77

4.2 Проверка защитно-коммутационной аппаратуры

Аппараты защиты проверяют на надежность срабатывания и на отключающую способность, на отстройку от пусковых токов.

На надежность срабатывания проверяют согласно условию для автоматов с комбинированным расцепителем

$$I_{\text{к}}^{(1)} \geq 3I_{\text{н.р}}, \quad (4.15)$$

Для вводного автомата защиты РП-14 (станки ЧПУ)

$$2941\text{А} \geq 600\text{А}.$$

Аппараты защиты выбраны верно.

На отключающую способность проверяют согласно условию 4.16

$$I_{\text{откл}} \geq \sqrt{2}I_{\text{к}}^{(3)}, \quad (4.16)$$

где $I_{\text{откл}}$ – отключаемый ток короткого замыкания ток автомата по каталогу, кА.

Для вводного автомата защиты РП-14 (станки ЧПУ)

$$12500\text{А} \geq 10831\text{А}.$$

Аппараты защиты выбраны верно.

Проверку для остальных выключателей проведем аналогично.

Результат сведем в таблицу 4.2.

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Таблица 4.2 – Результат проверки автоматических выключателей

Линия	Условие	
	на надежность срабатывания	на отключающую способность
1	2	3
Вводной выключатель №1 на ВРУ	$3875A \geq 3000 A$	$25000A \geq 21999 A$
Вводной выключатель №2 на ВРУ	$3875A \geq 3000 A$	$25000A \geq 21999 A$
Малярный цех		
Линия на РП-1	$726 A \geq 240 A$	$12500A \geq 4357 A$
Линия на покрасочную камеру	$1196A \geq 150 A$	$6000A \geq 3980 A$
Линия на покрасочную камеру	$1196 A \geq 150 A$	$6000A \geq 3980 A$
Линия на РП-2	$1675 A \geq 300 A$	$12500A \geq 6055 A$
Линия на вентилятор	$1545 A \geq 240 A$	$12500A \geq 5413 A$
Линия на вентилятор	$1545 A \geq 240 A$	$12500A \geq 5413 A$
Линия на РП-3	$1557 A \geq 240 A$	$12500A \geq 5550 A$
Линия на компрессор	$1269 A \geq 120 A$	$6000A \geq 4269 A$
Линия на компрессор	$1269 A \geq 120 A$	$6000A \geq 4269 A$
Линия на компрессор	$1269 A \geq 120 A$	$6000A \geq 4269 A$
Линия на РП-4	$1757 A \geq 240 A$	$12500A \geq 9902 A$
Линия на насос	$963 A \geq 60 A$	$3800A \geq 3129 A$
Линия на насос	$963 A \geq 60 A$	$3800A \geq 3129 A$
Линия на насос	$963 A \geq 60 A$	$3800A \geq 3129 A$
Линия на насос	$963 A \geq 60 A$	$3800A \geq 3129 A$
Линия на ЩО-1	$1757 A \geq 75 A$	$3800A \geq 1052A$
Линия на ЩО-2	$359 A \geq 75 A$	$3800A \geq 853 A$
Сборочный цех №10		
Линия на РП-5	$2621 A \geq 600A$	$15000A \geq 11010$
Линия на вентилятор	$2395A \geq 300A$	$12500A \geq 9520 A$
Линия на вентилятор	$2395 A \geq 300A$	$12500A \geq 9520 A$
Линия на вентилятор	$1510 A \geq 300A$	$12500A \geq 5319 A$
Линия на вентилятор	$1510 A \geq 300A$	$12500A \geq 5319 A$
Линия на РП-6	$698 A \geq 189A$	$6000A \geq 2187 A$
Линия на Кран-балку	$698 A \geq 189A$	$6000A \geq 2010 A$
Линия на РП-7	$1813 A \geq 375A$	$12500A \geq 6749 A$
Линия на сварочный агрегат	$1487 A \geq 240A$	$12500A \geq 5179 A$
Линия на сварочный агрегат	$1487 A \geq 240A$	$12500A \geq 5179 A$
Линия на сварочный агрегат	$1487 A \geq 240A$	$12500A \geq 5179 A$
Линия на сварочный агрегат	$1487 A \geq 240A$	$12500A \geq 5179 A$
Линия на ЩО-7	$651 A \geq 75 A$	$3800A \geq 1968 A$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-02069964-13.03.02-01-18

Лист

65

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
Цех №4		
Линия на РП-21	259,48 А ≥ 75 А	3800А ≥ 2316 А
Линия на РП-22	919 А ≥ 300 А	12500А ≥ 2971 А
Линия на вентилятор	877 А ≥ 240 А	12500А ≥ 2799 А
Линия на вентилятор	877 А ≥ 240 А	12500А ≥ 2799 А
Линия на РП-23	156,35 А ≥ 18 А	3800А ≥ 450 А
Линия на ЩО-10	972 А ≥ 75 А	3800А ≥ 3013А
Линия на ЩО-11	566 А ≥ 75 А	3800А ≥ 1691 А
Электромеханический цех №2		
Линия на РП-18	3694 А ≥ 1200 А	30000А ≥ 19636А
Линия на электропечь	3536 А ≥ 375А	30000А ≥ 17550А
Линия на электропечь	3536 А ≥ 375 А	25000А ≥ 17550А
Линия на электропечь	3518 А ≥ 375 А	25000А ≥ 17397 А
Линия на электропечь	3518 А ≥ 375 А	25000А ≥ 17397 А
Линия на электропечь	3518 А ≥ 375 А	25000А ≥ 17397 А
Линия на РП-16	3697 А ≥ 750 А	30000А ≥ 19674 А
Линия на шахтную печь	3594 А ≥ 600 А	30000А ≥ 18212 А
Линия на пресс пневматический	2240 А ≥ 75А	12000А ≥ 9131 А
Линия на пресс пневматический	2383 А ≥ 75А	12000А ≥ 9926 А
Линия на РП-17	2442 А ≥ 48 А	12000А ≥ 9213 А
Линия на координатно-расточный станок	1121 А ≥ 48А	3800А ≥ 3497 А
Линия на координатно-расточный станок	1121 А ≥ 48А	3800А ≥ 3497 А
Линия на механическую пилу	817 А ≥ 48А	2500А ≥ 2492 А
Линия на электроэрозионный станок	690 А ≥ 48А	2500А ≥ 2081 А
Линия на электроэрозионный станок	640 А ≥ 48А	2500А ≥ 1921 А
Линия на РП-11	2103 А ≥ 189А	12500А ≥ 8424 А
Линия на резбно-шлифовальный станок	859 А ≥ 75 А	6000А ≥ 5209 А
Линия на резбно-шлифовальный станок	859 А ≥ 75А	6000А ≥ 5209 А
Линия на резбно-шлифовальный станок	859 А ≥ 75А	6000А ≥ 5209 А
Линия на резбно-шлифовальный станок	859 А ≥ 75А	6000А ≥ 5209 А
Линия на ножницы гильотинные	859 А ≥ 75 А	12500А ≥ 7624 А
Линия на РП-8	1454 А ≥ 75 А	12000А ≥ 5181 А
Линия на резбно-шлифовальный станок	1193 А ≥ 75А	12000А ≥ 4008 А
Линия на резбно-шлифовальный станок	1193 А ≥ 75А	12000А ≥ 4008 А
Линия на резбно-шлифовальный станок	1234 А ≥ 75А	12000А ≥ 4171 А
Линия на резбно-шлифовальный станок	1234 А ≥ 75А	12000А ≥ 4171 А
Линия на пресс гидравлический	1278 А ≥ 75А	12000А ≥ 4347 А
Линия на РП-9	2584 А ≥ 189А	18000А ≥ 10763 А

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-13.03.02-01-18

Лист

66

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
Линия на плоско-шлифовальный станок	1878 A ≥ 150A	18000A ≥ 6896 A
Линия на плоско-шлифовальный станок	1820 A ≥ 150A	18000A ≥ 6631 A
Линия на плоско-шлифовальный станок	1764 A ≥ 150A	18000A ≥ 6384 A
Линия на РП-10	1303 A ≥ 94,5A	15000A ≥ 4519 A
Линия на вертикально-сверлильный станок	1134 A ≥ 75 A	12000A ≥ 3742 A
Линия на настольно-сверлильный станок	745 A ≥ 48A	12000A ≥ 2346 A
Линия на настольно-сверлильный станок	745 A ≥ 48A	12000A ≥ 2346 A
Линия на заточной станок	745 A ≥ 48A	12000A ≥ 2346 A
Линия на заточной станок	674 A ≥ 48A	12000A ≥ 2101 A
Линия на заточной станок	78 A ≥ 48A	12000A ≥ 2491 A
Линия на заточной станок	787 A ≥ 48A	12000A ≥ 2491 A
Линия на заточной станок	745 A ≥ 48A	12000A ≥ 2346 A
Линия на резьбо-шлифовальный станок	745 ≥ 48A	12000A ≥ 2346 A
Линия на резьбо-шлифовальный станок	833 A ≥ 48A	12000A ≥ 2655 A
Линия на установка пневмоструйная	833 A ≥ 48A	12000A ≥ 2655 A
Линия на РП-14	2941 A ≥ 600A	15000A ≥ 13291 A
Линия на токарный станок с ЧПУ	2590 A ≥ 240A	12500A ≥ 10831 A
Линия на токарный станок с ЧПУ	2696 A ≥ 240A	12500A ≥ 11435 A
Линия на токарный станок с ЧПУ	2590 A ≥ 240A	12500A ≥ 10831 A
Линия на РП-15	2635 A ≥ 75A	12000A ≥ 10655 A
Линия на радиально-сверлильный	1278 A ≥ 60A	3800A ≥ 4367 A
Линия на радиально-сверлильный	1278 A ≥ 60A	3800A ≥ 4367 A
Линия на кругло-шлифовальный станок	1281 A ≥ 60A	3800A ≥ 4377 A
Линия на кругло-шлифовальный станок	1281 A ≥ 60A	3800A ≥ 4377 A
Линия на ЦО-8	2033 A ≥ 75A	12000A ≥ 7923 A
Линия на ЦО-9	422 A ≥ 75A	3800A ≥ 1246 A
Линия на РП-12	2538 A ≥ 240 A	25000A ≥ 10399 A
Линия на токарный станок с ЧПУ	1923 A ≥ 120 A	15000A ≥ 7058 A
Линия на токарный станок с ЧПУ	1923 A ≥ 120 A	15000A ≥ 7058 A
Линия на токарный станок с ЧПУ	1923 A ≥ 120 A	15000A ≥ 7058 A
Линия на токарный станок с ЧПУ	1805 A ≥ 120 A	15000A ≥ 6533 A
Линия на токарный станок с ЧПУ	1805 A ≥ 120 A	15000A ≥ 6533 A
Линия на РП-13	2317 A ≥ 60 A	12000A ≥ 9239 A
Линия на резьбо-шлифовальный станок	1238 A ≥ 48 A	12000A ≥ 4172 A
Линия на резьбо-шлифовальный станок	1238 A ≥ 48 A	12000A ≥ 4172 A
Линия на внутришлифовальный станок	1238 A ≥ 48 A	12000A ≥ 4172 A
Линия на горизонтально-фрезерный станок	1400 A ≥ 48 A	12000A ≥ 4817 A

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-13.03.02-01-18

Лист

67

Окончание таблицы 4.2

1	2	3
Линия на горизонтально-фрезерный станок	$1400A \geq 48 A$	$12000A \geq 4817A$
Линия на точильно-шлифовальный станок	$1126A \geq 48A$	$12000A \geq 3737A$
Линия на РП-19	$3446A \geq 48 A$	$12000A \geq 11854A$
Линия на заточной станок с программатором	$1239A \geq 48 A$	$12000A \geq 423A$
Линия на заточной станок с программатором	$1239A \geq 48 A$	$12000A \geq 4233A$
Линия на настольно-сверлильный станок	$1096A \geq 48 A$	$12000A \geq 3662A$
Линия на настольно-сверлильный станок	$949A \geq 48 A$	$12000A \geq 3100A$
Линия на РП-20	$3190A \geq 750A$	$30000A \geq 14929A$
Линия на электропечь	$3042A \geq 375A$	$25000A \geq 13210A$
Линия на электропечь	$3042A \geq 375A$	$25000A \geq 13210A$
Линия на установка ТВЧ	$3018A \geq 375A$	$25000A \geq 13080A$
Линия на электроэрозионный станок	$753A \geq 18A$	$3000A \geq 2346A$
Линия на электроэрозионный станок	$753A \geq 18A$	$3000A \geq 2346A$
Линия на электроэрозионный станок	$753A \geq 18A$	$3000A \geq 2346A$
Линия на точильно-шлифовальный станок	$633A \geq 48A$	$3800A \geq 1940A$
Линия на точильно-шлифовальный станок	$770A \geq 48A$	$3800A \geq 2403A$
Линия на заточной станок с программатором	$633A \geq 60A$	$3800A \geq 1940A$
Линия на заточной станок с программатором	$770A \geq 60A$	$3800A \geq 2403A$

4.3 Проверка характеристикой линии по потере напряжения

Для характерной линии (вентилятор №1) проведем проверку по потере напряжения. Для этого составим расчетную схему, которая представлена на рисунке 4.4.

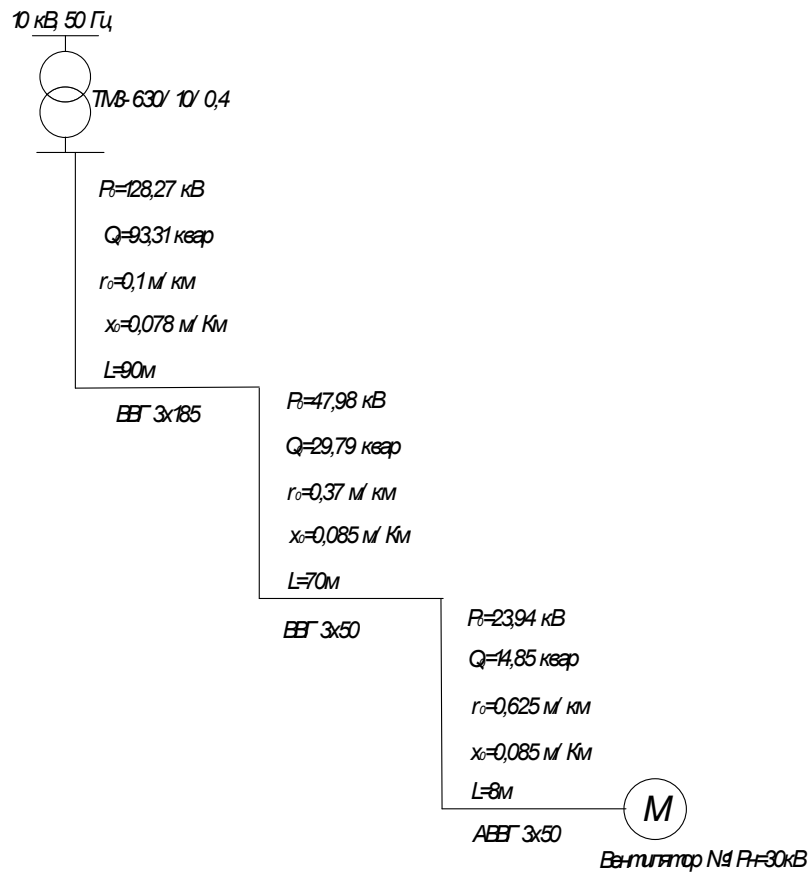


Рисунок 4.4 – расчётная схема для определения потерь напряжения

Потери напряжения определяются по формуле

$$\Delta U = \frac{10^5}{U_n^2} \cdot (Pr_0 + Qx_0) \cdot L, \quad (4.17)$$

где L – расстояние от начала ответвления ;

P – активная мощность ответвления, кВт;

Q – реактивная мощность ответвления, квар;

r_0, x_0 – соответственно удельные активное и индуктивное сопротивления , Ом/км.

Данную формулу следует применить для всех участков с различным сечением, а затем сложить результаты.

Расчет ведем для кабеля ВВГ 3x185.

$$\Delta U = \frac{10^5}{380_n^2} \cdot (128,72 \cdot 0,1 + 93,31 \cdot 0,078) \cdot 0,09 = 1,25 \text{ \%}.$$

Аналогично рассчитываются остальные участки. Результаты заносим в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Потери напряжения

Участок	ΔU	$\sum \Delta U$
ВВГ 3x185	1,25	2,32
ВВГ 3x50	0,98	
АПВ 3x50	0,09	

В электрической сети потребителя должны быть обеспечены условия, при которых отклонения напряжения питания на зажимах электроприемников не превышают установленных для них допустимых значений в точке передачи электроэнергии. Положительные и отрицательные отклонения напряжения в точке передачи электрической энергии не должны превышать 10% номинального или согласованного значения напряжения

$$\Delta U \leq 0,1U_n.$$

$$2,32\% \leq 10\%.$$

Условие выполняется, потери напряжения не превышают 10%.

4.4 Проверка сечения питающих линий 10 кВ

Сечение жил кабеля 10 кВ должно выбираться по допустимому длительному току в аварийном и послеаварийном режимах; по экономической плотности тока в нормальном режиме; по допустимому отклонению напряжения.

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Так как в составе потребителей имеются II и III категории с целью обеспечения требуемой бесперебойности питания принимается двухцепная кабельная линия.

Определяются расчётные токи в нормальном и послеаварийном режимах.

Максимальный ток определим по формуле

$$I_{\max.p} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot n_{\text{ц}}}, \quad (4.18)$$

где $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение, кВ;

S – полная мощность, кВт;

$n_{\text{ц}}$ – число цепей.

$$I_{\max.p} = \frac{845,11}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 2} = 24,65 \text{ А.}$$

При выборе кабеля по допустимому длительному току необходимо учитывать еще поправочные коэффициенты: на количество работающих кабелей, лежащих рядом в земле, на допустимую перегрузку в послеаварийном режиме, фактическую температуру среды, тепловое сопротивление грунта и на отличие номинального напряжения кабеля от номинального напряжения сети.

При выборе кабеля по допустимому длительному току должно выполняться следующее условие

$$I_p \leq I_{\partial} \quad (4.19)$$

где I_{∂} – допустимый длительный ток с учетом $K_{\text{нк}}$, А.

$$I_{\partial} = I_{\partial.m} \cdot K_{\text{нк}}, \quad (4.20)$$

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

где $I_{\partial.m}$ - допустимый длительный ток, А, выбирается по таблицам, в зависимости от среды прокладки кабеля, сечения и материала жил, материала изоляции по табл. 1.3.13, 1.3.16, 1.3.19-1.3.22 [9].

$$K_{нк} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (4.21)$$

где K_1 – поправочный коэффициент на количество работающих кабелей, лежащих рядом в земле по табл. 1.3.26 [9];

K_2 – поправочный коэффициент на допустимую перегрузку в послеаварийном режиме по табл. 1.3.1, 1.3.2 [9];

K_3 – поправочный коэффициент на фактическую температуру среды по табл. 1.3.3 [9];

K_4 – поправочный коэффициент на тепловое сопротивление грунта по табл. 1.3.23 [9];

K_5 – поправочный коэффициент на отличие номинального напряжения кабеля от номинального напряжения сети.

Кабель АСБ-10(3 х95)

$$K_{нк} = 0,92 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1 = 1,058,$$

$$I_{\partial} = 192 \cdot 1,058 = 203,14 \text{ А.}$$

$$24,65\text{А} \leq 203,14\text{А} .$$

Существующий кабель АСБ-10(3х95) удовлетворяет условию по допустимому длительному току.

При аварийном режиме в работе останется один кабель, следовательно

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

$$I_{\max,p} = \frac{845,11}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 1} = 49,31 \text{ А.}$$

$$49,31 \text{ А} \leq 203,14 \text{ А} .$$

Существующий кабель АСБ-10(3x95) удовлетворяет условию по допустимому длительному току в аварийном режиме.

Сечение кабеля нужно проверить по экономической плотности тока для нормального режима работы. Ток в послеаварийном режиме не учитывается.

При выборе кабеля по экономической плотности тока должно выполняться условие

$$S \geq S_{\text{эк}} \quad (4.22)$$

где $S_{\text{эк}}$ – экономически целесообразное сечение, мм².

$$S_{\text{эк}} = \frac{I}{j_{\text{эк}}} , \quad (4.23)$$

где I – расчетный ток в час максимума энергосистемы, А;

$j_{\text{эк}}$ – нормированное значение экономической плотности тока, А/мм² по табл. 1.3.36 [9].

$$S_{\text{эк}} = \frac{49,31}{1,6} = 30,82 \text{ мм}^2,$$

$$95 \text{ мм}^2 \geq 30,82 \text{ мм}^2 .$$

Следовательно, необходимость замены кабеля АСБ-10(3 x95) отсутствует.

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

5 Технико-экономические показатели

5.1 Смета на оборудование и материалы

Основными экономическими показателями предлагаемого варианта реконструкции объекта будут являться затраты на приобретаемое оборудование. Для их определения составим смету на приобретение электротехнического оборудования (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Смета на приобретение электротехнического оборудования

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы оборудования, р	Общая стоимость, р
1		2	3	4
Кабель ВВГ 4x1	шт	30	35	1050
Кабель ВВГ 4x4	шт	221	99	21879
Кабель ВВГ 4x6	шт	17	142	2414
Кабель ВВГ 4x8	шт	49	164	8036
Кабель ВВГ 4x16	шт	210	370	77700
Кабель ВВГ 4x25	шт	55	577	31735
Кабель ВВГ 4x35	шт	198	790	156420
Кабель ВВГ 4x50	шт	129,5	1076	139342
Кабель ВВГ 4x95	шт	95	2000	190000
Кабель ВВГ 4x150	шт	57	3057	174249
Кабель ВВГ 4x185	шт	119	4560	542640
Кабель АВВГ 4x2	шт	88	13	1144
Кабель АВВГ 4x3	шт	60	17	1020
Кабель АВВГ 4x5	шт	167	26	4342
Кабель АВВГ 4x8	шт	76	35	2660
Кабель АВВГ 4x10	шт	139	55	7645
Кабель АВВГ 4x35	шт	10	158	1580
Кабель АВВГ 4x50	шт	117	213	24921
Кабель АВВГ 4x70	шт	156	308	48048
Кабель АВВГ 4x95	шт	4	381	1524
Кабель ПВС 2x2,5мм ²	шт	290	38	11020
Кабель ПВС 2x4мм ²	шт	350	58	20300
Выключатель ВА47-29	шт	46	89	4094
Выключатель ВА51-25	шт	20	1250	25000
Выключатель ВА51-31	шт	4	1500	6000
Выключатель ВА51-33	шт	19	1600	30400

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-13.03.02-01-18

Лист

74

Окончание таблицы 6.1

Выключатель ВА51-35	шт	2	1611	3222
Выключатель ВА52-31	шт	66	1785	117810
Выключатель ВА52-33	шт	8	1812	14496
Выключатель ВА52-35	шт	8	1890	15120
Выключатель ВА52-37	шт	9	4300	38700
Выключатель ВА53-41	шт	2	36000	72000
УКМ 58-0,4-125-25	шт		41000	41000
УКМ 58-0,4-75-12,5	шт		34000	34000
КТП	шт	1	1980000	1980000
Лампы Е40	шт	485	980	475300
Светильники РСП-05 IP-54	шт	92	3100	285200
Итого				4568711

Общие затраты на приобретение оборудования составят – 4568711р. Из них на систему освещения–902614р, на реконструкцию силовой части – 3666097 р.

5.2 Расчет показателей эффективности мероприятий, направленных на повышение надежности энергоснабжения производственных цехов

Повышение надежности энергоснабжения уменьшает количество отказов и продолжительность их восстановления, сокращает простой оборудования, рабочего персонала. Повышается количество производимой продукции. Так же снижаются эксплуатационные расходы.

Экономия эксплуатационных расходов от сбережения трудовых, материальных и энергетических ресурсов на восстановление работоспособности энергоснабжения в связи с повышением их надежности $\Delta C_{\text{э}}$ можно определить по формуле [13]

$$\Delta C_{\text{э}} = Z_r \cdot t_0 \cdot K_y + C_m + \mathcal{E}_y + T, \quad (5.1)$$

где: Z_r – средневзвешенная часовая тарифная ставка работников, занятых на работах по восстановлению работоспособности энергоснабжения принимаем 24,8р.

t_0 – трудоемкость работ по восстановлению работоспособности технических средств, принимаем 5чел.– 35час.

K_y – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату принимаем $K_y = 2 - 2,5$.

C_m – затраты на материалы и запасные части, вызванные восстановлением работоспособности энергоснабжения принимаем 1800р.

\mathcal{E}_9 – затраты на электроэнергию, вызванные восстановлением отказа принимаем 1000р.

T – затраты, связанные с эксплуатацией транспортных средств, 300р.

$$\Delta C_g = 24,8 \cdot 5 \cdot 35 \cdot 2,5 + 1800 + 1000 + 300 = 13950р.$$

Снижение эксплуатационных расходов в связи с уменьшением количества не плановых простоев оборудования и времени их простоя ΔC_3 определяется по формуле [13]

$$\Delta C_3 = C_0 \cdot \Delta n_{ост} + C_{n-ч} \cdot \Delta nt_{n-ч}, \quad (5.2)$$

где: C_0 и $C_{n-ч}$ – укрупненные нормы эксплуатационных расходов соответственно на остановку производства–час простоя принимаем соответственно 688,39р и 5554,06р;

$\Delta n_{ост}$, $\Delta nt_{n-ч}$ – снижение соответственно количества не плановых остановок и простоя в анализируемом периоде по сравнению с базовым, пересчитанным на объем работы анализируемого года принимаем соответственно 1 и 5ч.

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

$$\Delta C_3 = (688,39 \cdot 1) + (5554,06 \cdot 5) = 28458,7 \text{ р.}$$

Суммарное снижение эксплуатационных расходов определяем по формуле

$$\Delta C = \Delta C_6 + \Delta C_3, \quad (5.3)$$

$$\Delta C = 13950 + 28458,7 = 42408,7 \text{ р.}$$

По данным отдела главного энергетика отказы в системе энергоснабжения происходят в среднем 1 раз в месяц, что равняется 12 отказам в год. Следовательно, суммарное снижение эксплуатационных расходов в год будет равно

$$\Delta C_{год} = 42408,7 \cdot 12 = 508904,4 \text{ р.}$$

Рассчитаем прирост прибыли $\Delta\Pi$ за счет сэкономленных денежных средств на оплате электроэнергии за освещение производственных цехов

Для этого проведем сравнительный расчет двух вариантов освещения с лампами ДРЛ и светодиодными лампами LED E40 за три года.

Таблица 5.1 – Исходные данные для сравнительного анализа

Лампа	Количество	P_n	Количество работы часов в сутки $t_{сут}$ ч	Количество дней работы за 3 календарных года $t_{год}$ дней
ДРЛ 250	485	250	8	741
LED E40		100		

Расчет ведем на примере ламп ДРЛ250.

Установочную мощность $P_{уст}$ определим по формуле

$$P_{уст} = P_n \cdot n, \quad (5.4)$$

Для ДРЛ 250. Потребление 250Вт. С учетом стартера и повышенное потребление при запуске, для расчетов принимаем мощность одной лампы $P_n = 280$ кВт

$$P_{уст} = 0,28 \cdot 485 = 135,8 \text{ Вт.}$$

Стоимость электроэнергии, которая тратиться на освещение за три года рассчитаем по формуле

$$C_{э} = P_{уст} \cdot t_{мес} \cdot t_{год} \cdot T_{э}, \quad (5.5)$$

где $T_{э}$ – тариф на электроэнергию, $T_{э} = 5$ р·кВт/ч.

$$C_{э} = 135,8 \cdot 8 \cdot t_{год} \cdot 247 \cdot 5 = 1341704 \text{ р.}$$

Аналогично рассчитываются светодиодные лампы LED E40. Результаты расчета занесены в таблицу 5.2

Таблица 5.2 – Экономия затрат на потребление электроэнергии осветительными приборами

Вариант освещения	$P_{уст}$, кВт	$C_{э}$, р.	Экономия $\Delta C_{э}$ за 3 года, р.	Затраты на модернизацию освещения, р.	Экономия за три года, р.	Экономия за один год, р.
Лампы ДРЛ	135,8	4025112	2587572	902614	1684958	561652,7
Лампы LED E40	48,5	1437540				

Прирост прибыли за счет сэкономленных денежных средств на потребление электроэнергии осветительными приборами производственных цехов за 1 год составляет $\Delta \Pi = 561652,7$ р.

Суммарный экономический эффект за один год определим по формуле

$$\mathcal{E}_\phi = \Delta C + \Delta \Pi, \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_\phi = 508904,4 + 561652,7 = 1070557,1 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определим по формуле

$$T_{ок} = \frac{K_{об}}{\mathcal{E}_\phi}, \quad (5.7)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения

$$T_{ок} = \frac{4568711}{1070557,1} = 4,3 \text{ года.}$$

Таблица 5.3 – Техничко-экономические показатели

Показатели	Вариант электроснабжения	
	базовый	проектируемый
Капитальные вложения	-	4568711
Экономические потери, р	508904,4	-
Затраты на освещение, р	561652,7	-
Экономический эффект, р	-	1070557,1
Срок окупаемости, лет	-	4,3

Из приведенных расчетов видно, что полученное проектное решение эффективно. Капитальные вложения в реконструкцию составят 4568711р. Планируемая прибыль 1070557,1р. Срок окупаемости проекта 4,3 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе был рассмотрен вопрос реконструкции электроснабжения ПАО «Ковылкинского электромеханического завода», расположенной в г. Ковылкино.

Вследствие внедрения новых станков ЧПУ, увеличилась нагрузка на силовую сеть. В ходе расчетов была рассчитана нагрузка КТП №2, которая составила $P_p = 642,71$ кВт, $Q_p = 548,75$ квар. Полная потребляемая мощность $S_p = 845,11$ кВА. Проведен расчет проводников и аппаратов защиты. В силовой сети завода для распределительной сети выбраны кабели АВВГ, а для питающей ВВГ. Аппараты защиты выбраны серии ВА.

Для электроснабжения завода была применена радиально-магистральная схема питания, что позволило повысить надежность и бесперебойность питания электрооборудования.

Освещение цеха предлагается выполнить светильниками РСП05 со светодиодными лампами LED E40 в производственных помещениях. Для системы освещения были выбраны кабели ПВС и аппараты защиты ВА47-29 с номинальным током 25 А.

Так как все потребители электроэнергии завода относятся по надежности электроснабжения ко II и III категории, то для питания цеха применяется комплектная трансформаторная подстанция 2КТП-630/10 с двумя трансформаторами ТСЗ 630/10/0,4.

Из приведенных расчетов видно, что полученное проектное решение эффективно. Капитальные вложения в реконструкцию составят 4568711р. Планируемая прибыль 1070557,1р. Срок окупаемости проекта 4,3 года.

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агеев В. А., Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Электроснабжение предприятий» / В. А. Агеев, В. О. Дронов, С. Н. Автаев, И. А. Чадов. – 3-е изд., перераб и доп. / Саранск, 2015. 69 с.

2. Бурдочкин Ю.С. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию / Ю.С. Бурдочкин., Н.А. Парфенова. – М. : РИО, 2001.

3. Бурдочкин Ю.С. Системы электроснабжения. Курс лекций / Ю.С. Бурдочкин. – Рубцовск, РИО, 2003.

4. Горчакова Л.И. Указания для экономических расчетов в дипломных проектах по техническим специальностям. : / Л.И. Горчакова, М.В. Лопаткин. – СПб. : изд-во СПбГПУ, 2003. – 128с.

5. Кнорринг Г. М., Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г. М. Кнорринг, И. М. Фадин, В. Н. Сидоров. – 2-е изд, перераб. и доп. – СПб.: Энергоатомиздат, Санкт-Петербургское издание, 1992. – 448с. ил.

6. Коновалова Л.Л. Электроснабжение промышленных предприятий и установок / Л.Л. Коновалова., Л.Д. Ранкова. – М. : Энергоатомиздат, 1989.

7. Конюхова Е. А. Электроснабжение объектов : учеб. пособие для студ. учреждений / Е. А. Конюхова. – 9-е изд., испр. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 320 с.

8. МСН22-01-2011 Естественное и искусственно освещение. – М.: МНТКС, 2011.

9. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. Утверждено приказом Минэнерго России от 20 июня 2003 г. № 242. Вводится в действие с 1 ноября 2003 г.

10. РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования / Российское акционерное общество энергетики и электрификации «ЕЭС России». – М.: Издательство «ЭНАС», 2001. – 154 с.

					БР–02069964–13.03.02–01–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

11. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования / Под.ред. Б.Н. Неклепаева. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2000.

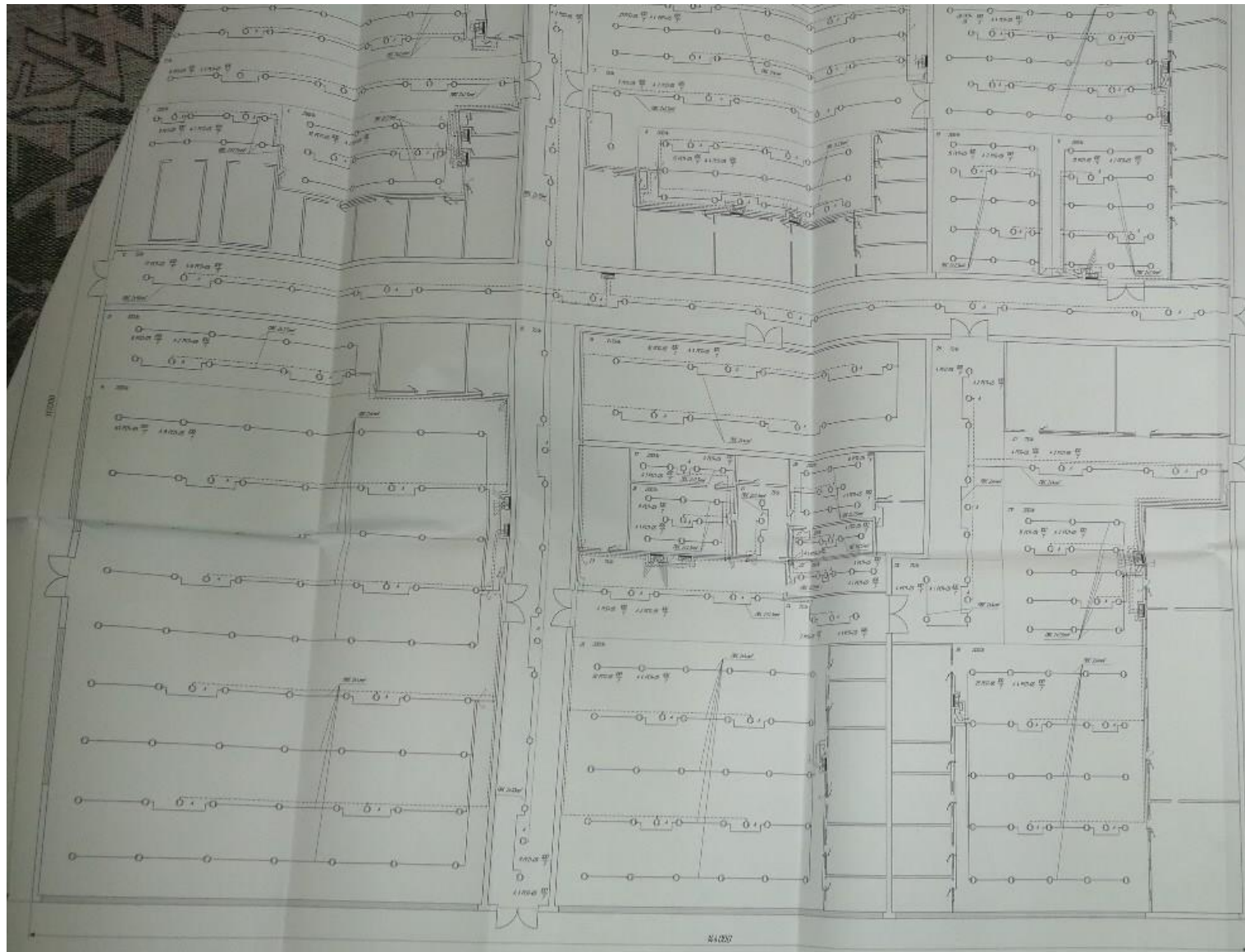
12. Самсонов В. А. Экономика предприятий и отрасли: учебник для студ. учреждений высш. образования / В. С. Самсонов. –М.: Издательский центр «Академия», 2014.–304с.

13. Смирнов А.Д. Справочная книжка энергетика: / А.Д. Смирнов., К.М. Антипов.- М.: Энергоатомиздат, 1987.

14. Справочник по проектированию электроснабжения / под ред. Барыбина Ю.Г., Федорова Л.Е. – М.: Энергоатомиздат, 1990.

15. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. – М.: ОАО «ЦПП», 2012.

					<i>БР–02069964–13.03.02–01–18</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82



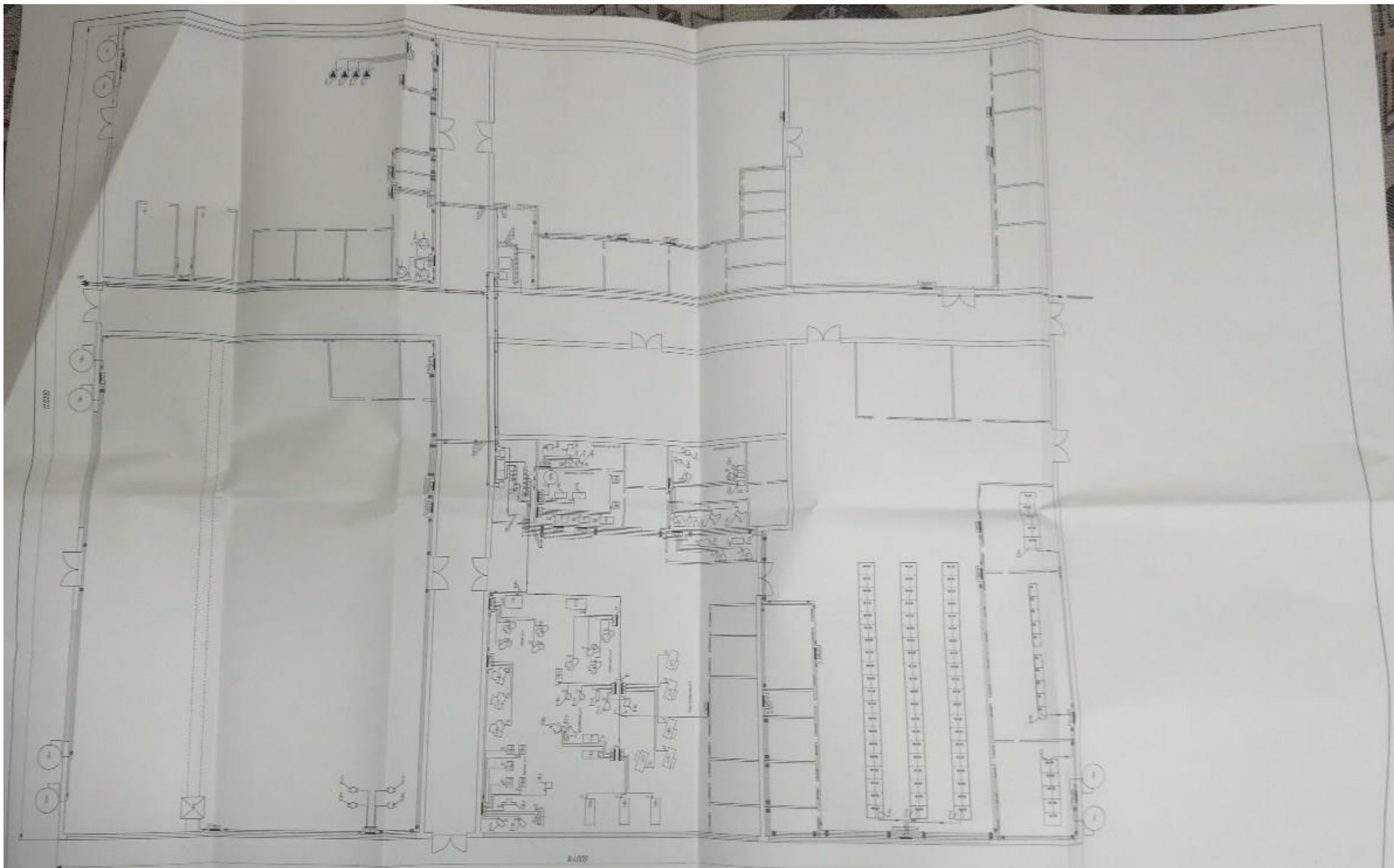
Вспомогательный материал

№ п/п	Наименование
1	Потолок люминесцентный №1
2	Потолок люминесцентный №2
3	Потолок люминесцентный №3
4	Потолок люминесцентный №4
5	Потолок люминесцентный №5
6	Потолок люминесцентный №6
7	Потолок люминесцентный №7
8	Потолок люминесцентный №8
9	Потолок люминесцентный №9
10	Потолок люминесцентный №10
11	Потолок люминесцентный №11
12	Потолок люминесцентный №12
13	Потолок люминесцентный №13
14	Потолок люминесцентный №14
15	Потолок люминесцентный №15
16	Потолок люминесцентный №16
17	Потолок люминесцентный №17
18	Потолок люминесцентный №18
19	Потолок люминесцентный №19
20	Потолок люминесцентный №20
21	Потолок люминесцентный №21
22	Потолок люминесцентный №22
23	Потолок люминесцентный №23
24	Потолок люминесцентный №24
25	Потолок люминесцентный №25
26	Потолок люминесцентный №26
27	Потолок люминесцентный №27
28	Потолок люминесцентный №28
29	Потолок люминесцентный №29
30	Потолок люминесцентный №30

84287

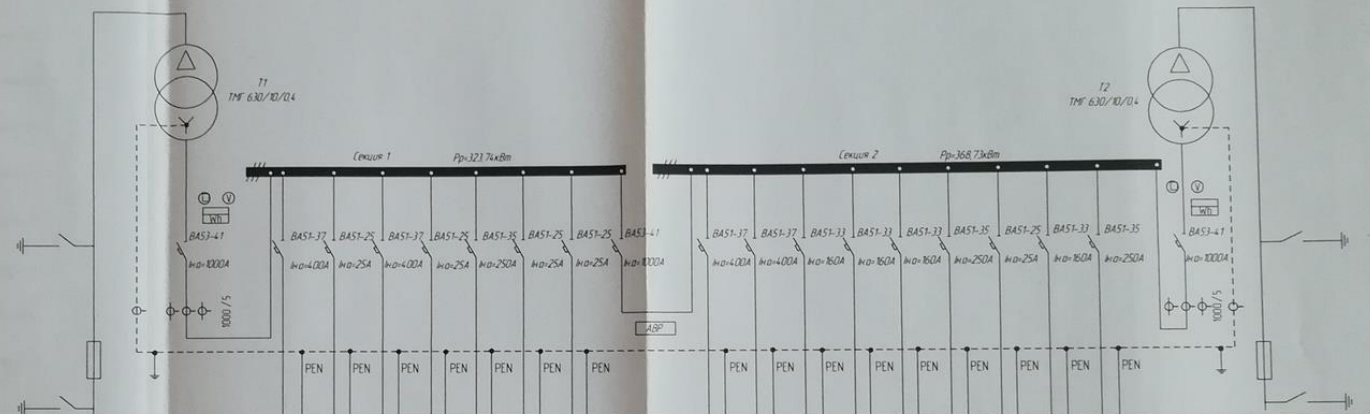
БР - 02069964 - 13.03.02 - 01 - 18

Исполн.	Провер.	Дата	Лист	Всего
М.П.	М.П.		1	1
План системы освещения				1:200
				Лист 1 из 1
				№12 кор. 3А1, л/а 607



SP-0208984-120102-01-18		№	№	№
План сисдові сепу		№	№	№
		№	№	№
		№	№	№

Трансформаторное значение тип напряжения: кВ мощность: кВА
Сечение шин
Измерительные приборы
Защиты от перегрузки и короткого замыкания
Трансформатор тока коэффициент трансформации
Аппарат на вводе 10 кВ
Номер шкафа
Тип шкафа
Номер линии
расч. длина А
Марка проводника или тип и ном. ток шинной арматуры
Наименование линии



Ввод от трансформатора ТТ	ШР-1	ШО-12	ШР-2	ШО-7	ШР-3	ШО-12,11	АШО Т-4	Ввод от трансформатора ТТ	ШО-12,11	ШР-1	ШО-12	ШР-2	ШО-7	ШР-3	ШО-12,11	АШО Т-4	Ввод от трансформатора ТТ	
636,2	235,90	19,09	246,14	14,23	151,67	40,02	5,10	184,61	153,00	40,7	21,92	45,04	144,58	214,9	68,06	183,30	654,40	
АД3 11	ВВГ 4x185	ВВГ 4x4	ВВГ 4x185	ВВГ 4x4	ВВГ 4x95	ВВГ 4x16	ВВГ 4x4	ВВГ 4x150	ВВГ 4x150	ВВГ 4x15	ВВГ 4x25	ВВГ 4x25	ВВГ 4x95	ВВГ 4x4	ВВГ 4x150	ВВГ 4x150	АД3 11	
Ввод 10 кВ	Ввод от трансформатора ТТ	ШР-1	ШО-12	ШР-2	ШО-7	ШР-3	ШО-12,11	АШО Т-4	Ввод от трансформатора ТТ	ШО-12,11	ШР-1	ШО-12	ШР-2	ШО-7	ШР-3	ШО-12,11	АШО Т-4	Ввод от трансформатора ТТ

БР-02069964-13.03.02-01-18

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Принципиальная схема КТП №2	Лит	Масса	Масштаб
Разраб	Алехин	Алехин				Д		
Проверил	Дранов	Дранов						
Н. Контр	Дущутин							
Утвердил	Агеев							
						Лист Листов		
						ИМЭ, ЗАП, д/о, 4072р		

Магистраль	Участок сети 1 Аппарат отходящей линии (ввода): обозначение, тип, ном. А, расцепитель или плавкая вставка, А	Участок сети 2 Аппарат ввода в распределительное устройство или пусковой аппарат обозначение, тип, ном. А, расцепитель или плавкая вставка, А	Участок сети 3 Участок сети	Кабель, провод			Труба		Распределительное устройство или электроприемник			
				Обозначение	Марка	Кол-во жил и сечение	Длина, м	Обозначение на плане	Длина, м	Обозначение	R _{уст} или R _{ном} , кВт	I _{уст} или I _{ном} /I _{уст} , А
РЧ-1	ВА 51-37 Inр=400 А	ВА 51-37 Inр=400 А	1	ВВГ	4x185	90,0			ЩР-1	128,3	24,1	Пункт распределительный ПР-11 8501 067
636,2А	ВА 51-25 Inр=25А	ВА 51-25 Inр=25 А	1	ВВГ	4x4	60,0			ЩО-1	2,31	3,5	Пункт распределительный ПР-11 8501 067
		ВА 51-25 Inр=25 А	1	ВВГ	4x4	75,0			ЩО-2	8,63	12,71	Пункт распределительный ПР-11 8501 067
	ВА 51-37 Inр=400 А	ВА 51-37 Inр=400 А	1	ВВГ	4x185	22,0			ЩР-2	150,9	319,88	Пункт распределительный ПР-11 8501 067
	ВА 51-31 Inр=25 А	ВА 51-25 Inр=25 А	1	ВВГ	4x4	30,0			ЩО-7	6,75	10,25	Пункт распределительный ПР-11 8501 067
	ВА 51-35 Inр=200 А	ВА 51-35 Inр=200 А	1	ВВГ	4x95	55,0			ЩР-3	82,88	146,11	Пункт распределительный ПР-11 8501 067
	ВА 51-25 Inр=25А	ВА 51-25 Inр=25А	1	ВВГ	4x16	70,0			ЩО-10	6,73	10,22	Пункт распределительный ПР-11 8501 067
		ВА 51-25 Inр=25 А	1	ВВГ	4x16	14,0			ЩО-11	15,63	23,75	Пункт распределительный ПР-11 8501 067
РЧ-2	ВА 52-37 Inр=400 А	ВА 52-37 Inр=400 А	1	ВВГ	4x185	9,0			РП-18	217,5	346,14	Пункт распределительный ПР-11 8501 067
653,44 А	ВА 52-37 Inр=250А	ВА 52-37 Inр=250А	1	ВВГ	4x185	8,0			РП-16	100,0	155,87	Пункт распределительный ПР-11 8501 067
		ВА 52-31 Inр=16 А	1	ВВГ	4x2,5	2,0			РП-17	3,74	6,5	Пункт распределительный ПР-11 8501 067
	ВА 52-31 Inр=63А	ВА 52-31 Inр=63А	1	ВВГ	4x25	35,0			РП-11	22,0	40,07	Пункт распределительный ПР-11 8501 067
	ВА 52-31 Inр=25А	ВА 52-31 Inр=25А	1	ВВГ	4x6	16,0			РП-8	114,5	23,95	Пункт распределительный ПР-11 8501 067
	ВА 52-31 Inр=63А	ВА 52-31 Inр=63А	1	ВВГ	4x25	20,0			РП-9	19,66	34,96	Пункт распределительный ПР-11 8501 067
		ВА 52-31 Inр=31,5А	1	ВВГ	4x8	14,0			РП-10	12,06	26,38	Пункт распределительный ПР-11 8501 067

БР-02069964-13.03.02-01-18

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Принципиальная схема питающей сети	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Алехин	Дранов	Алехин			Лист 1	Листов 2	
Проб.						ИМЭ, каф. ЭАП		
Т.контр.						407 гр. д/о		
И.контр.	Дущитин				Формат А3			
Утв.	Агеев				Копировал			

BA 51-35Ina=250A	BA 51-35Ina=250A	1	ВВГ	4x95	45,0		РП-14	65,88	136,0	Пункт распределительный ГР-11 8501 067
	BA 51-25 Ina=25 A	1	ВВГ	4x6	1,0		РП-15	5,0	9,58	Пункт распределительный ГР-11 8501 067
BA 52-31 Inp=16 A	BA 52-31 Inp=16 A	1	ВВГ	4x4	6,0		ЩО-8	5,29	8,04	Пункт распределительный ГР-11 8501 067
	BA 51-25Inp=25A	1	ВВГ	4x4	50,0		ЩО-9	7,1	10,79	Пункт распределительный ГР-11 8501 067
BA 52-31 Inp=80 A	BA 52-31 Inp=80 A	1	ВВГ	4x35	40,0		РП-12	28,88	57,16	Пункт распределительный ГР-11 8501 067
	BA 52-31 Inp=20 A	1	ВВГ	4x5	1,0		РП-13	7,28	14,51	Пункт распределительный ГР-11 8501 067
BA 52-35 Inp=250 A	BA 52-35 Inp=250 A	1	ВВГ	4x150	40,0		РП-20	123,6	196,0	Пункт распределительный ГР-11 8501 067
	BA 52-31 Inp=16 A	1	ВВГ	4x2,5	1,0		РП-19	5,42	9,64	Пункт распределительный ГР-11 8501 067

БР-02069964-13.03.02

Распределительное устройство	Аппарат отходящей линии (ввода) обозначение, тип, Iном, А, расцепитель или плавкая вставка, А	Узелок сети 2 Аппарат ввода в распределительное устройство или пусковой аппарат обозначение, тип, Iном, А, расцепитель или плавкая вставка, А	Узелок сети 1 Узелок сети	Кабель, провод			Труба		Распределительное устройство или электроприемник								
				Обозначение	Марка	Кол-во жил и сечение	Длина, м	Обозначение на плане	Длина, м	Обозначение	R _{ном} или P _{ном} , кВт	I _{ном} или I _{рас} /I _{рас} А	Наименование, тип обозначение чертежа принципиальной схемы				
ЩР-1	ВА 51-33 I _{нр} =80А	ВА 51-33 I _{нр} =80А	1		ВВГ	4x35	90,0										
241 А	ВА 51-33 I _{нр} =100 А	ВА 51-33 I _{нр} =100 А	1		ВВГ	4x50	70,0			РП-1	33,52	59,92	Пункт распределительный РР-11 8501 067				
	ВА 51-33 I _{нр} =80 А	ВА 51-33 I _{нр} =80 А	1		ВВГ	4x35	60,0			РП-2	47,88	85,61	Пункт распределительный РР-11 8501 067				
	ВА 51-33 I _{нр} =80А	ВА 51-33 I _{нр} =80 А	1		ВВГ	4x35	8,0			РП-3	31,12	58,37	Пункт распределительный РР-11 8501 067				
			1							РП-4	29,68	57,14	Пункт распределительный РР-11 8501 067				
ЩР-2	ВА 51-35 I _{нр} =200 А	ВА 51-35 I _{нр} =200 А	1		ВВГ	4x95	50,0										
319,88 А	ВА 51-32 I _{нр} =63 А	ВА 51-31 I _{нр} =63А	1		ВВГ	4x16	110,0			РП-5	120,9	228,3	Пункт распределительный РР-11 8501 067				
	ВА 51-33 I _{нр} =125 А	ВА 51-31 I _{нр} =125 А	1		ВВГ	4x50	30,0			РП-6	30,0	46,6	Пункт распределительный РР-11 8501 067				
			1							РП-7	43,79	114,5	Пункт распределительный РР-11 8501 067				
ЩР-3	ВА 51-25 I _{нр} =25 А	ВА 51-25 I _{нр} =25 А	1		ВВГ	4x6	35										
146,11 А		ВА 51-25 I _{нр} =6 А	1		ВВГ	4x1	30,0			РП-21	14,4	21,88	Пункт распределительный РР-11 8501 067				
	ВА 51-33 I _{нр} =100 А	ВА 51-33 I _{нр} =100 А	1		ВВГ	4x35	45,0			РП-23	3,6	5,47	Пункт распределительный РР-11 8501 067				
			1							РП-22	47,88	85,61	Пункт распределительный РР-11 8501 067				
РП-1	ВА 51-31 I _{нр} =50А		1		АВВГ	4x35	5,0			7	210	39,88	Покрасочная камера				
59,92А	ВА 51-31 I _{нр} =50А		1		АВВГ	4x35	5,0			8	210	39,88	Покрасочная камера				
			1														

БР-02069964-13.03.02-01-18

Изм. Лист № докум. Подп. Дата
 Разраб. АЛЕХИН
 Пров. ДРОНОВ
 Т.контр.
 И.контр. ДИШУТЫН
 Утв. АГЕЕВ

Принципиальная схема
 распределительной сети

Лист 1 / Листов 6
 ИМЭ, каф. ЗАП
 407 гр, д/о
 Формат А3

Копировал

БР-02069964-13.03.02-01

ПТ-2	BA 51-33 Ипр=80 А	1	АВВГ	4x50	8,0			1	30,0	56,98	Вентилятор вытяжной
319,88 А	BA 51-33 Ипр=80 А	1	АВВГ	4x50	8,0			2	30,0	56,98	Вентилятор вытяжной
ПТ-3	BA 51-33 Ипр=40 А	1	АВВГ	4x16	8,0	Т5	6	9	13,0	24,69	Компрессор
58,37А	BA 51-33 Ипр=40 А	1	АВВГ	4x16	8,0	Т6	6	10	13,0	24,69	Компрессор
	BA 51-33 Ипр=40 А	1	АВВГ	4x16	8,0	Т7	6	11	13,0	24,69	Компрессор
ПТ-4	BA 51-31 Ипр=20А	1	АВВГ	4x8	10,0	Т1	7	3	10,0	18,99	Насос
57,14А	BA 51-31 Ипр=20А	1	АВВГ	4x8	10,0	Т2	7	4	10,0	18,99	Насос
	BA 51-31 Ипр=20А	1	АВВГ	4x8	10,0	Т3	7	5	10,0	18,99	Насос
	BA 51-31 Ипр=20А	1	АВВГ	4x8	10,0	Т4	7	6	10,0	18,99	Насос
ПТ-5	BA 51-33 Ипр=100 А	1	АВВГ	4x70	8,0			12	45,0	85,46	Вентилятор вытяжной
228,25 А	BA 51-33 Ипр=100 А	1	АВВГ	4x70	8,0			13	45,0	85,46	Вентилятор вытяжной
	BA 51-33 Ипр=100 А	1	АВВГ	4x70	70,0			14	45,0	85,46	Вентилятор вытяжной
	BA 51-33 Ипр=100 А	1	АВВГ	4x70	70,0			15	45,0	85,46	Вентилятор вытяжной
ПТ-6	BA 52-31Ипр=63А	1	АВВГ	4x25	80,0			16	3,0	91,16	Кран балка
46,4 А											
ПТ-7	BA 51-33 Ипр=80А	1	АВВГ	4x50	20,0			17	23,0	69,89	Сварочный агрегат
114,52 А	BA 51-33 Ипр=80А	1	АВВГ	4x50	20,0			18	23,0	69,89	Сварочный агрегат
	BA 51-33 Ипр=80А	1	АВВГ	4x50	20,0			19	23,0	69,89	Сварочный агрегат
	BA 51-33 Ипр=80А	1	АВВГ	4x50	20,0			20	23,0	69,89	Сварочный агрегат
ПТ-8	BA 52-31 Ипр=25 А	1	АВВГ	4x10	5,0	Т34	4,0	44	7,0	21,27	Резьбо-шлифовальный станок
23,92 А											

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БР-02069964-13.03.02-01-18

Лист

2

Копировал

Формат А3

БР-02069964-13.03.02-01-18

	BA 52-31 Ипр=25A		1	АВВГ	4x10	5,0	Т35	4,0	45	7,0	21,27	Резьбо-шлифовальный станок
	BA 52-31 Ипр=25 A		1	АВВГ	4x10	4,0	Т36	3,0	46	7,0	21,27	Резьбо-шлифовальный станок
	BA 52-31 Ипр=25 A		1	АВВГ	4x10	4,0	Т37	3,0	47	7,0	21,27	Резьбо-шлифовальный станок
	BA 52-31 Ипр=25 A		1	АВВГ	4x10	3,0	Т38	2,5	48	7,0	21,27	Пресс гидравлический
РП-9	BA 52-31 Ипр=50A		1	АВВГ	4x16	8,0	Т44	7,0	54	15,0	45,58	Фрезерный станок ЧПУ
34,99A	BA 52-33 Ипр=50 A		1	АВВГ	4x16	9,0	Т45	8,0	55	15,0	45,58	Фрезерный станок ЧПУ
	BA 52-33 Ипр=50 A		1	АВВГ	4x16	10,0	Т46	9,0	56	15,0	45,58	Фрезерный станок ЧПУ
РП-10	BA 52-31 Ипр=25 A		1	АВВГ	4x6	8,0	Т60	7,0	72	7,0	21,27	Вертикально-сверильный станок
26,38A	BA 52-31 Ипр=16 A		1	АВВГ	4x5	8,0	Т61	7,0	73	4,0	12,15	Настольно-сверильный станок
	BA 52-31 Ипр=16 A		1	АВВГ	4x5	8,0	Т62	7,0	74	4,0	12,15	Настольно-сверильный станок
	BA 52-31 Ипр=16 A		1	АВВГ	4x5	8,0	Т63	7,0	75	4,0	12,15	Заточный станок
	BA 52-31 Ипр=16 A		1	АВВГ	4x5	10	Т64	9,0	76	4,0	12,15	Заточный станок
	BA 52-31 Ипр=16 A		1	АВВГ	4x5	7,0	Т65	6,0	77	4,0	12,15	Заточный станок
	BA 52-31 Ипр=16 A		1	АВВГ	4x5	7,0	Т66	6,0	78	4,0	12,15	Заточный станок
	BA 52-31 Ипр=16 A		1	АВВГ	4x5	8,0	Т67	7,0	79	4,0	12,15	Заточный станок
	BA 52-31 Ипр=16 A		1	АВВГ	4x5	8,0	Т68	7,0	80	5,0	15,19	Резьбо-шлифовальный станок
	BA 52-31 Ипр=16 A		1	АВВГ	4x5	6,0	Т69	5,0	81	5,0	15,19	Резьбо-шлифовальный станок
	BA 52-31 Ипр=16 A		1	АВВГ	4x5	6,0	Т70	5,0	82	0,75	1,34	Установка пневмоструйная
РП-11	BA 52-33 Ипр=25 A		1	АВВГ	4x10	7,0	Т39	6,0	49	7,0	21,27	Резьбо-шлифовальный станок
40,7 A	BA 52-33 Ипр=25 A		1	АВВГ	4x10	7,0	Т40	6,0	50	7,0	21,27	Резьбо-шлифовальный станок
	BA 52-33 Ипр=25 A		1	АВВГ	4x10	7,0	Т41	6,0	51	7,0	21,27	Резьбо-шлифовальный станок
	BA 52-33 Ипр=25 A		1	АВВГ	4x10	7,0	Т42	6,0	52	7,0	21,27	Резьбо-шлифовальный станок

БР-02069964-13.03.02-01-18

	BA 52-33 Inp=63 A		1	ABBГ	4x50	4,0	T43	3,0	53	22,0	514,2	Ножницы гильотины
PT-12	BA 52-31 Inp=40A		1	ABBГ	4x16	7,0	T52	6,0	63	15,0	35,06	Токарный станок ЧПУ
57,16A	BA 52-31 Inp=40A		1	ABBГ	4x16	7,0	T53	6,0	64	15,0	35,06	Токарный станок ЧПУ
	BA 52-31 Inp=40A		1	ABBГ	4x16	9,0	T54	8,0	65	15,0	35,06	Токарный станок ЧПУ
	BA 52-31 Inp=40A		1	ABBГ	4x16	9,0	T55	8,0	66	15,0	35,06	Токарный станок ЧПУ
	BA 52-31 Inp=40A		1	ABBГ	4x16	9,0	T56	8,0	67	15,0	35,06	Токарный станок ЧПУ
PT-13	BA 52-31 Inp=16 A		1	ABBГ	4x8	8,0	T51	7,0	61	4,0	12,15	Резьбо-шлифовальный станок
14,51A	BA 52-31 Inp=16 A		1	ABBГ	4x8	8,0	T52	7,0	62	4,0	12,15	Резьбо-шлифовальный станок
	BA 52-31 Inp=16 A		1	ABBГ	4x8	8,0	T47	7,0	57	2,2	6,69	Внутри-шлифовальный станок
	BA 52-31 Inp=16 A		1	ABBГ	4x8	6,0	T48	5,0	58	5,0	15,19	Горизонтально-фрезерный станок
	BA 52-31 Inp=16A		1	ABBГ	4x8	6,0	T49	5,0	59	5,0	15,19	Горизонтально-фрезерный станок
	BA 52-31 Inp=16A		1	ABBГ	4x8	6,5	T50	5,5	60	3,0	9,12	Точильно-шлифовальный станок
PT-14	BA 51-33 Inp=80A		1	ABBГ	4x50	8,0	T71	7,0	83	30,0	65,11	Токарный станок ЧПУ
136 A	BA 51-33 Inp=80A		1	ABBГ	4x50	5,0	T72	4,0	84	30,0	65,11	Токарный станок ЧПУ
	BA 51-33 Inp=80A		1	ABBГ	4x50	8,0	T73	7,0	85	30,0	65,11	Токарный станок ЧПУ
PT-15	BA 52-31 Inp=20 A		1	ABBГ	4x8	9,0	T59	8,0	70	5,0	15,19	Радиально-сверлильный станок
9,58 A	BA 52-31 Inp=20 A		1	ABBГ	4x8	9,0	T60	8,0	71	5,0	15,19	Радиально-сверлильный станок
	BA 52-31 Inp=16 A		1	ABBГ	4x5	6,0	T57	5,0	68	2,2	6,69	Кругло-шлифовальный станок
	BA 52-31 Inp=16 A		1	ABBГ	4x5	6,0	T58	5,0	69	2,2	6,69	Кругло-шлифовальный станок
PT-16	BA 52-35 Inp=250A		1	BBГ	4x150	3,0	T13	2,0	26	100	159,9	Шахтная печь
155,87A												

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БР-02069964-13.03.02-01-18

Копировал

Формат А3

Лист
4

БР-02069964-13.03.02-01-18

	BA 52-31 Ир=25A		1	АВВГ	4x10	7,0	T14	6,0	27	7,5	17,53	Прес пневматический
	BA 52-31 Ир=25A		1	АВВГ	4x10	6,0	T15	5,0	28	7,5	17,53	Прес пневматический
	BA 52-31 Ир=16A		1	АВВГ	4x5	6,5	T16	5,5	30	3,0	9,12	Координатно-расточный станок
	BA 52-31 Ир=16A		1	АВВГ	4x5	6,5	T17	5,5	31	3,0	9,12	Координатно-расточный станок
	BA 52-31 Ир=10 A		1	АВВГ	4x2	7,0	T18	6,0	32	1,1	2,57	Механическая пила
	BA 52-31 Ир=10 A		1	АВВГ	4x2	9,0	T19	8,0	33	0,75	2,28	Электроэрозионный станок
	BA 52-31 Ир=10 A		1	АВВГ	4x2	10,0	T14	9,0	29	0,75	2,28	Электроэрозионный станок
РП-18	BA 52-33Ир=125A		1	ВВГ	4x50	7,0	T8	6,0	21	75,0	119,95	Электропечь
346,14A	BA 52-33Ир=125A		1	ВВГ	4x50	7,0	T9	6,0	22	75,0	119,95	Электропечь
	BA 52-33Ир=125A		1	ВВГ	4x50	8,5	T10	7,5	23	75,0	119,95	Электропечь
	BA 52-33Ир=125A		1	ВВГ	4x50	8,5	T11	7,5	24	75,0	119,95	Электропечь
	BA 52-33Ир=125A		1	ВВГ	4x50	8,5	T12	7,5	25	75,0	119,95	Электропечь
РП-19	BA 52-31 Ир=16 A		1	АВВГ	4x5	7,5	T30	6,5	86	4,0	12,50	Заточный станок с проگرامатором
9,64A	BA 52-31 Ир=16 A		1	АВВГ	4x5	7,5	T31	6,5	87	4,0	12,50	Заточный станок с проگرامатором
	BA 52-31 Ир=16 A		1	АВВГ	4x5	9,0	T32	8,0	88	2,2	6,69	Настольно-сверильный станок
	BA 52-31 Ир=16 A		1	АВВГ	4x5	11,0	T33	10,0	89	2,2	6,69	Настольно-сверильный станок
РП-20	BA 52-31 Ир=125 A		1	ВВГ	4x50	5,0	T20	4,0	34	60,0	95,96	Электропечь
196,04A	BA 52-31 Ир=125 A		1	ВВГ	4x50	5,0	T21	4,0	35	60,0	95,96	Электропечь
	BA 52-31 Ир=125 A		1	АВВГ	4x95	3,0	T22	2,0	36	40,0	95,96	Установка ТВЧ
	BA 51-25 Ир=6A		1	АВВГ	4x2	9,0	T23	8,0	37	0,75	2,28	Электроэрозионный станок
	BA 51-25 Ир=6A		1	АВВГ	4x2	9,0	T24	8,0	38	0,75	2,28	Электроэрозионный станок
	BA 51-25 Ир=6A		1	АВВГ	4x2	9,0	T25	8,0	39	0,75	2,28	Электроэрозионный станок
			1									

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

БР-02069964-13.03.02-01-18

Лист 5

Копировал

Формат А3

БР-02069964-13.03.02-01-18

	BA 51-25 Inp=16A			ABBГ	4x5	18,0	T26	17,0	40	3,0	9,12	Точильно-шлифовальный станок
	BA 51-25 Inp=16A	1		ABBГ	4x5	14,0	T27	13,0	41	3,0	9,12	Точильно-шлифовальный станок
	BA 51-25 Inp=20A	1		ABBГ	4x5	18,0	T28	17,0	42	4,0	12,15	Зачпный станок с програматором
	BA 51-25 Inp=20A	1		ABBГ	4x5	14,0	T29	13,0	43	4,0	12,15	Зачпный станок с програматором
РП-21	BA 47-29 Inp=12,5A	1		ABBГ	2x3	20,0			92	6,0	10,72	Разеточная сеть
25,71A	BA 47-29 Inp=12,5A	1		ABBГ	2x3	20,0			93	6,0	10,72	Разеточная сеть
	BA 47-29 Inp=12,5A	1		ABBГ	2x3	20,0			94	6,0	10,72	Разеточная сеть
РП-22	BA 51-33 Inp=80 A	1		ABBГ	2x50	8,0			90	30,0	56,90	Вентилятор вытяжной
85,61A	BA 51-33 Inp=80 A	1		ABBГ	2x50	8,0			91	30,0	56,90	Вентилятор вытяжной
РП-23	BA 47-29 Inp=6A	1		ABBГ	2x2	20,0			95	1,5	2,68	Разеточная сеть
5,5A	BA 47-29 Inp=6A	1		ABBГ	2x2	10,0			96	1,5	2,68	Разеточная сеть
	BA 47-29 Inp=6A	1		ABBГ	2x2	15,0			97	1,5	2,68	Разеточная сеть

ОТЗЫВ

о бакалаврской работе
студента Алехин Антон Олегович
направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
на тему: Реконструкция системы электроснабжения
ПАО «Ковылкинский электромеханический завод»

Работа посвящена актуальной проблеме реконструкции системы электроснабжения ПАО «Ковылкинский электромеханический завод», целесообразность которой обоснована в ходе анализа объекта.

Студент при выполнении выпускной квалификационной работы произвел расчет нагрузок предприятия, произвел выбор силового трансформатора, защитно-коммутационной аппаратуры, а так же провел расчет падения напряжения в линии до наиболее удаленного электроприемника. Выполнил расчет токов короткого замыкания. Примененные методики актуальны и обоснованы, что подтверждается ссылками на использованную литературу.

Теоретические сведения, изложенные в работе, стандартные и общеизвестные в области электроэнергетики. Практическую значимость представляют предложенные студентом компоновочные решения по реконструкции системы электроснабжения.

Студент при написании выпускной квалификационной работы показал себя с положительной стороны, проявил самостоятельность и инициативу при сборе исходной информации и выполнении расчетов.

Выпускник имеет уровень теоретической и практической подготовки, необходимый для выполнения выпускной квалификационной работы по направлению и осуществления профессиональной деятельности.

В ходе выполнения работы студент показал умение анализировать и обобщать информацию, делать практические выводы и оформлять результаты.

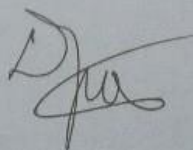
Умело пользуется методиками и нормативной технической документацией в сфере своей профессиональной деятельности, ориентируется в номенклатуре электротехнического оборудования.

Результаты работы могут быть использованы для практического применения.

Готовая работа была проверена в системе «Антиплагиат» на наличие заимствований. Процент оригинальности работы составил 79,85%.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к бакалаврским работам по направлению, и рекомендуется к защите.

Научный руководитель
ст. преподаватель



В. О. Дронов