

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»  
институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ А.С. Торопов  
подпись                      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Реконструкция системы электроснабжения ООО «НПО Лаборатория  
специальных сталей и сплавов», г. Санкт-Петербург

тема

Руководитель \_\_\_\_\_  
подпись, дата

доцент, к.э.н.  
должность, ученая степень

Н. В. Дулесова  
инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_  
подпись, дата

А. О. Белоглазова  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер \_\_\_\_\_  
подпись, дата

И.А. Кычакова  
инициалы, фамилия

Абакан 2024

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»

институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.С. Торопов

подпись

инициалы, фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**  
**в форме бакалаврской работы**

Студенту Белоглазовой Ангелине Олеговне  
(фамилия, имя, отчество)  
Группа ЗХЭн 19-01 (3-19) Направление 13.03.02  
(код)  
Электроэнергетика и электротехника  
(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы: Реконструкция системы электроснабжения ООО «НПО Лаборатория специальных сталей и сплавов», г. Санкт-Петербург

Утверждена приказом по институту № 260 от 07.05.2024

Руководитель ВКР Дулесова Н. В., доцент кафедры ЭМиАТ  
(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для ВКР ведомость электрической нагрузки, генплан предприятия, объекты реконструкции, сведения об источниках питания.

Перечень разделов выпускной квалификационной работы:

Введение

- 1 Характеристика предприятия
- 2 Обоснование реконструкции системы электроснабжения
- 3 Схема внутрицехового электроснабжения объекта реконструкции
- 4 Расчет электрических нагрузок групп электроприемников
- 5 Светотехнический и электротехнический расчет освещения
- 6 Выбор распределительных пунктов, защитных аппаратов и питающих кабелей
- 7 Выбор трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности. Выбор питающей линии
- 8 Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1000 В и выше
- 9 Проверка защитных аппаратов 6 кВ - 0,4 кВ

Перечень обязательных листов графической части:

1. Однолинейная схема электроснабжения
2. План цеха с освещением
3. План цеха с силовыми сетями

Руководитель ВКР

/ Н. В. Дулесова  
(подпись, инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

/А. О. Белоглазова  
(подпись, инициалы и фамилия студента)

«02» февраля 2024 г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Реконструкция системы электроснабжения ООО «НПО Лаборатория специальных сталей и сплавов»» содержит 64 страниц текстового документа, 25 использованных источников, 3 листа графического материала, приложений 35 страниц.

**РЕКОНСТРУКЦИЯ, ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, СХЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ, СИЛОВОЙ ТРАНСФОРМАТОР, ЗАЩИТНЫЙ АППАРАТ, КАБЕЛЬ, ТОК КЗ.**

Объект исследования – «НПО Лаборатория специальных сталей и сплавов».

Предмет исследования – система электроснабжения литейного производства.

Целью бакалаврской работы является реконструкция системы электроснабжения «НПО Лаборатория специальных сталей и сплавов» в связи с модернизацией производственного оборудования.

В рамках работы были представлены описание объекта проектирования и текущая схема его электроснабжения, а также обоснована необходимость реконструкции системы электроснабжения в связи с модернизацией производственного оборудования.

Разработана схема внутрицехового электроснабжения объекта реконструкции с учетом особенностей питания высоковольтных, низковольтных электроприемников и крановых установок;

Произведен расчет электрических нагрузок групп электроприемников. Низковольтные электроприемники разделены на группы в зависимости от обслуживаемого агрегата и объединены в силовые сборки второго уровня системы электроснабжения.

Выполнены светотехнический и электротехнический расчеты освещения. Для искусственного освещения производства применены светодиодные светильники с соответствующей степенью защиты.

Произведен расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1000 В и выше и на основании его проверка защитных аппаратов 6 кВ - 0,4 кВ.

Рассчитаны отклонения напряжения у характерных электроприемников.

Результаты исследований имеют практическую ценность, поскольку предложенное электротехническое оборудование и технические решения для системы электроснабжения литейного производства могут быть адаптированы и применены при реконструкции и проектировании различных промышленных объектов с высоким и низким напряжением электроснабжения.

## THE ABSTRACT

The final qualifying work on the topic “Reconstruction of the power supply system of LLC NPO Laboratory of Special Steels and Alloys” contains 64 pages of text document, 25 used sources, 3 sheets of graphic material, appendices 35 pages.

RECONSTRUCTION, FOUNDRY, ELECTRICAL SUPPLY DIAGRAM, ELECTRICAL LOAD, ARTIFICIAL LIGHTING, POWER TRANSFORMER, PROTECTIVE DEVICE, CABLE, SCHOOL CURRENT.

The object of the study is LLC NPO Laboratory of Special Steels and Alloys.

The subject of the study is the power supply system of a foundry.

The purpose of the bachelor's thesis is to reconstruct the power supply system of NPO Laboratory of Special Steels and Alloys LLC in connection with the modernization of production equipment.

During the work, a description of the design object and the current scheme of its power supply was given, as well as a rationale for the reconstruction of the power supply system in connection with the modernization of production equipment.

A scheme for the intra-shop power supply of the reconstruction facility has been developed, taking into account the power supply features of high-voltage, low-voltage electrical receivers and crane installations;

The electrical loads of groups of electrical receivers have been calculated. Low-voltage electrical receivers are divided into groups depending on the unit being serviced and combined into power assemblies of the second level of the power supply system.

Lighting and electrical lighting calculations were performed. For artificial lighting of production, LED lamps with the appropriate degree of protection are used.

A calculation of short-circuit currents in networks with voltages up to 1000 V and higher was carried out and, on the basis of this, protective devices of 10 kV - 0.4 kV were tested.

The voltage deviations of typical electrical receivers are calculated.

The practical significance of the research is due to the fact that the proposed types of electrical equipment and technical solutions relating to the power supply system of a foundry can be used for the reconstruction and design of various industrial facilities with high-voltage and low-voltage electrical receivers.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	7
1 Характеристика предприятия .....	8
2 Обоснование реконструкции системы электроснабжения .....	10
2.1 Причины реконструкции. Характеристика электроприемников нового производства .....	10
2.2 Выбор электродвигателей для электроприемников нового производства и расчет их номинальных мощностей.....	15
3 Схема внутрицехового электроснабжения объекта реконструкции.....	20
4 Расчет электрических нагрузок групп электроприемников .....	22
5 Светотехнический и электротехнический расчет освещения .....	23
6 Выбор распределительных пунктов, защитных аппаратов и питающих кабелей.....	40
7 Выбор трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности. Выбор питающей линии .....	51
8 Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1000 В и выше.....	54
9 Проверка защитных аппаратов 6 кВ - 0,4 кВ .....	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	62
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	63

## ВВЕДЕНИЕ

Литейное производство - это сфера машиностроения, специализирующаяся на изготовлении литых деталей путем заливки расплавленного металла или сплавов в форму, предварительно созданную с требуемыми геометрическими характеристиками и формой будущей детали.

К основным электроприемникам литейного производства относятся сталеплавильные печи (ДСП, ЭШП и др.), машины литья заготовок, вспомогательное оборудования (для поворота ковшей, обдува, охлаждения, нагнетания охлаждающих жидкостей и др.) и т.д. Эти электроприемники являются ответственными, т.к. если металл застынет раньше времени, то возникнет ущерб технологическому процессу. Поэтому важно обеспечивать надежное электропитание таких потребителей электроэнергией.

Электрические печи большой мощности питаются от собственных печных трансформаторов специальной конструкции, выдерживающих нелинейные нагрузки. Низковольтные электроприемники вспомогательных механизмов (насосов, вентиляторов, поворотов, перемещений и др.) могут питаться по классическим схемам от распределительных пунктов низкого напряжения и комплектных трансформаторных подстанций.

Объект исследования – ООО «НПО Лаборатория специальных сталей и сплавов».

Предмет исследования – система электроснабжения литейного производства.

Целью бакалаврской работы является реконструкция системы электропитания ООО «НПО Лаборатория специальных сталей и сплавов» в связи с модернизацией производственного оборудования.

В качестве задач исследования необходимо рассмотреть следующий перечень обязательных вопросов:

- 1) характеристика предприятия;
- 2) обоснование реконструкции системы электроснабжения;
- 3) схема внутрицехового электроснабжения объекта реконструкции;
- 4) расчет электрических нагрузок групп электроприемников;
- 5) светотехнический и электротехнический расчет освещения;
- 6) выбор распределительных пунктов, защитных аппаратов и питающих кабелей;
- 7) расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1000 В и выше;
- 8) проверка защитных аппаратов 6 кВ - 0,4 кВ;
- 9) расчет отклонений напряжения для характерных электроприемников.

## 1 Характеристика предприятия

Металлургический комплекс НПО «Лаборатория специальных сталей и сплавов» (НПО «ЛССС») был создан на основе производственных мощностей и цехов АО «Металлургический завод «Петросталь». НПО «ЛССС» производит слитки:

- электрошлакового переплава из сталей и сплавов спецназначения;
- кузнечные открытой выплавки;
- сортовые открытой выплавки.

На сегодняшний день завод НПО «ЛССС» ежемесячно производит продукцию в объеме 1000 тонн из различных марок сталей и сплавов, из них 250 тонн с ЭШП переплавом. Одним из преимуществ производства является возможность выпуска малотоннажных партий проката нужного профиля.

Предприятие полностью самостоятельно обеспечивается расходуемыми электродами для электрошлакового переплава из любых сталей и сплавов. Постоянное совершенствование технологии производства стали и проката, обновление и расширение состава оборудования позволяет выпускать конкурентоспособную продукцию.

Производство ООО «НПО Лаборатория специальных сталей и сплавов» находится по адресу: Санкт-Петербург, Стачек пр, дом 47.

Напряжение питания электрических печей ЭШП и литейного производства – 6 кВ. Питание производства осуществляется от сборных шин распределительного устройства 6 кВ. 1СШ и 2СШ секционированы, аналогично шины секционированы шины 3СШ и 4СШ. Питание 1СШ (3СШ) и 2СШ (4СШ) осуществляется при помощи сдвоенных высоковольтных кабелей большого сечения типа 2хАПвВнг-LS 3х(1х400)-6 кВ.

Источником питания предприятия является собственная ГПП-1 (ПС-170), на которой установлены два трансформатора с расщепленными обмотками низшего напряжения Т-1 и Т-2 на 80 МВА каждый. Для ограничения токов КЗ установлены сдвоенные токоограничивающие реакторы типа РБ 2х2500 А, и их четыре вывода идут соответственно к указанным секциям сборных шин.

Схема электроснабжения предприятия ООО «НПО Лаборатория специальных сталей и сплавов» (1СШ и 2СШ) показана в приложении А а для 3СШ и 4СШ – в приложении Б.

Питание низковольтных электроприемников осуществляется от двух одинаковых ТП-1 и ТП-2 типа 2хКТПН 630 кВА 6/0,4 кВ. Трансформаторы 2хКТПН подключены таким образом, чтобы обеспечивалось резервное питание ответственных электроприемников: один трансформатора ТП-1 и один трансформатор ТП-2 подключены к 1СШ, а два других соответственно к 2СШ.

От 1СШ питается дуговая сталеплавильная печь ДСП (ЕАФ) с печным трансформатором мощностью 7,0 МВА, 6/0,3 кВ, а от 2СШ – автомат ковш печь (АКП) с печным трансформатором мощностью 3,0 МВА, 6 кВ/0,2 кВ.

От каждой 3СШ и 4СШ питается по три электрошлаковые печи (ЭШП)



с собственными печными трансформаторами мощностью 2,0 МВА 6/0,69 кВ каждый.

Для обеспечения корректной работы сети от влияния нелинейных электроприемников на каждую печь ко всем сборным шинам подключены фильтрокомпенсирующие устройства (ФКУ).

В цехе микроклимат является жарким, а производство по пожароопасности относится к категории Г (негорючие материалы и вещества в горячем, расплавленном или раскаленном состоянии высокой температуры), т.к. сопряжено с влиянием высоких температур, которые образуются в результате сталеплавильных процессов. В таких производствах необходимо использование питающих кабелей, оболочка которых трудногорючая, например, ВВГнг(А)-LS, что применены для питания электроприемников в действующем производстве.

## 2 Обоснование реконструкции системы электроснабжения

### 2.1 Причины реконструкции. Характеристика электроприемников нового производства

Общий план площадки производства металла путем внедрения новой технологии выплавки специальных сталей в корпусе цеха №170 представлен на рисунке 2.1. Действующее производственное оборудование изображено обобщенно. Действующая часть оборудования, включая силовое и осветительное, не подлежит реконструкции, т.к. здесь применены самые современные защитные аппараты, кабели, светодиодное электроосвещение и конструктивное исполнение сети, а само производственное оборудование является новым. В новой части цеха планируется установка КТПН (устанавливается в специально отведенных местах, чтобы она не мешала производственному процессу), питающих размещенные здесь электроприемники. Т.е. реконструкция системы электроснабжения литейного производства требуется в связи с расширением производственных мощностей, в том числе в связи с внедрением новых технологий.

Перечень электроприемников новой части производства следующий (расположение их на производственных агрегатах показано на рисунке 2.1):

1) ЭШП 2 и 3 (общая установленная мощность оборудования НН на одну ЭШП составляет 209,90 кВт):

а) основной агрегат:

печной трансформатор – 1 шт.;

б) водяное охлаждение:

насос внешний контур – 2 шт. (32,15 кВт);

насос внутренний контур верхний – 2 шт. (23,4 кВт);

насос внутренний контур нижний – 2 шт. (23,4 кВт);

в) передвижение:

колонна – 1 шт. (14 кВт);

каретка – 1 шт. (14 кВт);

г) гидравлика:

насос – 2 шт. (12 кВт);

2) термопечь ТП 3 и 4 по 20 кВт;

а) дутьевой вентилятор – 1 шт. (37 кВт);

б) дымосос – 1 шт. (29,5 кВт);

в) вентилятор-рекуператор – 1 шт. (37 кВт);

г) вентилятор для охлаждения выпускных газов – 1 шт. (37 кВт);

3) краны 2-3, 2-4, 3-1 (по 40 кВт, ПВ = 40%):

а) передвижение моста – 1 шт.;

б) передвижение тележки – 1 шт.;

в) главный подъем – 1 шт.;

г) малый подъем – 1 шт.

4) МНЛЗ (машина непрерывного литья заготовок) – металлургический

агрегат для разлива стали. МНЛЗ, согласно ее устройству и технологии литья, состоит из нескольких электроприемников: электромагнитное перемешивание, водяное охлаждение кристаллизатора и всей установки (причем давление должно быть разным, поэтому на кристаллизатор отдельная повышающая насосная станция), приводы рольгангов, подъемников и гидравлики (циркуляционные и силовые насосы, насос на механизм качания ковша), подогрев.

Список ЭП для МНЛЗ:

- 1) перемещение тележки промковша, двигатель №1 (1,5 кВт);
- 2) перемещение тележки промковша, двигатель №2 (1,5 кВт);
- 3) перемещение тележки промковша, тормоз №1 (0,2 кВт);
- 4) перемещение тележки промковша, тормоз №2 (0,2 кВт);
- 5) паротсос (45 кВт);
- 6) подъемник заготовок (4 кВт);
- 7) тормоз подъемника заготовок (0,3 кВт);
- 8) вентилятор (0,1 кВт);
- 9) подъемник ЭМП в зоне окончания затвердевания (3 кВт);
- 10) тормоз подъемника ЭМП (0,1 кВт);
- 11) вентилятор (0,16 кВт);
- 12) насос (0,7 кВт);
- 13) передаточный рольганг, секция 1 (12 кВт);
- 14) тормоз рольганга секции 1 (0,2 кВт);
- 15) передаточный рольганг, секция 2 (21 кВт);
- 16) тормоз рольганга секции 2 (0,2 кВт);
- 17) передаточный рольганг, секция 3 (24 кВт);
- 18) тормоз рольганга секции 3 (0,2 кВт);
- 19) насос №1 центральной гидравлической станции (7,5 кВт);
- 20) насос №2 центральной гидравлической станции (7,5 кВт);
- 21) нагреватель масла центральной гидравлической станции (4 кВт);
- 22) насос №1 главной силовой гидравлической установки (75 кВт);
- 23) насос №2 главной силовой гидравлической установки (75 кВт);
- 24) насос №3 механизма качания главной силовой гидравлической установки (45 кВт);
- 25) центральная смазка №1 (0,75 кВт);
- 26) центральная смазка №2 (0,75 кВт);
- 27) насос №1 воды с окалиной (2,3 кВт);
- 28) насос №2 воды с окалиной (2,3 кВт);
- 29) насос №1 станции охлаждения ЭМП в кристаллизаторе (18,5 кВт);
- 30) насос №2 станции охлаждения ЭМП в кристаллизаторе (18,5 кВт);
- 31) водонагреватель (8 кВт);
- 32) стоппер (1,85 кВт);
- 33) кантователь кристаллизатора (1,5 кВт);
- 34) индукционный нагреватель промковша (15 кВт);
- 35) преднагрев промковша (10 кВт);
- 36) стенд сушки промковша (10 кВт);
- 37) станция подогрева разливочных стаканов (1,5 кВт);

- 38) станция кантования промковша (15 кВт);
- 39) передаточная тележка (10 кВт);
- 40) машина газовой резки (7,5 кВт);
- 41) маркировочная машина (7,5 кВт);
- 42) испытательный стенд №1 для стопоров (2,5 кВт);
- 43) испытательный стенд №2 для стопоров (2,5 кВт);
- 44) кантователь роликовых секций (7,5 кВт);
- 45) манипулятор (1,5 кВт);
- 46) шиберный затвор стальной ковша платформы лебедки (1,5 кВт);
- 47) передаточная тележка (10 кВт).

Печные трансформаторы ЭШП 2 и ЭШП 3 соответственно подключаются к шинам 6 кВ третьей очереди, т.е. являются высоковольтными электроприемниками. Остальное указанное обслуживающее производственные агрегаты оборудование и краны, а также электроприемники МНЛЗ, являются низковольтными.

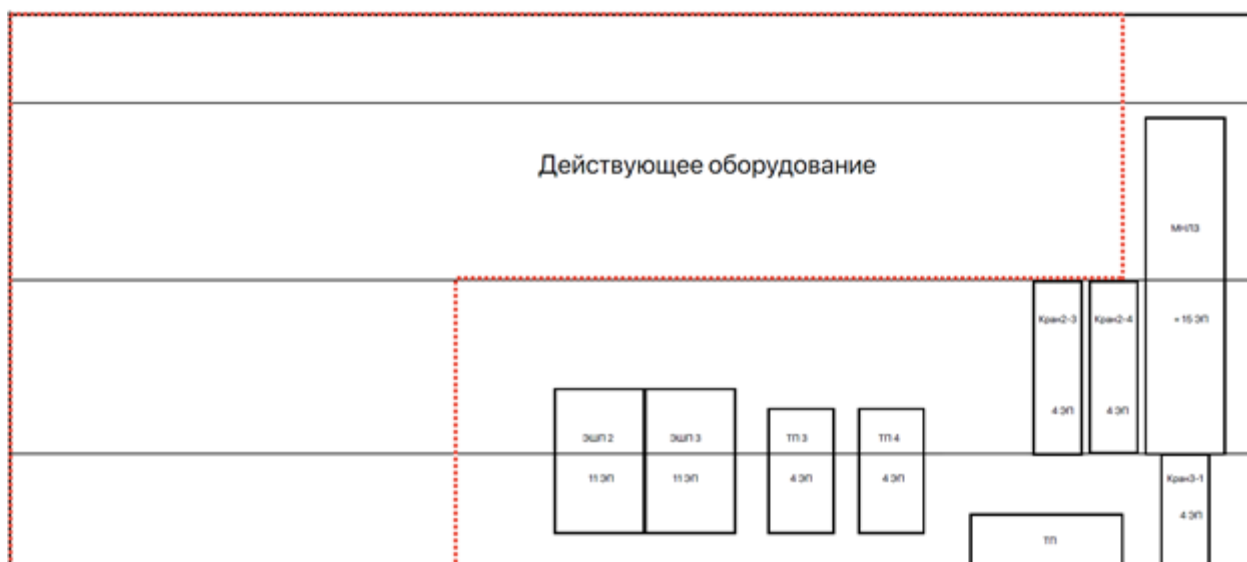


Рисунок 2.1 – Общая схема размещения действующего и нового производственного оборудования

Таким образом, электроприемники нового производственного оборудования будут питаться от КТПН, а также от 5СШ (1-й трансформатор) и 6СШ (2-й трансформатор) РУ 6 кВ. Сети 6 кВ запитываются от обособленных, специально выделенных для новой части производства, двух ячеек распределительного устройства 6 кВ ГПП-1 (ПС-170) по высоковольтным кабельным линиям аналогичного исполнения и конструкции (как для питания 1СШ–4СШ).

Приведены в приложении В все необходимые для расчета параметры низковольтных электроприемников: установленная мощность ( $P_{уст.}$ , кВт), продолжительность включения (ПВ, %), коэффициент использования ( $K_{и}$ , о.е.), коэффициент мощности ( $\cos\phi$ , о.е.). Все низковольтные электроприемники являются трехфазными. Мостовые краны работают с ПП = 40% (ПКР), остальные ЭП – с ПВ = 100% (длительный режим). Всего электроприемников НН в новой части цеха – 80 шт. Их общая установленная мощность 1477,6 кВт.

Подробный план цеха с расстановкой нового низковольтного оборудования представлен на рисунке 2.2

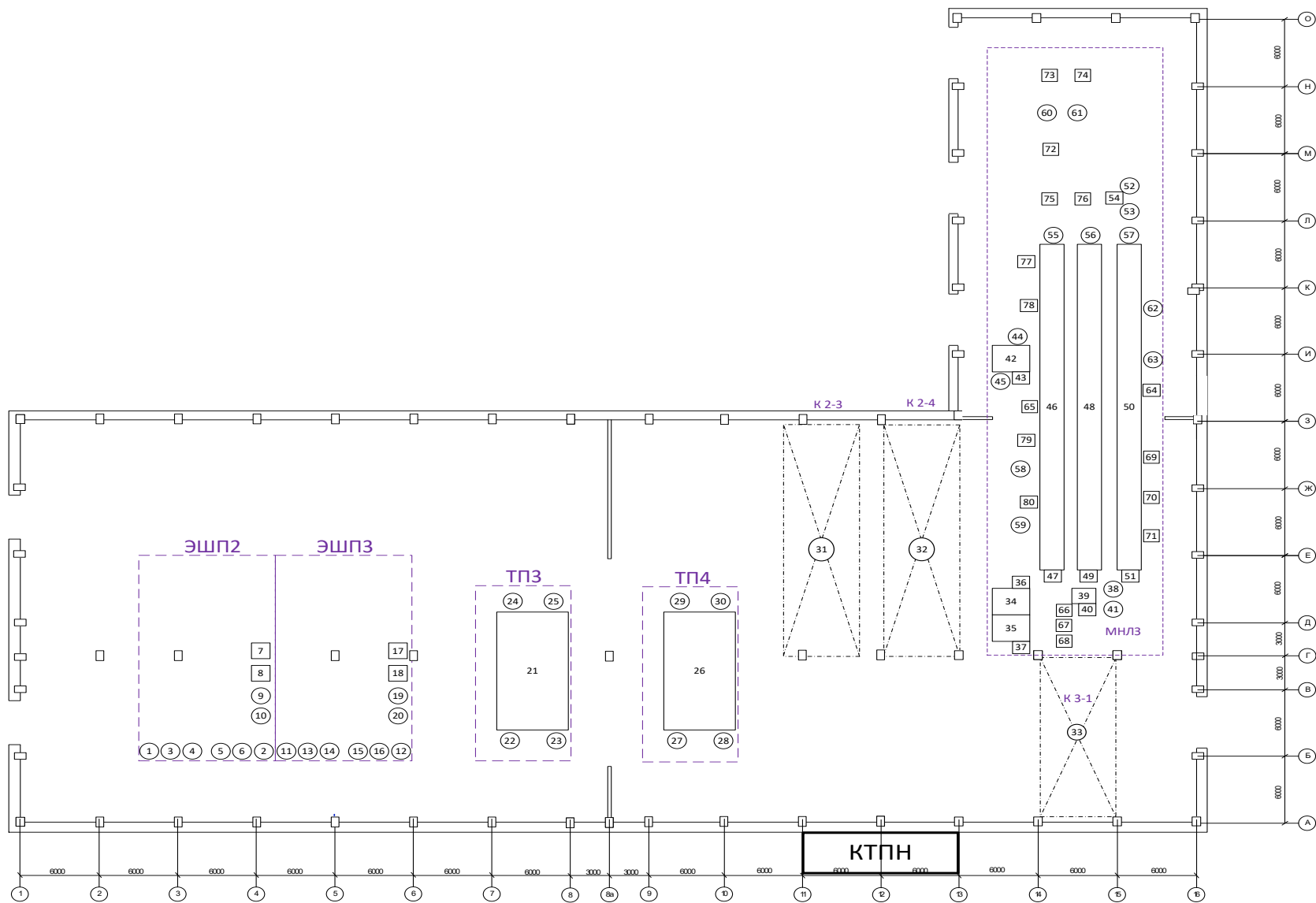


Рисунок 2.2 – План цеха с расстановкой нового низковольтного оборудования

## 2.2 Выбор электродвигателей для электроприемников нового производства и расчет их номинальных мощностей

Для литейных цехов необходимо применением электродвигателей специальных серий с достаточной для этих целей степенью защищенности. Такими являются электродвигатели современной серии АИР, с допустимой температурой до +40°C и со степенью защиты IP54.

Условия выбора двигателя – соответствие по мощности и напряжению сети:

$$P_{уст} \leq P_{н.эд}, \quad (2.1)$$

$$U_{н.эд} \geq U_c, \quad (2.2)$$

Выбранные электродвигатели согласно [15] заносим в таблицу 2.2.

Номинальная мощность электроприемника:

$$P_{ном} = \frac{P_{уст}}{\eta_{дв}} \cdot 100, \quad (2.3)$$

где  $P_{пасп}$  – установленная мощность электроприемника;

$\eta_{дв}$  – КПД электродвигателя.

Для примера рассчитаем номинальную мощность ЭП №1:

$$P_{ном(1)} = \frac{32,15}{92} \cdot 100 = 34,95 \text{ кВт.}$$

Для остальных установок расчет производится аналогично. Полученные значения номинальной мощности заносятся в таблицу 2.3.

Таблица 2.2 – Технические характеристики выбранных электродвигателей

№	Наименование ЭП	Р <sub>уст.</sub> , кВт	Марка ЭД	Р <sub>пасп.дв.</sub> , кВт	В <sub>ном.</sub> , об/мин	КПД, η <sub>дв.</sub> , %
1	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП2	32,15	АИР 200 М2	37	3000	92
2	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП2	32,15	АИР 200 М2	37	3000	92
3	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	23,4	АИР 180 М2	30	3000	90
4	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	23,4	АИР 180 М2	30	3000	90
5	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	23,4	АИР 180 М2	30	3000	90
6	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	23,4	АИР 180 М2	30	3000	90
7	Механизм колонны ЭШП2	14	АИР 160 М2	18,5	3000	90
8	Механизм каретки ЭШП2	14	АИР 160 М2	18,5	3000	90
9	Насос гидравлики ЭШП2	12	АИР 160 S2	15	3000	89
10	Насос гидравлики ЭШП2	12	АИР 160 S2	15	3000	89
11	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП3	32,15	АИР 200 М2	37	3000	92
12	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП3	32,15	АИР 200 М2	37	3000	92
13	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	23,4	АИР 180 М2	30	3000	90
14	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	23,4	АИР 180 М2	30	3000	90
15	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	23,4	АИР 180 М2	30	3000	90
16	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	23,4	АИР 180 М2	30	3000	90
17	Механизм колонны ЭШП3	14	АИР 160 М2	18,5	3000	90
18	Механизм каретки ЭШП3	14	АИР 160 М2	18,5	3000	90
19	Насос гидравлики ЭШП3	12	АИР 160 S2	15	3000	89
20	Насос гидравлики ЭШП3	12	АИР 160 S2	15	3000	89
22	Дутьевой вентилятор ТП3	37	АИР 200 L2	45	3000	92
23	Дымосос ТП3	29,5	АИР 200 М2	37	3000	92
24	Вентилятор-рекуператор ТП3	37	АИР 200 L2	45	3000	92
25	Вентилятор для охлаждения выпускных газов ТП3	37	АИР 200 L2	45	3000	92
27	Дутьевой вентилятор ТП4	37	АИР 200 L2	45	3000	92
28	Дымосос ТП4	29,5	АИР 200 М2	37	3000	92
29	Вентилятор-рекуператор ТП4	37	АИР 200 L2	45	3000	92
30	Вентилятор для охлаждения выпускных газов ТП4	37	АИР 200 L2	45	3000	92
31	Кран мостовой 2-3	86	4МТМ 280L6	110	1000	88
32	Кран мостовой 2-4	86	4МТМ 280L6	110	1000	88
33	Кран мостовой 3-1	40	4МТН 280 S10	55	1000	88
34	Перемещение тележки промковша, двигатель №1	1,5	АИР 80 В2	2,2	3000	81
35	Перемещение тележки промковша, двигатель №2	1,5	АИР 80 В2	2,2	3000	81



## Окончание таблицы 2.2

№	Наименование ЭП	Р <sub>уст.</sub> , кВт	Марка ЭД	Р <sub>пасл.дв.</sub> , кВт	П <sub>ном.</sub> , об/мин	КПД, η <sub>дв.</sub> , %
38	Пароотсос	45	АИР 225 М2	55	3000	93
39	Подъемник заготовок	4	АИР 100 L2	5,5	3000	86
41	Вентилятор	0,1	АИР 56 А2	0,18	3000	65
42	Подъемник ЭМП в зоне окончания затвердевания	3	АИР 100 S2	4	3000	85
44	Вентилятор подъемника ЭМП	0,16	АИР 56 В2	0,25	3000	68
45	Насос подъемника ЭМП	0,7	АИР 71 В2	1,1	3000	77
46	Передаточный рольганг, секция 1	12	АИР 160 S2	15	3000	89
48	Передаточный рольганг, секция 2	21	АИР 180 М2	30	3000	90
50	Передаточный рольганг, секция 3	24	АИР 180 М2	30	3000	90
52	Насос №1 центральной гидравлической станции	7,5	АИР 132 М2	11	3000	88
53	Насос №2 центральной гидравлической станции	7,5	АИР 132 М2	11	3000	88
55	Насос №1 главной силовой гидравлической установки	75	АИР 250 М2	90	3000	93
56	Насос №2 главной силовой гидравлической установки	75	АИР 250 М2	90	3000	93
57	Насос №3 механизма качания главной силовой гидравлической установки	45	АИР 225 М2	55	3000	93
58	Центральная смазка №1	0,75	АИР 71 В2	1,1	3000	77
59	Центральная смазка №2	0,75	АИР 71 В2	1,1	3000	77
60	Насос №1 воды с окалиной	2,3	АИР 90 L2	3	3000	83
61	Насос №2 воды с окалиной	2,3	АИР 90 L2	3	3000	83
62	Насос №1 станции охлаждения ЭМП в кристаллизаторе	18,5	АИР 180 S2	22	3000	90
63	Насос №2 станции охлаждения ЭМП в кристаллизаторе	18,5	АИР 180 S2	22	3000	90
65	Стоппер	1,85	АИР 90 L2	3	3000	83
66	Кантователь кристаллизатора	1,5	АИР 80 В2	2,2	3000	81
71	Станция кантования промковша	15	АИР 160 М2	18,5	3000	90
72	Передаточная тележка	10	АИР 160 S2	15	3000	89
73	Машина газовой резки	7,5	АИР 132 М2	11	3000	88
74	Маркировочная машина	7,5	АИР 132 М2	11	3000	88
75	Испытательный стенд №1 для стопоров	2,5	АИР 100 S2	4	3000	85
76	Испытательный стенд №2 для стопоров	2,5	АИР 100 S2	4	3000	85
77	Кантователь роликовых секций	7,5	АИР 132 М2	11	3000	88
78	Манипулятор	1,5	АИР 80 В2	2,2	3000	81
79	Шиберный затвор стальной	1,5	АИР 80 В2	2,2	3000	81
80	Передаточная тележка	10	АИР 160 S2	15	3000	89

Таблица 2.3 – Номинальные мощности электроприемников  
и остальные параметры

№	Наименование ЭП	$P_{ном}$ кВт	ПВ, %	$Kи$	$\cos\varphi$	$tg\varphi$
1	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП2	34,95	100	0,75	0,8	0,75
2	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП2	34,95	100	0,75	0,8	0,75
3	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	26	100	0,75	0,8	0,75
4	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	26	100	0,75	0,8	0,75
5	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	26	100	0,75	0,8	0,75
6	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	26	100	0,75	0,8	0,75
7	Механизм колонны ЭШП2	15,56	100	0,3	0,7	1,02
8	Механизм каретки ЭШП2	15,56	100	0,3	0,7	1,02
9	Насос гидравлики ЭШП2	13,48	100	0,6	0,8	0,75
10	Насос гидравлики ЭШП2	13,48	100	0,6	0,8	0,75
11	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП3	34,95	100	0,75	0,8	0,75
12	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП3	34,95	100	0,75	0,8	0,75
13	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	26	100	0,75	0,8	0,75
14	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	26	100	0,75	0,8	0,75
15	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	26	100	0,75	0,8	0,75
16	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	26	100	0,75	0,8	0,75
17	Механизм колонны ЭШП3	15,56	100	0,3	0,7	1,02
18	Механизм каретки ЭШП3	15,56	100	0,3	0,7	1,02
19	Насос гидравлики ЭШП3	13,48	100	0,6	0,8	0,75
20	Насос гидравлики ЭШП3	13,48	100	0,6	0,8	0,75
21	Термопечь ТП3	40	100	0,7	0,95	0,33
22	Дутьевой вентилятор ТП3	40,22	100	0,6	0,8	0,75
23	Дымосос ТП3	32,07	100	0,65	0,8	0,75
24	Вентилятор-рекуператор ТП3	40,22	100	0,6	0,8	0,75
25	Вентилятор для охлаждения выпускных газов ТП3	40,22	100	0,6	0,8	0,75
26	Термопечь ТП4	40	100	0,7	0,95	0,33
27	Дутьевой вентилятор ТП4	40,22	100	0,6	0,8	0,75
28	Дымосос ТП4	32,07	100	0,65	0,8	0,75
29	Вентилятор-рекуператор ТП4	40,22	100	0,6	0,8	0,75
30	Вентилятор для охлаждения выпускных газов ТП4	40,22	100	0,6	0,8	0,75
31	Кран мостовой 2-3	97,73	40	0,1	0,5	1,73
32	Кран мостовой 2-4	97,73	40	0,1	0,5	1,73
33	Кран мостовой 3-1	45,45	40	0,1	0,5	1,73
34	Перемещение тележки промковша, двигатель №1	1,85	100	0,3	0,7	1,02
35	Перемещение тележки промковша, двигатель №2	1,85	100	0,3	0,7	1,02
36	Перемещение тележки промковша, тормоз №1	0,2	40	0,3	0,6	1,33
37	Перемещение тележки промковша, тормоз №2	0,2	40	0,3	0,6	1,33
38	Пароотсос	48,39	100	0,7	0,8	0,75
39	Подъемник заготовок	4,65	100	0,3	0,7	1,02
40	Тормоз подъемника заготовок	0,3	40	0,3	0,6	1,33
41	Вентилятор	0,15	100	0,6	0,8	0,75
42	Подъемник ЭМП в зоне окончания затвердевания	3,53	100	0,3	0,7	1,02
43	Тормоз подъемника ЭМП	0,1	40	0,3	0,6	1,33
44	Вентилятор подъемника ЭМП	0,24	100	0,6	0,8	0,75
45	Насос подъемника ЭМП	0,91	100	0,75	0,8	0,75
46	Передаточный рольганг, секция 1	13,48	100	0,5	0,75	0,88
47	Тормоз рольганга секции 1	0,2	40	0,3	0,6	1,33
48	Передаточный рольганг, секция 2	23,33	100	0,5	0,75	0,88
49	Тормоз рольганга секции 2	0,2	40	0,3	0,6	1,33
50	Передаточный рольганг, секция 3	26,67	100	0,5	0,75	0,88

## Окончание таблицы 2.3

№	Наименование ЭП	Р <sub>ном</sub> кВт	ПВ, %	Кн	cosφ	tgφ
51	Тормоз рольганга секции 3	0,2	40	0,3	0,6	1,33
52	Насос №1 центральной гидравлической станции	8,52	100	0,75	0,8	0,75
53	Насос №2 центральной гидравлической станции	8,52	100	0,75	0,8	0,75
54	Нагреватель масла центральной гидравлической станции	4	100	0,7	0,95	0,33
55	Насос №1 главной силовой гидравлической установки	80,65	100	0,75	0,8	0,75
56	Насос №2 главной силовой гидравлической установки	80,65	100	0,75	0,8	0,75
57	Насос №3 механизма качания главной силовой гидравлической установки	48,39	100	0,75	0,8	0,75
58	Центральная смазка №1	0,97	100	0,75	0,8	0,75
59	Центральная смазка №2	0,97	100	0,75	0,8	0,75
60	Насос №1 воды с окалиной	2,77	100	0,75	0,8	0,75
61	Насос №2 воды с окалиной	2,77	100	0,75	0,8	0,75
62	Насос №1 станции охлаждения ЭМП в кристаллизаторе	20,56	100	0,75	0,8	0,75
63	Насос №2 станции охлаждения ЭМП в кристаллизаторе	20,56	100	0,75	0,8	0,75
64	Водонагреватель	8	100	0,7	0,95	0,33
65	Стоппер	2,23	100	0,3	0,7	1,02
66	Кантователь кристаллизатора	1,85	100	0,5	0,75	0,88
67	Индукционный нагреватель проковша	15	100	0,75	0,35	2,68
68	Преднагрев проковша	10	100	0,7	0,95	0,33
69	Стенд сушки проковша	10	100	0,7	0,95	0,33
70	Станция подогрева разливаемых стаканов	1,5	100	0,7	0,95	0,33
71	Станция кантования проковша	16,67	100	0,5	0,75	0,88
72	Передачная тележка	11,24	100	0,5	0,75	0,88
73	Машина газовой резки	8,52	100	0,4	0,8	0,75
74	Маркировочная машина	8,52	100	0,4	0,8	0,75
75	Испытательный стенд №1 для стопоров	2,94	100	0,3	0,7	1,02
76	Испытательный стенд №2 для стопоров	2,94	100	0,3	0,7	1,02
77	Кантователь роликовых секций	8,52	100	0,5	0,75	0,88
78	Манипулятор	1,85	100	0,3	0,7	1,02
79	Шибберный затвор стальнойковша	1,85	100	0,3	0,7	1,02
80	Передачная тележка	11,24	100	0,5	0,75	0,88
	ИТОГО	1618,98				

Подстанция КТПН, которая будет питать электроприемники 0,4 кВ, в силу сложившейся ранее схемы электроснабжения действующего производства и питания печных трансформаторов на напряжении 6 кВ, будет запитываться также от РУ 6 кВ. В этой связи вычисление напряжения питания нового производства по эмпирическим формулам не целесообразно.

### **3 Схема внутрицехового электроснабжения объекта реконструкции**

Разработаем схему внутрицехового электроснабжения нового производства слитков (рисунок 3.1). Схема включает в себя 11 силовых распределительных пунктов, от которых питается от 6 до 8 электроприемников по радиальной схеме для наибольшей надежности.

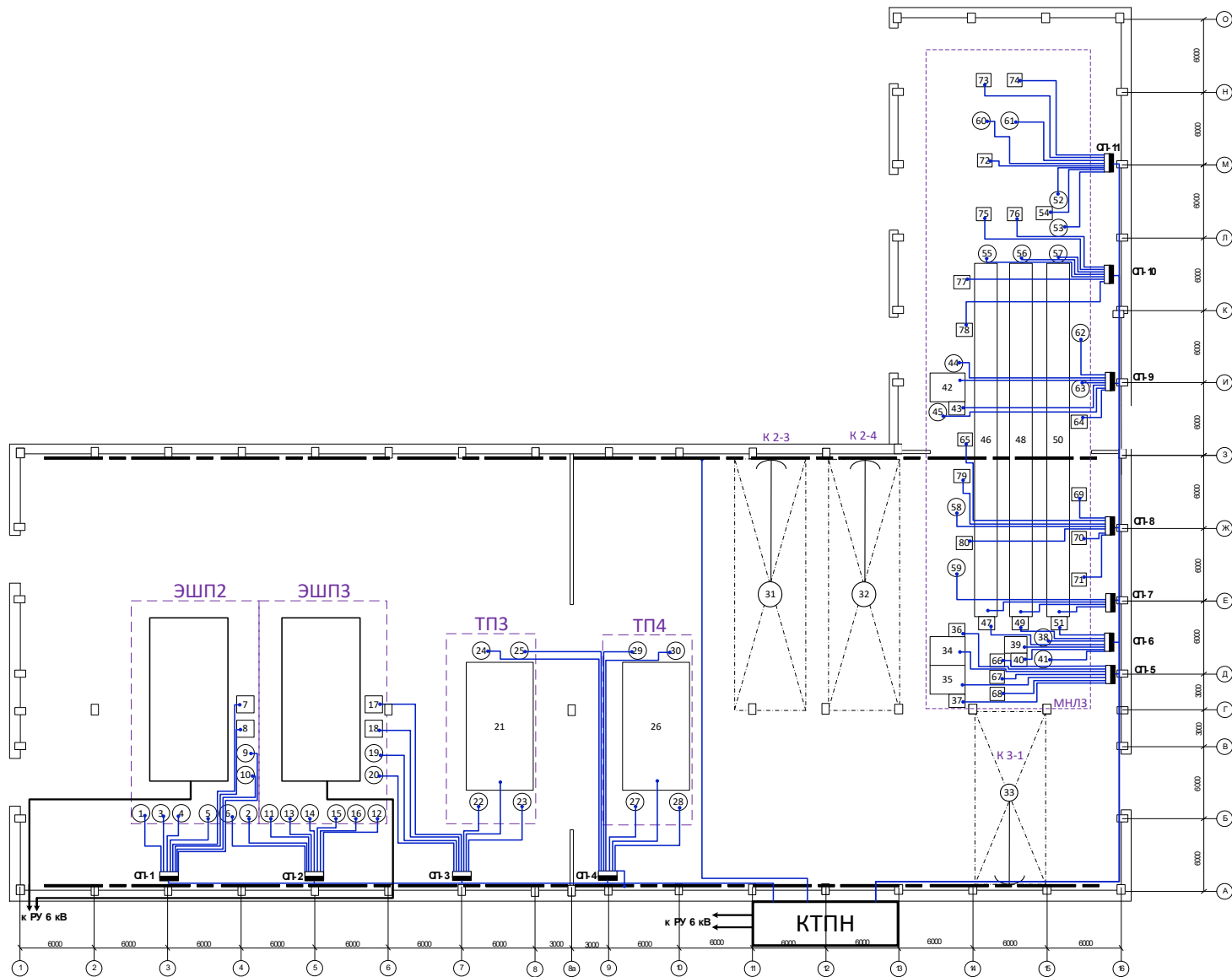


Рисунок 3.1 – Схема внутрицехового электроснабжения нового производства слитков.

#### 4 Расчет электрических нагрузок групп электроприемников

Электроприемники разбиваем на группы по территориальному принципу, а также по принципу принадлежности электрооборудования к тому или иному типу производственного агрегата (см. рисунок 3.1).

При расчетах электрических нагрузок используются специальные таблицы, порядок заполнения которой отражен в источнике [9]. Важно отметить, что расчетные коэффициенты  $K_p$  определяются по разным таблицам. При расчете второго уровня используется таблица 1 [9], а при расчете нагрузки на шинах ТП (третий уровень) используется таблица 2 [9]. В соответствии с расчетами составлена схема с разводкой силовой сети в цехе, показанная на рисунке 3.1.

Данные расчеты сведены в приложении Г,Д, в которых соответственно произведены расчеты по всему цеху в целом, а также по отдельным силовым пунктам второго уровня (СП).

Силовые пункты СП-1 – СП-4 объединяют электроприемники печей ЭШП и ТПЗ, ТП4:

- СП-1: ЭП №№1, 3-5, 7-10;
- СП-2: ЭП №№2, 6, 11-16;
- СП-3: ЭП №№17-23, 27;
- СП-4: ЭП №№24-26, 28-30.

Силовые пункты СП-5 – СП-11 объединяют электроприемники МНЛЗ:

- СП-5: ЭП №№34-37, 66-68;
- СП-6: ЭП №№38-41, 47, 49, 51;
- СП-7: ЭП №№46, 48, 50, 59, 71, 80;
- СП-8: ЭП №№58, 65, 69, 70, 79;
- СП-9: ЭП №№42-45, 62-64;
- СП-10: ЭП №№75-78, 55-57;
- СП-11: ЭП №№52-54, 60-61, 72-74.

Мостовые краны запитываются напрямую от КТПН, которая питается от РУ 6 кВ.

Печные трансформаторы ЭШП запитываются от РУ 6 кВ.

## 5 Светотехнический и электротехнический расчет освещения

Освещение цеха нового производства слитков разделим на три зоны (рисунок 5.1): две одинаковые 45мх36м, и одна 18мх36м.

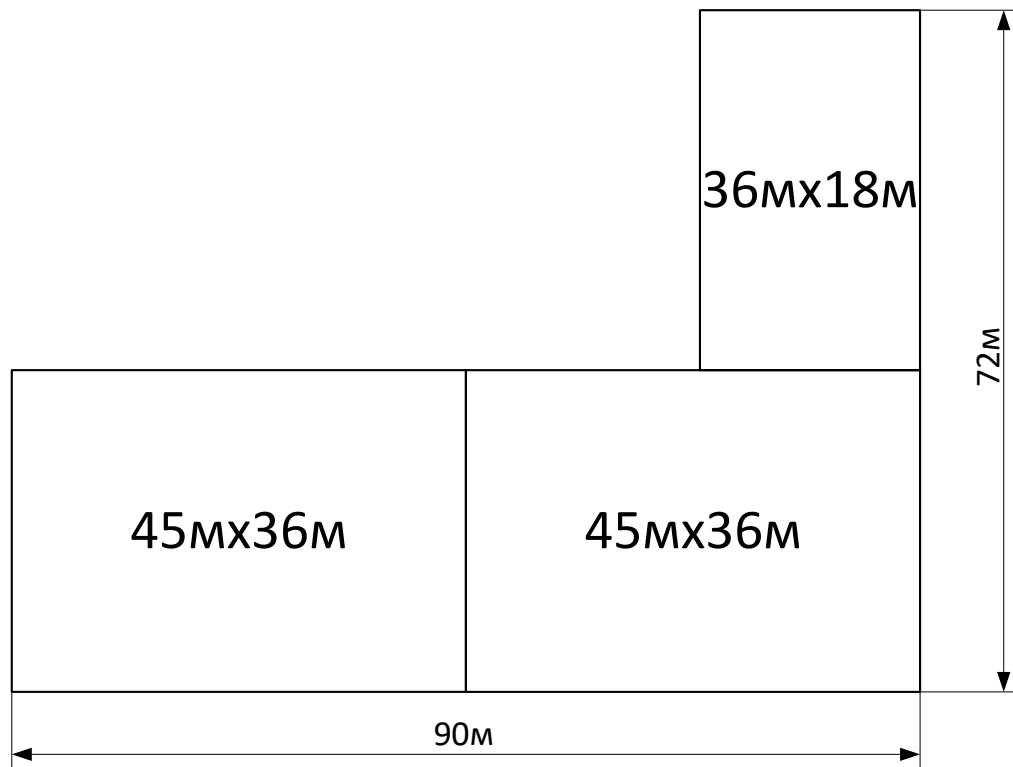


Рисунок 5.1 – План расположения отделений для расчета освещения

Светотехнический расчет электроосвещения производим в соответствии с источниками [10, 12-14] методом коэффициента использования, который находится по специальным таблицам для определенного типа и марки светильников. Для общего рабочего освещения и аварийного освещения используем светодиодные светильники [16].

Расчет рабочего освещения.

Размеры первой и второй зон:

$$L_{\text{ц}} \times B_{\text{ц}} \times H_{\text{ц}} = 45 \times 36 \times 10.$$

Вычисляем параметры для размещения светильников на плане (рисунок 5.2):

$$h = H_{\text{ц}} - h_{\text{с}} - h_{\text{п}} = 10 - 1,0 - 0,8 = 8,2 \text{ м.}$$

$$L_{\text{А}} = \lambda_{\text{э}} \cdot h = 1,0 \cdot 8,2 = 8,2 \text{ м.}$$

$$2 \cdot l_{\text{А}} = 45 - (6 - 1) \cdot 8,2 = 4 \Rightarrow l_{\text{А}} = 2 \text{ м.}$$

$$2 \cdot l_{\text{В}} = 36 - (5 - 1) \cdot 8 = 4 \Rightarrow l_{\text{В}} = 2 \text{ м.}$$

$$N = n \cdot m = 6 \cdot 5 = 30 \text{ шт.}$$

$$\frac{L_A}{L_B} = \frac{8,2}{8} = 1,03 < 1,5$$

$$i = \frac{L_{\text{Ц}} \cdot B_{\text{Ц}}}{h \cdot (L_{\text{Ц}} + B_{\text{Ц}})} \quad (5.1)$$

$$i = \frac{45 \cdot 36}{8,2 \cdot (45 + 36)} = 2,4.$$

$$\Phi_p = \frac{E_H \cdot K_{\text{ЗАП}} \cdot F \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (5.2)$$

$$\Phi_p = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot (45 \cdot 36) \cdot 1,15}{30 \cdot 0,55} = 36873 \text{ Лм.}$$

По величине  $\Phi_p$  выбираем светодиодный промышленный светильник KEDR СБУ 300 Вт, 5000К, КСС тип Г, мощностью 300 Вт со световым потоком  $\Phi_{\text{НОМ}} = 39000$  лм.

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_{\text{НОМ}} - \Phi_p}{\Phi_p} \cdot 100\% = \frac{39000 - 36873}{36873} \cdot 100\% = 5,8\%.$$

Аналогично производим расчеты для третьей зоны. Вычисляем параметры для размещения светильников на плане (см. рисунок 5.2):

$$L_{\text{Ц}} \times B_{\text{Ц}} \times H_{\text{Ц}} = 36 \times 18 \times 10.$$

$$h = H_{\text{Ц}} - h_c - h_p = 10 - 1,2 - 1,0 = 7,8 \text{ м.}$$

$$L_A = \lambda_{\text{э}} \cdot h = 0,9 \cdot 7,8 = 7 \text{ м.}$$

$$2 \cdot l_A = 36 - (6 - 1) \cdot 7 = 1 \Rightarrow l_A = 0,5 \text{ м.}$$

$$2 \cdot l_B = 18 - (3 - 1) \cdot 7 = 4 \Rightarrow l_B = 2 \text{ м.}$$

$$N = n \cdot m = 6 \cdot 3 = 18 \text{ шт.}$$

$$\frac{L_A}{L_B} = \frac{7,0}{7,0} = 1,0 < 1,5.$$

$$i = \frac{36 \cdot 15}{7,8 \cdot (36 + 15)} = 1,4.$$

$$\Phi_p = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot (36 \cdot 15) \cdot 1,15}{18 \cdot 0,5} = 20700 \text{ Лм.}$$

По величине  $\Phi_p$  подбираем светодиодный промышленный светильник KEDR СБУ 200 Вт 5000К КСС тип Г мощностью 200 Вт со световым потоком



$$\Phi_{\text{НОМ}} = 22700 \text{ лм.}$$

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_{\text{НОМ}} - \Phi_{\text{Р}}}{\Phi_{\text{Р}}} \cdot 100\% = \frac{22700 - 20700}{20700} \cdot 100\% = 9,66\%.$$

Аналогично проводим расчеты для аварийного освещения:  
Размеры первой и второй зон:

$$L_{\text{Ц}} \times B_{\text{Ц}} \times H_{\text{Ц}} = 45 \times 36 \times 10.$$

Вычисляем параметры для размещения светильников на плане (рисунок 5.3):

$$h = H_{\text{Ц}} - h_{\text{С}} - h_{\text{Р}} = 10 - 1,2 - 1,0 = 7,8 \text{ м.}$$

$$L_{\text{А}} = \lambda_{\text{Э}} \cdot h = 1,0 \cdot 7,8 = 7,8 \text{ м.}$$

$$2 \cdot l_{\text{А}} = 45 - (6 - 1) \cdot 7,8 = 6 \Rightarrow l_{\text{А}} = 3 \text{ м.}$$

$$2 \cdot l_{\text{В}} = 36 - (5 - 1) \cdot 7,8 = 4,8 \Rightarrow l_{\text{В}} = 2,4 \text{ м.}$$

$$N = n \cdot m = 6 \cdot 5 = 30 \text{ шт.}$$

$$\frac{L_{\text{А}}}{L_{\text{В}}} = \frac{7,8}{7,8} = 1,0 < 1,5$$

$$i = \frac{45 \cdot 36}{7,8 \cdot (45 + 36)} = 2,6.$$

$$\Phi_{\text{Р}} = \frac{10 \cdot 1,5 \cdot (45 \cdot 36) \cdot 1,15}{30 \cdot 0,36} = 2588 \text{ Лм.}$$

По величине  $\Phi_{\text{Р}}$  подбираем светильник купольный Feron 28795 мощностью 35 Вт со световым потоком  $\Phi_{\text{НОМ}} = 2800 \text{ лм.}$

$$\Delta\Phi = \frac{2800 - 2588}{2588} \cdot 100\% = 8,19\%.$$

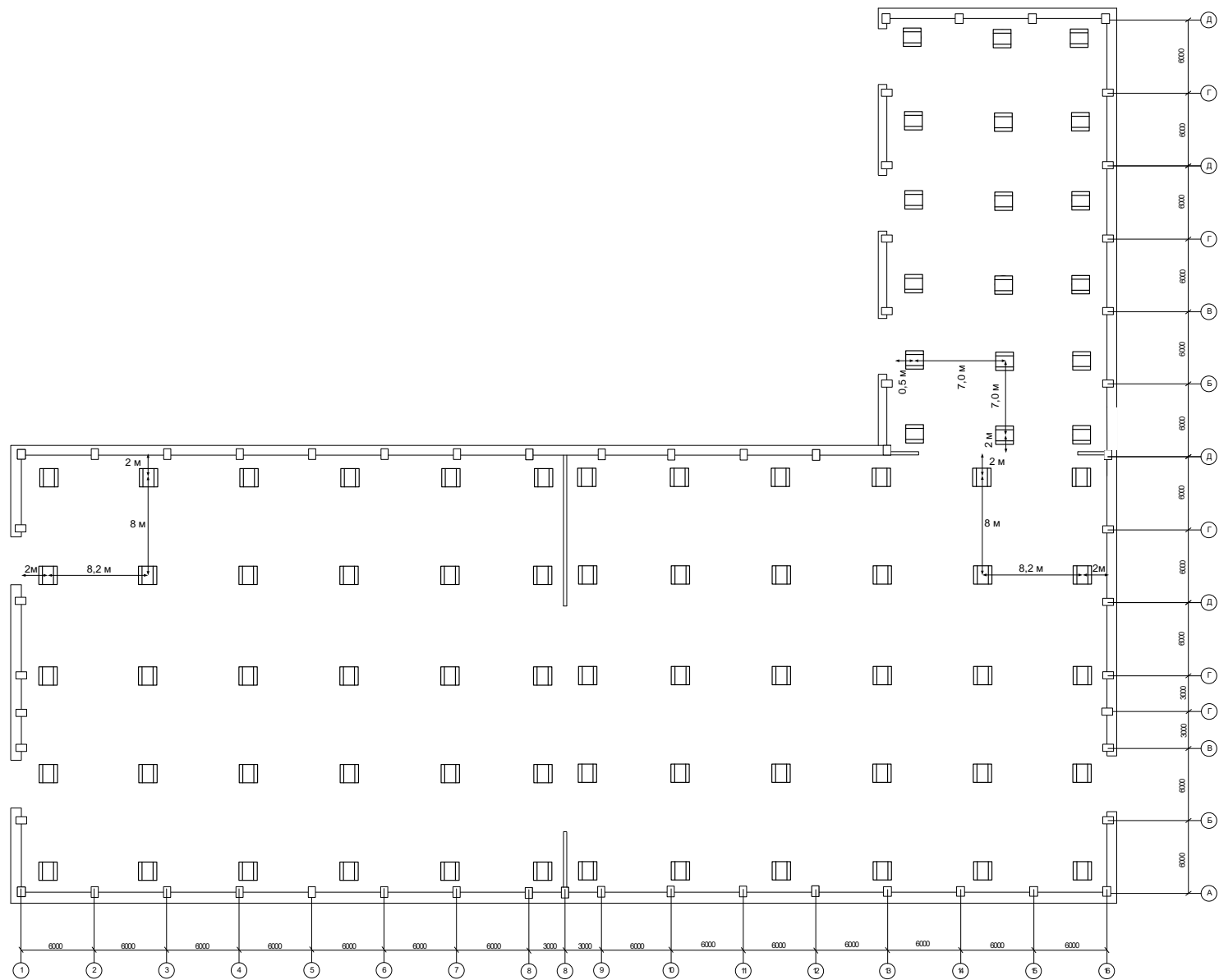


Рисунок 5.2 – Размещение светильников на плане цеха (рабочее освещение)

Размеры третьей зоны:

$$L_{Ц} \times B_{Ц} \times H_{Ц} = 36 \times 18 \times 10.$$

$$h = H_{Ц} - h_c - h_p = 10 - 1,2 - 1,0 = 7,8 \text{ м.}$$

$$L_A = \lambda_{\varnothing} \cdot h = 0,9 \cdot 7,8 = 7 \text{ м.}$$

$$2 \cdot l_A = 36 - (6 - 1) \cdot 7 = 1,0 \Rightarrow l_A = 0,5 \text{ м.}$$

$$2 \cdot l_B = 18 - (3 - 1) \cdot 6 = 6 \Rightarrow l_B = 3 \text{ м.}$$

$$N = n \cdot m = 6 \cdot 3 = 18 \text{ шт.}$$

$$\frac{L_B}{L_A} = \frac{7,0}{6,0} = 1,17 < 1,5$$

$$i = \frac{36 \cdot 15}{7,8 \cdot (36 + 15)} = 1,4.$$

$$\Phi_p = \frac{10 \cdot 1,5 \cdot (36 \cdot 15) \cdot 1,15}{18 \cdot 0,5} = 1035 \text{ Лм.}$$

По величине  $\Phi_p$  подбираем светодиодный светильник типа ДБП-13W, мощностью 13 Вт со световым потоком  $\Phi_{НОМ} = 1000$  лм [16].

$$\Delta\Phi = \frac{1000 - 1035}{1035} \cdot 100\% = -3,38\%.$$

Вычислим мощность рабочего освещения всего цеха:

$$P_{осв} = N P_{НОМ} K_c K_{пра}, \quad (5.3)$$

$$Q_{осв} = P_{осв} \operatorname{tg}\varphi, \quad (5.4)$$

Для первой и второй зоны мощность рабочего освещения:

$$P_{осв} = 30 \cdot 0,3 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 8,55 \text{ кВт.}$$

$$Q_{осв} = P_{осв} \cdot \operatorname{tg}(\varphi) = 8,55 \cdot 0,33 = 2,82 \text{ кВар.}$$

Для третьей зоны мощность рабочего освещения:

$$P_{осв} = 18 \cdot 0,2 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 3,42 \text{ кВт.}$$

$$Q_{осв} = P_{осв} \cdot \operatorname{tg}(\varphi) = 3,42 \cdot 0,33 = 1,13 \text{ кВар.}$$

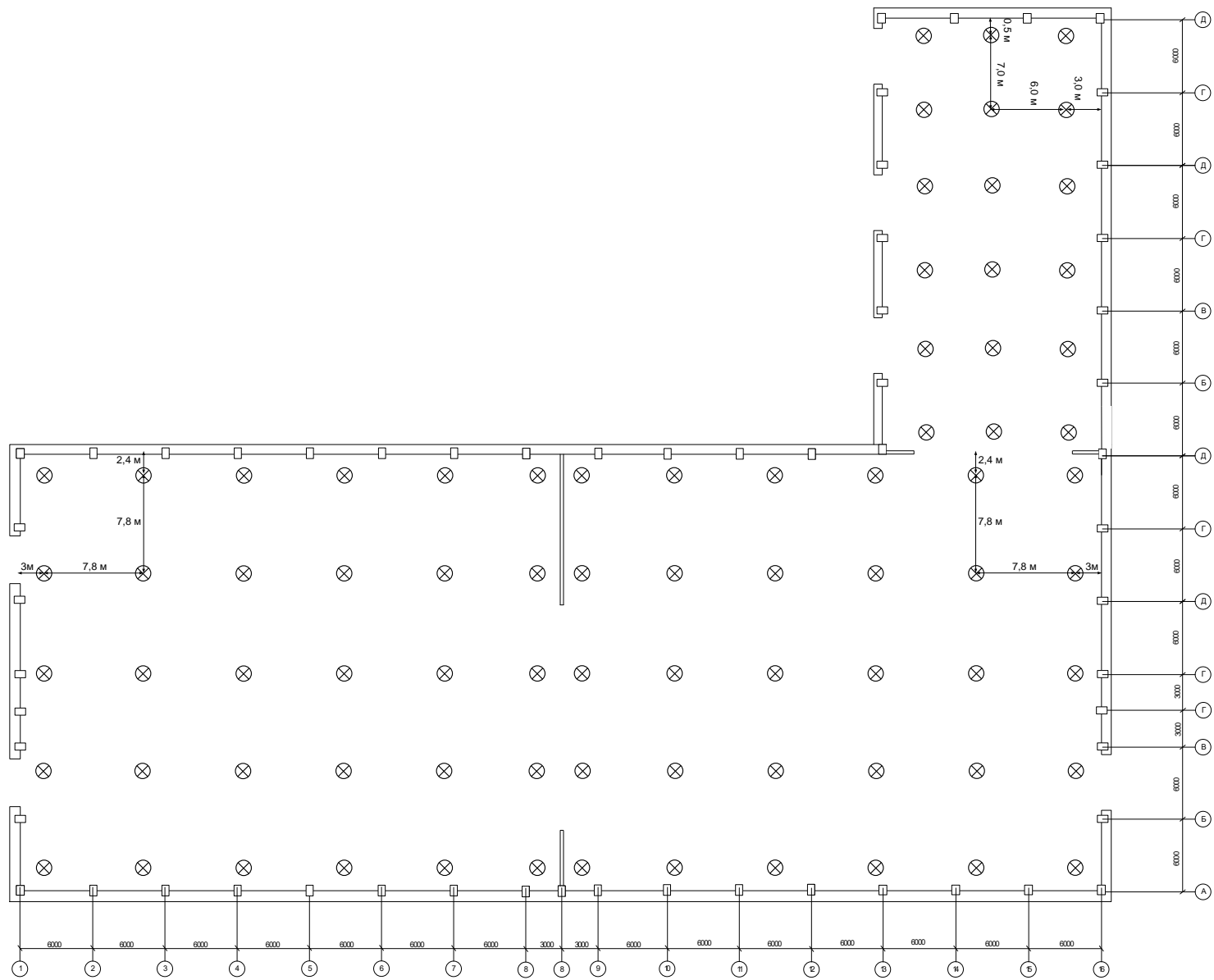


Рисунок 5.3 – Размещение светильников на плане цеха (аварийное освещение)

Суммарная и полная мощность рабочего освещения:

$$P_{\text{осв сум}} = 8,55 + 8,55 + 3,42 = 20,52 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{осв сум}} = 2,82 + 2,82 + 1,13 = 6,77 \text{ кВА};$$

$$S_{\text{осв}} = \sqrt{20,52^2 + 6,77^2} = 21,61 \text{ кВА}.$$

Произведем электротехнический расчет рабочего и аварийного освещения, в итоге которого получим выбранные кабели для питания ЩО и ЩОА, кабели питания групповых линий, а также автоматы, их защищающие. Одной из задач будет также определение моментов по фазам и их примерное соответствие между собой по фазам. Для этого нужно определить токи и мощности присоединений, по формулам:

$$I_{p.o} = \frac{P_{p.o}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi}, \quad (5.5)$$

где расчетная нагрузка:

$$P_{p.o.} = P_{\text{уст}} \cdot K_c \cdot K_{\text{ПРА}}, \quad (5.6)$$

Потери напряжения:

$$\Delta U = \frac{M_{\text{max}}}{K_c \cdot s}. \quad (5.7)$$

Расчет для ЩО-1 и ЩО-2.

В первой и второй зонах цеха, одинаковых по размеру, имеется 5 рядов по 6 светильников мощностью 0,3 кВт:

1 ряд:

$$\sum M_a = 29 \cdot 0,3 + (29 + 2 \cdot 8,2) \cdot 0,3 + (29 + 5 \cdot 8,2) \cdot 0,3 = 43,32 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

$$\sum M_b = (29 + 1 \cdot 8,2) \cdot 0,3 + (29 + 4 \cdot 8,2) \cdot 0,3 = 29,7 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

$$\sum M_c = (29 + 3 \cdot 8,2) \cdot 0,3 = 16,08 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

2 ряд:

$$\sum M_a = (21 + 3 \cdot 8,2) \cdot 0,3 = 13,68 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

$$\sum M_b = 21 \cdot 0,3 + (21 + 2 \cdot 8,2) \cdot 0,3 + (21 + 5 \cdot 8,2) \cdot 0,3 = 36,12 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

$$\sum M_c = (21 + 1 \cdot 8,2) \cdot 0,3 + (21 + 4 \cdot 8,2) \cdot 0,3 = 24,9 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

3 ряд:

$$\sum M_a = (13 + 1 \cdot 8,2) \cdot 0,3 + (13 + 4 \cdot 8,2) \cdot 0,3 = 20,1 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

$$\sum M_b = (13 + 3 \cdot 8,2) \cdot 0,3 = 11,28 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

$$\sum M_c = 13 \cdot 0,3 + (13 + 2 \cdot 8,2) \cdot 0,3 + (13 + 5 \cdot 8,2) \cdot 0,3 = 28,92 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

4 ряд:

$$\sum M_a = 16 \cdot 0,3 + (16 + 2 \cdot 8,2) \cdot 0,3 + (16 + 5 \cdot 8,2) \cdot 0,3 = 31,62 \text{ кВт}\cdot\text{м.}$$

$$\sum M_b = (16 + 1 \cdot 8,2) \cdot 0,3 + (16 + 4 \cdot 8,2) \cdot 0,3 = 21,9 \text{ кВт}\cdot\text{м.}$$

$$\sum M_c = (16 + 3 \cdot 8,2) \cdot 0,3 = 12,18 \text{ кВт}\cdot\text{м.}$$

5 ряд:

$$\sum M_a = (24 + 1 \cdot 8,2) \cdot 0,3 + (24 + 4 \cdot 8,2) \cdot 0,3 = 26,7 \text{ кВт}\cdot\text{м.}$$

$$\sum M_b = 24 \cdot 0,3 + (24 + 3 \cdot 8,2) \cdot 0,3 = 21,78 \text{ кВт}\cdot\text{м.}$$

$$\sum M_c = (24 + 2 \cdot 8,2) \cdot 0,3 + (24 + 5 \cdot 8,2) \cdot 0,3 = 31,62 \text{ кВт}\cdot\text{м.}$$

Максимальный момент в одной группе:

$$M_{\max} = 43,32 + 29,7 + 16,08 = 89,1 \text{ кВт}\cdot\text{м.}$$

Суммарные моменты по фазам:

$$\sum M_a = 135,42 \text{ кВт}\cdot\text{м}, \sum M_b = 130,78 \text{ кВт}\cdot\text{м}, \sum M_c = 133,7 \text{ кВт}\cdot\text{м.}$$

Сечение питающего проводника:

$$s = \frac{M_{\max}}{K_c \cdot \Delta U_{\text{доп}}} \quad (5.8)$$

$$s = \frac{89,1}{7,7 \cdot 2,5} = 4,63 \text{ мм}^2.$$

Выбираем провод марки ПВ 4х6,  $s = 6 \text{ мм}^2$  и допустимым током 39 А для питания групповых линий.

Потери напряжения:

$$\Delta U = \frac{M_{\max}}{K_c \cdot s} = \frac{89,1}{7,7 \cdot 6} = 1,93 \text{ В.}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U \cdot 100\%}{U_{\text{ном.ф}}} = \frac{1,93 \cdot 100\%}{220} = 0,88 \text{ \%}.$$

Расчетный ток группы:

$$P_{p.o.} = (6 \cdot 0,3) \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 1,71 \text{ кВт.}$$

$$I_{p.o.} = \frac{1,71 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,95} = 8,2 \text{ А.}$$

Расчетный ток щитка ЩО-1 и ЩО-2:

$$P_{p.o.} = (30 \cdot 0,3) \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 8,55 \text{ кВт.}$$

$$I_{p.o.} = \frac{8,55 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95} = 13,67 \text{ А.}$$

Выбираем провод марки ПВ 4х6,  $s = 6 \text{ мм}^2$  и допустимым током 39 А для питающих щитки линий.

Выбираем осветительный щиток ОЩВ-3-16-6 с номинальным током  $I_{ном} = 16 \text{ А}$ , с 6-ю трехфазными присоединениями по 10 А.

Вводной автомат: ВА 47-29,  $I_{ном} = 16 \text{ А}$ ;

Групповой автомат отходящей линии: ВА 47-29,  $I_{ном} = 10 \text{ А}$ .

Рассчитываем фактическую потерю напряжения в кабеле, питающем щиток:

$$\Delta U = \frac{135,42 + 130,78 + 133,7}{44 \cdot 2,5} = 3,48 \text{ В,}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{3,48 \cdot 100\%}{380} = 0,92 \text{ \%}.$$

Суммарная потеря напряжения:

$$\Delta U_{\Sigma} = 0,88 + 0,92 = 1,8 \text{ \%}, \text{ что допустимо.}$$

Расчет для ЩОА-1 и ЩОА-2.

Аварийное освещение для 1-ой и 2-ой зон цеха. Имеется 5 рядов по 6 светильников мощностью 0,035 кВт.

1 ряд:

$$\sum M_a = 23 \cdot 0,035 + (23 + 2 \cdot 7,8) \cdot 0,035 + (23 + 5 \cdot 7,8) \cdot 0,035 = 4,326 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

$$\sum M_b = (23 + 1 \cdot 7,8) \cdot 0,035 + (23 + 4 \cdot 7,8) \cdot 0,035 = 2,975 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

$$\sum M_c = (23 + 3 \cdot 7,8) \cdot 0,035 = 1,624 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

2 ряд:

$$\sum M_a = (15 + 3 \cdot 7,8) \cdot 0,035 = 1,344 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

$$\sum M_b = 15 \cdot 0,035 + (15 + 2 \cdot 7,8) \cdot 0,035 + (15 + 5 \cdot 7,8) \cdot 0,035 = 3,486 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

$$\sum M_c = (15 + 1 \cdot 7,8) \cdot 0,035 + (15 + 4 \cdot 7,8) \cdot 0,035 = 2,415 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

3 ряд:

$$\sum M_a = (13 + 1 \cdot 7,8) \cdot 0,035 + (13 + 4 \cdot 7,8) \cdot 0,035 = 2,275 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

$$\sum M_b = (13 + 3 \cdot 7,8) \cdot 0,035 = 1,274 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

$$\sum M_c = 13 \cdot 0,035 + (13 + 2 \cdot 7,8) \cdot 0,035 + (13 + 5 \cdot 7,8) \cdot 0,035 = 3,276 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

4 ряд:

$$\sum M_a = 22 \cdot 0,035 + (22 + 2 \cdot 7,8) \cdot 0,035 + (22 + 5 \cdot 7,8) \cdot 0,035 = 4,221 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

$$\begin{aligned}\sum M_B &= (22+1*7,8)*0,035+(22+4*7,8)*0,035=2,905 \text{ кВт}\cdot\text{м.} \\ \sum M_C &= (22+3*7,8)*0,035=1,589 \text{ кВт}\cdot\text{м.}\end{aligned}$$

5 ряд:

$$\begin{aligned}\sum M_A &= (30+1*7,8)*0,035+(30+4*7,8)*0,035=3,465 \text{ кВт}\cdot\text{м.} \\ \sum M_B &= 30*0,035+(30+3*7,8)*0,035=2,919 \text{ кВт}\cdot\text{м.} \\ \sum M_C &= (30+2*7,8)*0,035+(30+5*7,8)*0,035=4,011 \text{ кВт}\cdot\text{м.}\end{aligned}$$

Максимальный момент в одной группе:

$$M_{\max} = 4,326+2,975+1,624 = 8,925 \text{ кВт}\cdot\text{м.}$$

Суммарные моменты по фазам:

$$\sum M_A = 15,631 \text{ кВт}\cdot\text{м}, \sum M_B = 13,325 \text{ кВт}\cdot\text{м}, \sum M_C = 14,743 \text{ кВт}\cdot\text{м.}$$

$$s = \frac{8,925}{7,7 \cdot 2,5} = 0,46 \text{ мм}^2.$$

$$\Delta U = \frac{M_{\max}}{K_c \cdot s} = \frac{8,925}{7,7 \cdot 2,5} = 0,46 \text{ В.}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U \cdot 100\%}{U_{\text{ном.ф}}} = \frac{0,46 \cdot 100\%}{220} = 0,21 \text{ \%}.$$

$$P_{\text{р.о.гр}} = (6 \cdot 0,035) \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 0,2 \text{ кВт.}$$

$$I_{\text{р.о}} = \frac{0,2 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,95} = 0,96 \text{ А.}$$

$$P_{\text{р.о.}} = (30 \cdot 0,035) \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 1 \text{ кВт.}$$

$$I_{\text{р.о}} = \frac{1 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95} = 1,6 \text{ А.}$$

Выбираем провод марки ПВ 4х2,5,  $s = 2,5 \text{ мм}^2$  и допустимым током 21 А.

Выбираем осветительный щиток ОЩВ-3-2,5-6 с номинальным током

$I_{\text{ном}} = 2,5 \text{ А}$ , с 6-ю трехфазными присоединениями по 1,6 А.

Вводной автомат: ВА 47-29,  $I_{\text{ном}} = 2,5 \text{ А}$ ;

Групповой автоматов отходящей линии: ВА 47-29,  $I_{\text{ном}} = 1,6 \text{ А}$ .



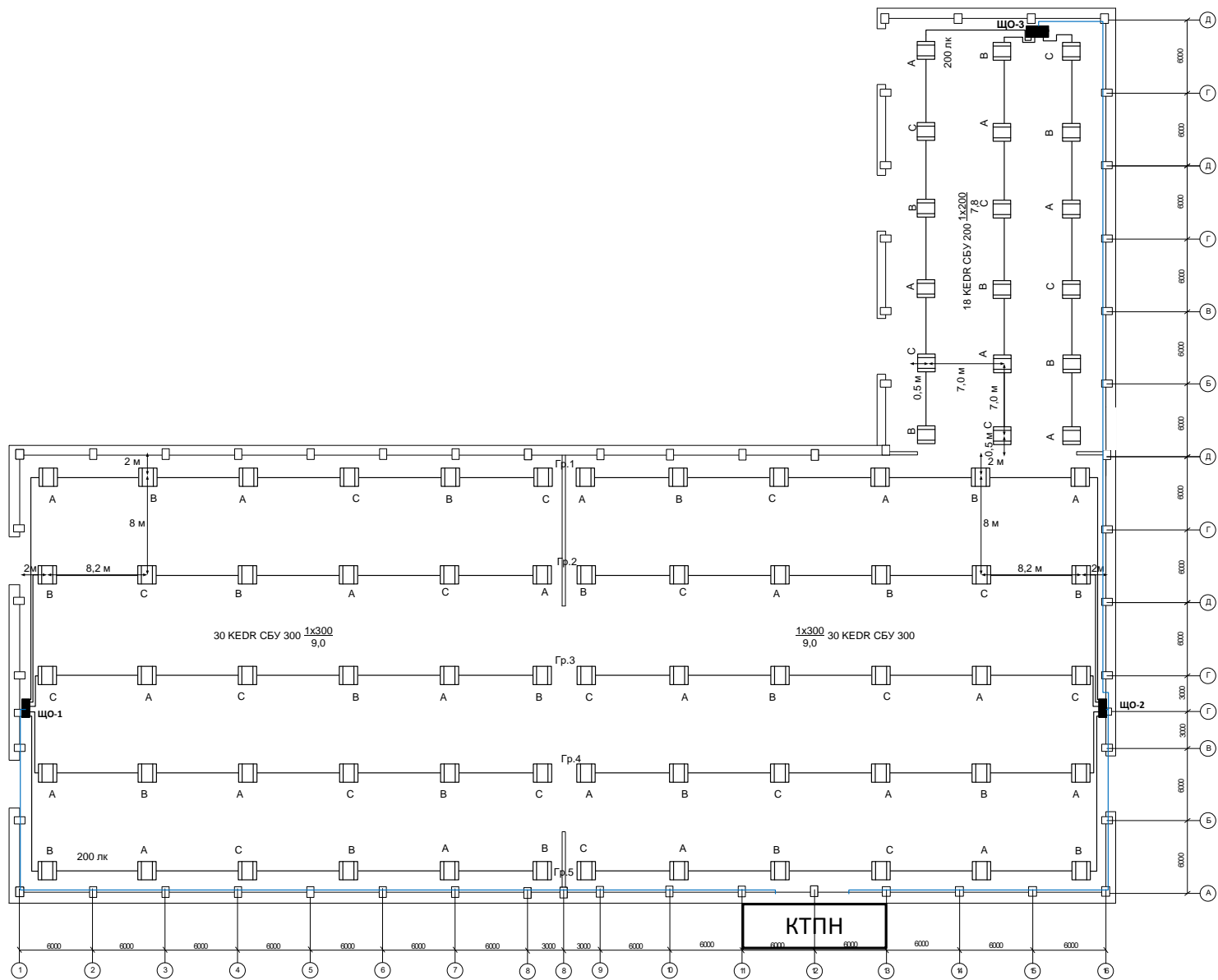


Рисунок 5.4 – Рабочее освещение

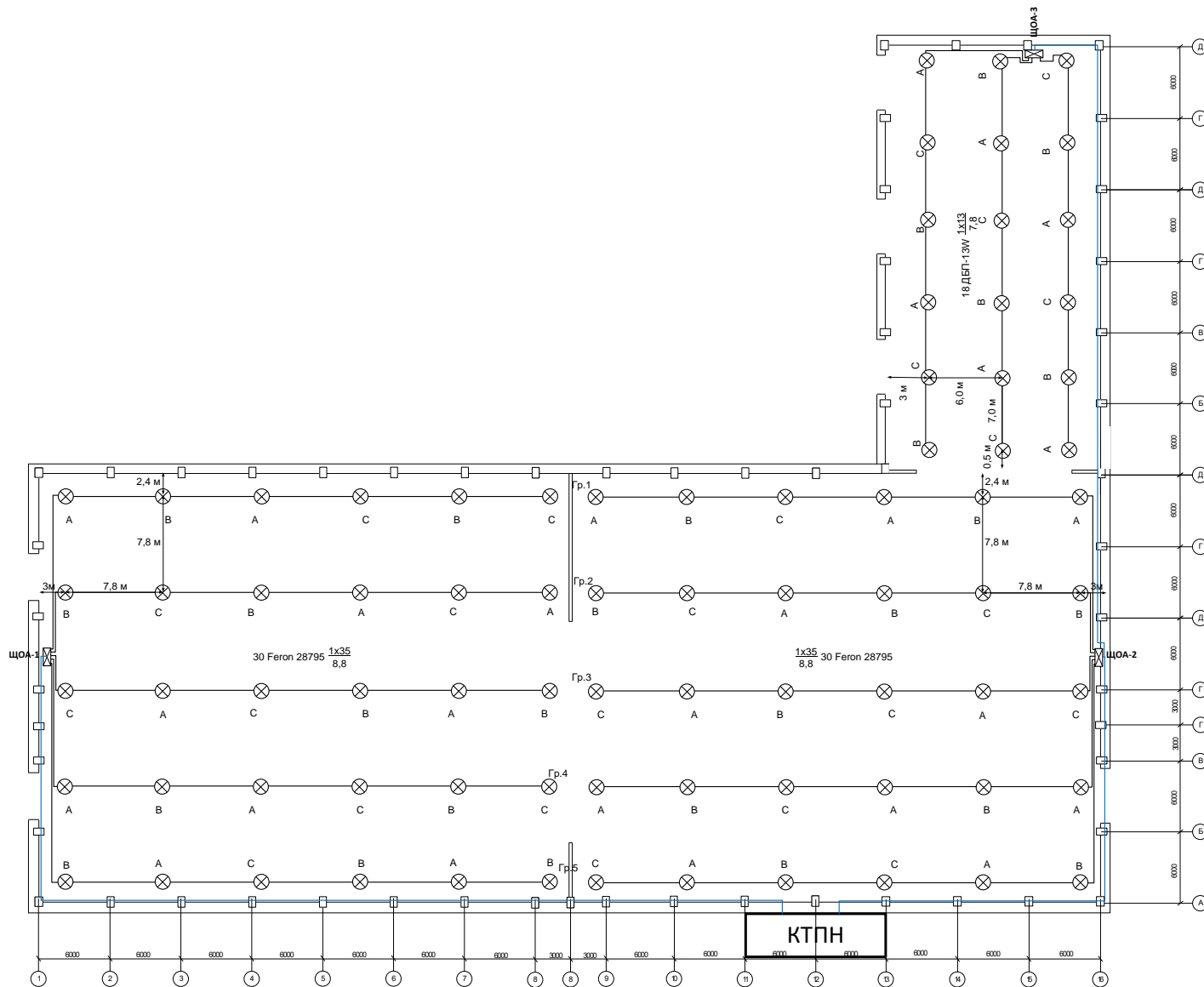


Рисунок 5.5 – Аварийное освещение

Рассчитываем фактическую потерю напряжения в кабеле, питающем щиток:

$$\Delta U = \frac{15,631 + 13,325 + 14,743}{44 \cdot 2,5} = 0,38 \text{ В,}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{0,38 \cdot 100\%}{380} = 0,1 \text{ \%}.$$

Суммарная потеря напряжения:

$$\Delta U_{\Sigma} = 0,21 + 0,1 = 0,31 \text{ \%}, \text{ что допустимо.}$$

Расчет для ЩО-3.

В третьей зоне цеха имеется 3 ряда по 6 светильников мощностью 0,2 кВт.

Расчеты выполняем аналогично.

1 ряд:

$$M_A = Pl + 4Pl + 6Pl = 11Pl,$$

$$M_B = 3Pl + 5Pl = 8Pl,$$

$$M_C = 2Pl + 4Pl = 6Pl.$$

2 ряд:

$$M_A = 2Pl + 4Pl = 6Pl,$$

$$M_B = Pl + 3Pl + 6Pl = 11Pl,$$

$$M_C = 3Pl + 5Pl = 8Pl.$$

3 ряд:

$$M_A = 3Pl + 5Pl = 8Pl,$$

$$M_B = 2Pl + 4Pl = 6Pl,$$

$$M_C = Pl + 4Pl + 6Pl = 11Pl.$$

Суммарные моменты по фазам:

$$\sum M_a = \sum M_b = \sum M_c = \frac{28}{3} \cdot 0,2 \cdot 6 = 26,1 \text{ кВт} \cdot \text{м},$$

Нагрузка практически выровнена по фазам.

1 линия:

$$l_0 = 17 \text{ м},$$

$$M_1 = 7 \cdot 0,2 \cdot \left( 17 + \frac{7 \cdot (7 - 1)}{2} \right) = 106,4 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

2 линия:

$$l_0 = 12 \text{ м,}$$

$$M_2 = 7 \cdot 0,2 \cdot \left( 12 + \frac{7 \cdot (7 - 1)}{2} \right) = 92,4 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

3 линия:

$$l_0 = 10 \text{ м,}$$

$$M_3 = 7 \cdot 0,2 \cdot \left( 10 + \frac{7 \cdot (7 - 1)}{2} \right) = 86,8 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

Определим сечение проводников линий:

$$s_1 = \frac{106,4}{2,5 \cdot 7,7} = 5,53 \text{ мм}^2,$$

$$s_2 = \frac{92,4}{2,5 \cdot 7,7} = 4,8 \text{ мм}^2,$$

$$s_3 = \frac{86,8}{2,5 \cdot 7,7} = 4,51 \text{ мм}^2.$$

Выбираем сечение 6 мм<sup>2</sup>.

$$P_{po} = 6 \cdot 0,2 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 1,14 \text{ кВт.}$$

$$I_{po} = \frac{1,14}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,98} = 7,6 \text{ А.}$$

$$\Delta U_1 = \frac{106,4}{7,7 \cdot 6} = 2,3 \text{ В,}$$

$$\Delta U_2 = \frac{92,4}{7,7 \cdot 6} = 2 \text{ В,}$$

$$\Delta U_3 = \frac{86,8}{7,7 \cdot 6} = 1,88 \text{ В.}$$

$$\Delta U_{max} = \frac{2,3 \cdot 100}{220} = 0,85 \text{ \%}.$$

$$P_{po} = 18 \cdot 0,2 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 3,42 \text{ кВт.}$$

$$I_{max} = \frac{3,42}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,98} = 13,37 \text{ А.}$$

$$S = \frac{Pl + \sum \alpha m}{K_C \cdot \Delta U_{дон}} = \frac{3,42 \cdot 34 + 1,0 \cdot (106,4 + 92,4 + 86,8)}{44 \cdot 2,5} = 3,7 \text{ мм}^2.$$

Выбираем провод марки ПВ 4х6,  $s = 6 \text{ мм}^2$  и допустимым током 39 А.

Выбираем осветительный щиток ЩО-II-1А-16-6 с номинальным током  $I_{ном} = 16 \text{ А}$ , с присоединениями по 10 А.

Вводной автомат: ВА 47-29,  $I_{\text{ном}} = 16 \text{ А}$ ;

Групповой автомат отходящей линии: ВА 47-29,  $I_{\text{ном}} = 10 \text{ А}$ .

Потери напряжения:

$$\Delta U = \frac{Pl + \sum \alpha m}{K_C \cdot S} = \frac{3,42 \cdot 34 + 1,0 \cdot (106,4 + 92,4 + 86,8)}{44 \cdot 6} = 1,52 \text{ В.}$$

$$\Delta U_{\text{max}} = \frac{1,52 \cdot 100}{380} = 0,4 \text{ \%}.$$

Расчет для ЩОА-3.

В третьей зоне имеется 3 ряда по 6 светильников аварийного освещения мощностью 0,013 кВт.

1 ряд:

$$M_A = Pl + 4Pl + 6Pl = 11Pl,$$

$$M_B = 3Pl + 5Pl = 8Pl,$$

$$M_C = 2Pl + 4Pl = 6Pl.$$

2 ряд:

$$M_A = 2Pl + 4Pl = 6Pl,$$

$$M_B = Pl + 3Pl + 6Pl = 11Pl,$$

$$M_C = 3Pl + 5Pl = 8Pl.$$

3 ряд:

$$M_A = 3Pl + 5Pl = 8Pl,$$

$$M_B = 2Pl + 4Pl = 6Pl,$$

$$M_C = Pl + 4Pl + 6Pl = 11Pl.$$

Суммарные моменты по фазам:

$$\sum M_a = \sum M_b = \sum M_c = \frac{28}{3} \cdot 0,013 \cdot 6 = 0,75 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

Нагрузка выровнена по фазам.

Рассчитываем нагрузки по линиям

1 линия:

$$l_0 = 17 \text{ м,}$$

$$M_1 = 7 \cdot 0,013 \cdot \left( 17 + \frac{7 \cdot (7 - 1)}{2} \right) = 7,09 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

2 линия:

$$l_0 = 12 \text{ м,}$$

$$M_2 = 7 \cdot 0,2 \cdot \left( 12 + \frac{7 \cdot (7 - 1)}{2} \right) = 6,16 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

3 линия:

$$l_0 = 10 \text{ м,}$$

$$M_3 = 7 \cdot 0,2 \cdot \left( 10 + \frac{7 \cdot (7 - 1)}{2} \right) = 5,79 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

Рассчитываем сечение:

$$s_1 = \frac{7,09}{2,5 \cdot 7,7} = 0,37 \text{ мм}^2,$$

$$s_2 = \frac{6,16}{2,5 \cdot 7,7} = 0,32 \text{ мм}^2,$$

$$s_3 = \frac{5,79}{2,5 \cdot 7,7} = 0,29 \text{ мм}^2.$$

Выбираем провод марки ПВ 4x2,5,  $s = 2,5 \text{ мм}^2$  и допустимым током 21 А.

Производим оценку потерь напряжения с учетом сечения кабеля:

$$\Delta U_1 = \frac{7,09}{7,7 * 2,5} = 0,62 \text{ В,}$$

$$\Delta U_2 = \frac{6,16}{7,7 * 2,5} = 0,53 \text{ В.}$$

$$\Delta U_3 = \frac{5,79}{7,7 * 2,5} = 0,5 \text{ В.}$$

$$\Delta U_{max} = \frac{0,62 * 100}{220} = 0,28 \text{ \%}.$$

$$P_{po} = 18 \cdot 0,013 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,234 \text{ кВт.}$$

$$I_{max} = \frac{0,234}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,95} = 1,28 \text{ А.}$$

Рассчитываем сечение:

$$S = \frac{Pl + \sum \alpha m}{K_C \cdot \Delta U_{don}} = \frac{0,234 \cdot 28 + 1,0 \cdot (7,09 + 6,16 + 5,79)}{44 \cdot 2,5} = 0,23 \text{ мм}^2.$$

Выбираем провод марки ПВ 4x2,5,  $s = 2,5 \text{ мм}^2$  и допустимым током 21 А.  
Выбираем осветительный щиток ОЩВ-3-2,5-6 с номинальным током  $I_{\text{ном}} = 2,5 \text{ А}$ , с присоединениями по 1 А.

Вводной автомат: ВА 47-29,  $I_{\text{ном}} = 2,5 \text{ А}$ ;

Групповой автомат отходящей линии: ВА 47-29,  $I_{\text{ном}} = 1 \text{ А}$ .

Потери напряжения:

$$\Delta U = \frac{Pl + \sum \alpha m}{K_C \cdot S} = \frac{0,234 \cdot 28 + 1,0 \cdot (7,09 + 6,16 + 5,79)}{44 \cdot 2,5} = 0,23 \text{ В};$$

$$\Delta U = \frac{0,23 \cdot 100}{380} = 0,06 \text{ \%}.$$

## 6 Выбор распределительных пунктов, защитных аппаратов и питающих кабелей

Для выбора проводов и кабелей необходимо произвести расчеты на первом уровне системы электроснабжения. Большинство электроприемников работают в длительном режиме, тогда

$$P_{p1} = P_{ном}, \quad (6.1)$$

Другие необходимые для вычисления нагрузки величины:

$$Q_{p1} = P_{p1} \operatorname{tg} \varphi = P_{p1} \operatorname{tg}(\arccos(\cos \varphi)), \quad (6.2)$$

$$S_{p1} = \sqrt{P_{p1}^2 + Q_{p1}^2}, \quad (6.3)$$

$$I_p = \frac{S_{p1}}{\sqrt{3} U_{ном}}, \quad (6.4)$$

$$I_{п} = K_{п} I_p, \quad (6.5)$$

В режиме ПКР работают мостовые краны №31-33. Для крана №31 произведем пример расчета:

$$P_{p1} = P_{ном} \sqrt{ПВ}. \quad (6.6)$$

$$P_{p1} = 97,73 \cdot \sqrt{0,4} = 61,81 \text{ кВт};$$

По формулам (6.2) – (6.5) находим:

$$Q_{p1} = 61,81 \cdot \operatorname{tg}(\arccos(0,5)) = 106,93 \text{ кВар};$$

$$S_{p1} = \sqrt{61,81^2 + 106,93^2} = 123,5 \text{ кВА}.$$

$$I_{p1} = \frac{123,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 187,65 \text{ А};$$

$$I_{п} = K_{п} \cdot I_{p1} = 3 \cdot 187,65 = 562,95 \text{ А}.$$

Расчеты мощностей и токов на первом уровне системы электроснабжения приведены в приложении Е



Выбор автоматических выключателей для защиты отдельных электроприемников производим по номинальному напряжению, току теплового расцепителя и току всего автомата, а также току электромагнитного расцепителя (токовой отсечки, в зависимости от величины пускового тока), по формулам [13]:

$$U_a \geq U_{\text{ном.сети}}, \quad (6.7)$$

$$I_{\text{расц}} \geq k \cdot I_p, \quad (6.8)$$

$$I_{\text{ном.а}} \geq k \cdot I_p, \quad (6.9)$$

где  $k$  – коэффициент запаса, для электроприемников, представленных электродвигателями  $k = 1,25$ , для бездвигательной нагрузки  $k = 1$ . В случае, когда выбирается автомат, который защищает группу ЭП, присоединенных к СП, то коэффициент запаса берется равным 1,1.

$$I_{\text{ном.то}} \geq 1,2 \cdot I_{\text{пуск}}, \quad (6.10)$$

$$I_{\text{ном.то}} = K_o \cdot I_{\text{расц}}, \quad (6.11)$$

Результаты выбора автоматов для защиты вводов СП, вводов и секций КТПН представлены в таблице 6.2, а для отдельных ЭП – в приложении Ж

Применяем автоматы серий ВА 44, ВА-300М на различные номинальные токи [20].

Таблица 6.2 – Выбор автоматов для СП и КТПН

Наименование	Расчетный ток присоединения, А	Расчетный ток для выбора автомата, А	Номинальный ток автомата $I_{ном.а}$ , А	Номинальный ток расцепителя $I_{расц}$ , А	Пиковый ток $I_{пик}$ , А	Расчетный ток отсечки, $1,2 \cdot I_{пик}$ , А	$K_o$	$I_{ном.то}$ , А	Тип автомата	Отключающая способность, $I_{откл}$ , кА
СП-1	222,4	244,64	250	250	1112	1334,4	7	1750	ВА-303М-3Р-250А	36
СП-2	346,94	381,63	400	400	1734,7	2081,64	7	2800	ВА-305М-3Р-630А	36
СП-3	238,05	261,86	630	315	1190,25	1428,3	7	2205	ВА-305М-3Р-630А	36
СП-4	283,22	311,54	630	315	1416,1	1699,32	7	2205	ВА-305М-3Р-630А	36
СП-5	68,25	75,08	100	80	341,25	409,5	7	560	ВА-302М-3Р-100А	18
СП-6	81,13	89,24	100	100	405,65	486,78	7	700	ВА-302М-3Р-100А	18
СП-7	81,48	89,63	100	100	407,4	488,88	7	700	ВА-302М-3Р-100А	18
СП-8	50,69	55,76	100	63	253,45	304,14	7	441	ВА-302М-3Р-100А	18
СП-9	79,57	87,53	100	100	397,85	477,42	7	700	ВА-302М-3Р-100А	18
СП-10	343,51	377,86	400	400	1717,55	2061,06	7	2800	ВА-305М-3Р-630А	36
СП-11	64,45	70,9	100	80	322,25	386,7	7	560	ВА-302М-3Р-100А	18
Вводной QF1, QF3	1542,39	1619,51	2500	2500	7711,95	9254,34	7	17500	ВА 53-45	36
Секционный QF2	771,2	809,76	1000	1000	3856	4627,2	7	7000	ВА-307М-3Р-630А	36

Электрическую сеть выполняем кабелями ВВГнг(А)-LS (низкие показатели дымо- и газовыделения при возможном горении, не распространяет горение), проложенными в специальных каналах и кабельных лотках по конструкциям [12]. Отдельные электроприемники запитываются кабелями, по конструкциям в кабельных лотках с опусками к электроприемникам, СП запитаны через кабели, проложенные в трубах в полу [22].

Сечение кабеля выбирается по нагреву длительным расчетным током, тогда приведенный расчетный ток будет определяться по выражению:

$$I_{\text{расч.п}} = \frac{I_p}{k_{\text{п}}}, \quad (6.12)$$

где  $I_p$  – расчетный ток проводника, А;

$k_{\text{п}}$  – поправочный коэффициент, учитывающий условия прокладки проводов и кабелей (при нормальных условиях прокладки  $k_{\text{п}} = 1$ ).

Затем находится сечение проводника, удовлетворяющее условию:

$$I_{\text{доп.КЛ}} \geq I_{\text{расч.п}}, \quad (6.13)$$

Также необходимо проверить соответствие сечения КЛ выбранному автоматическому выключателю. Для этого должно выполняться условие соответствия допустимого тока КЛ току теплового расцепителя автомата:

$$I_{\text{доп. КЛ}} \geq I_{\text{расц}} K_{\text{защ}}, \quad (6.14)$$

где  $K_{\text{защ}}$  – коэффициент защиты, принимается равным 1.

Выбор сечений КЛ производится сразу же с учетом согласования с токами тепловых расцепителей автоматов представлен в таблицах 6.4-6.5.

Таблица 6.4 – Выбор сечений КЛ для ЭП

№ ЭП	Расчетный ток $I_p$ , А	Номинальный ток расцепителя автомата, А	Допустимый ток кабеля, А	Сечение основной жилы $S$ , мм <sup>2</sup>	Марка, сечение кабеля
1	2	3	4	5	6
1	66,38	100	112	25	ВВГнг(А)-LS 4x25
2	66,38	100	112	25	ВВГнг(А)-LS 4x25
3	49,38	63	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
4	49,38	63	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
5	49,38	63	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
6	49,38	63	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
7	33,77	50	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
8	33,77	50	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
9	25,6	32	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
10	25,6	32	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
11	66,38	100	112	25	ВВГнг(А)-LS 4x25
12	66,38	100	112	25	ВВГнг(А)-LS 4x25
13	49,38	63	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10

Продолжение таблицы 6.4

1	2	3	4	5	6
14	49,38	63	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
15	49,38	63	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
16	49,38	63	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
17	33,77	50	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
18	33,77	50	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
19	25,6	32	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
20	25,6	32	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
21	63,99	80	84	16	ВВГнг(А)-LS 4x16
22	76,39	100	112	25	ВВГнг(А)-LS 4x25
23	60,91	80	84	16	ВВГнг(А)-LS 4x16
24	76,39	100	112	25	ВВГнг(А)-LS 4x25
25	76,39	100	112	25	ВВГнг(А)-LS 4x25
26	63,99	80	84	16	ВВГнг(А)-LS 4x16
27	76,39	100	112	25	ВВГнг(А)-LS 4x25
28	60,91	80	84	16	ВВГнг(А)-LS 4x16
29	76,39	100	112	25	ВВГнг(А)-LS 4x25
30	76,39	100	112	25	ВВГнг(А)-LS 4x25
31	187,65	200	211	70	ВВГнг(А)-LS 4x70
32	187,65	200	211	70	ВВГнг(А)-LS 4x70
33	87,29	100	112	25	ВВГнг(А)-LS 4x25
34	4,01	6,3	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
35	4,01	6,3	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
36	0,32	0,5	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
37	0,32	0,5	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
38	91,91	160	167	50	ВВГнг(А)-LS 4x50
39	10,09	16	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
40	0,47	0,5	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
41	0,29	0,5	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
42	7,66	10	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
43	0,15	0,4	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
44	0,46	0,63	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
45	1,73	2,5	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
46	27,27	40	46	6	ВВГнг(А)-LS 4x6
47	0,32	0,4	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
48	47,22	63	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
49	0,32	0,4	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
50	53,98	80	84	16	ВВГнг(А)-LS 4x16
51	0,32	0,4	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
52	16,18	25	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
53	16,18	25	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
54	6,4	8	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
55	153,16	200	211	70	ВВГнг(А)-LS 4x70
56	153,16	200	211	70	ВВГнг(А)-LS 4x70
57	91,91	160	167	50	ВВГнг(А)-LS 4x50
58	1,84	2,5	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
59	1,84	2,5	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
60	5,26	8	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
61	5,26	8	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
62	39,05	50	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
63	39,05	50	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
64	12,79	16	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
65	4,83	6,3	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4

Окончание таблицы 6.4

1	2	3	4	5	6
66	3,75	5	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
67	65,2	100	112	25	ВВГнг(А)-LS 4x25
68	16	20	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
69	16	20	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
70	2,4	3,15	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
71	33,74	50	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
72	22,74	32	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
73	16,18	25	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
74	16,18	25	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
75	6,38	8	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
76	6,38	8	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
77	17,24	25	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
78	4,01	6,3	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
79	4,01	6,3	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4
80	22,74	32	36	4	ВВГнг(А)-LS 4x4

Таблица 6.5 – Выбор сечений КЛ для СП с учетом соответствия току СП и сечениям кабелей ЭП, принадлежащих определенному СП

Номер СП	$I_p, A$	Ток срабатывания, А	$I_{доп}, A$	$S, мм^2$	Марка
СП-1	222,4	250	261	95	ВВГнг(А)-LS 4x95
СП-2	346,94	400	472	240	ВВГнг(А)-LS 4x240
СП-3	238,05	315	346	150	ВВГнг(А)-LS 4x150
СП-4	283,22	315	472	240	ВВГнг(А)-LS 4x240
СП-5	68,25	80	112	25	ВВГнг(А)-LS 4x25
СП-6	81,13	100	167	50	ВВГнг(А)-LS 4x50
СП-7	81,48	100	112	25	ВВГнг(А)-LS 4x25
СП-8	50,69	63	63	10	ВВГнг(А)-LS 4x10
СП-9	79,57	100	112	25	ВВГнг(А)-LS 4x25
СП-10	343,51	400	472	240	ВВГнг(А)-LS 4x240
СП-11	64,45	80	84	16	ВВГнг(А)-LS 4x16

Силовые пункты выбираем исходя из количества присоединений и рабочего тока самого пункта. Условие выбора СП:

$$I_{расч\ СП} \leq I_{ном\ СП}, \quad (6.15)$$

В качестве СП применяем НКУ "Сфера-Н" на токи до 630 А (таблица 6.6).

Таблица 6.6 – Выбор силовых пунктов

СП	Ip, А	Тип СП	Идоп, А	Количество присоединений	Фактическое количество присоединений
СП-1	222,4	НКУ "Сфера-Н" 250А	250	8	8
СП-2	346,94	НКУ "Сфера-Н" 400А	400	8	8
СП-3	238,05	НКУ "Сфера-Н" 250А	250	8	8
СП-4	283,22	НКУ "Сфера-Н" 400А	400	8	6
СП-5	68,25	НКУ "Сфера-Н" 80А	80	8	7
СП-6	81,13	НКУ "Сфера-Н" 100А	100	8	7
СП-7	81,48	НКУ "Сфера-Н" 100А	100	8	4
СП-8	50,69	НКУ "Сфера-Н" 63А	63	8	7
СП-9	79,57	НКУ "Сфера-Н" 80А	80	8	7
СП-10	343,51	НКУ "Сфера-Н" 400А	400	8	7
СП-11	64,45	НКУ "Сфера-Н" 80А	80	8	7

Расчет троллейных линий крановых установок предполагает выбор размеров угловой стали, которые соответствуют условиям нагрева и допустимой потери напряжения. Первое условие проверяется путем сравнения тока  $I_{30}$  - активной нагрузки, продолжительностью тридцать минут, с допустимым током для выбранного профиля угловой стали:

$$I_{МАКС} = I_{30} = \sqrt{(P_{номр} \cdot K_{30})^2 + (P_{30} \cdot tg\phi)^2} / (\sqrt{3} \cdot U), \quad (6.16)$$

где  $P_{номр}$  – потребляемая мощность;

$K_{30}$  - коэффициент спроса в зависимости от режима работы крана и эффективного числа электроприемников  $n_{\text{Э}}$ .

Выбранный размер угловой стали проверяется на допустимую потерю напряжения:

$$\Delta U_{\%} = m \cdot L, \quad (6.17)$$

где  $m$  – удельная потеря напряжения, %/м;

$L$  – расстояние от точки присоединения питающей линии до наиболее удаленного конца троллеев.

Произведем расчет крановых троллеев из угловой стали для электропо-

требителей № 31-32 с наибольшим удалением от точки присоединения питания  $L = 80$  м.

На одной тролле находятся два крана, поэтому их потребляемая мощность составляет  $P_{номр} = 97,73 + 97,73 = 195,46$  кВт.

По [3, рисунок 5.14, с. 217] определяем  $K_{30}$  – коэффициент спроса для кранов для эффективного числа электроприемников  $n_{\Sigma} = 1$  при среднем режиме работы:  $K_{30} = 0,62$ .

Определим мощность активной тридцатиминутной нагрузки:

$$P_{30} = P_{номр} \cdot K_{30} = 195,46 \cdot 0,62 = 121,19 \text{ кВт.}$$

Определим  $\text{tg}\varphi$  по коэффициенту мощности:  $\text{tg}\varphi = 1,73$ , при  $\cos\varphi = 0,5$ .

Определяем максимальный ток, равный току активной тридцатиминутной нагрузки:

$$I_{МАКС} = I_{30} = \sqrt{(195,46 \cdot 0,5)^2 + (121,19 \cdot 1,73)^2} / (\sqrt{3} \cdot 0,38) = 367,93 \text{ А.}$$

Определим пиковый (кратковременный) ток 2-х кранов:

$$I_{ПИК} = I_{ПУСК,МАКС} + (I_{МАКС} - K_{30} \cdot 2I_{НОМ}), \quad (6.18)$$

где  $I_{НОМ}$  – номинальный ток крана;

$I_{ПУСК,МАКС}$  – максимальный пусковой ток крана.

$$I_{ПИК} = 562,95 + (367,93 - 0,62 \cdot (2 \cdot 187,65)) = 814,54 \text{ А.}$$

Для пикового тока, равного 814,54 А подбираем угловую сталь с номером профиля №6 размером (60×60×6) мм в размере двух профилей, при  $I_{пик} = 2 \cdot 416 = 832$  А с коэффициентом удельных потерь  $m = 0,06$  %/м [3].

Проверяем выбранную сталь по току нагрузки  $I_{30} = 367,93$  А. Для выбранной угловой стали длительно допустимый переменный ток составляет  $I_{дон} = 832$  А, что больше  $I_{30} = 367,93$  А. Следовательно, выбранная сталь удовлетворяет условиям нагрева.

Проверим выбранный размер угловой стали на допустимую потерю напряжения:

$$\Delta U_{\%} = 0,06 \cdot 80 = 4,8\% .$$

Полученные значения падения напряжения при пуске двигателя не превышают допустимое (5%), поэтому подпитки к ним не требуется.

Для определения мощности трансформаторов устанавливаемой КТПН необходимо определить потери в распределительной внутрицеховой сети 0,4 кВ (потери в линиях).

Потеря напряжения [12]:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_p \cdot l \cdot (r_{уд} \cdot \cos \varphi + x_{уд} \cdot \sin \varphi), \quad (6.19)$$

где  $l$  - длина линии, км;  $r_{уд}$ ,  $x_{уд}$  - удельное активное и реактивное сопротивление кабеля, Ом/км;  $I_p$  - расчетный ток электроприемника, А.

Потеря напряжения в процентах к номинальному напряжению сети:

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U \cdot 100\%}{U_{ном}}, \quad (6.20)$$

где  $U_{ном}$  - номинальное напряжение сети, В.

Потери активной и реактивной мощности:

$$\Delta P = 3 \cdot I_p^2 \cdot r_{уд} \cdot l, \quad (6.21)$$

$$\Delta Q = 3 \cdot I_p^2 \cdot x_{уд} \cdot l. \quad (6.22)$$

Пример расчета для ЭП №1:

$$\Delta U_1 = \sqrt{3} \cdot 66,38 \cdot 0,008 \cdot (0,74 \cdot 0,8 + 0,0662 \cdot 0,6) = 0,57 \text{ В};$$

$$\Delta U_{1,\%} = \frac{0,57}{380} \cdot 100\% = 0,15 \text{ \%};$$

$$\Delta P_1 = 3 \cdot 66,38^2 \cdot 0,74 \cdot 0,008 \cdot 10^{-3} = 0,078 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_1 = 3 \cdot 66,38^2 \cdot 0,0662 \cdot 0,008 \cdot 10^{-3} = 0,007 \text{ кВар}.$$

Остальные расчеты сведем в таблицы 6.7-6.8 соответственно для линий, питающих отдельные ЭП и СП.

Общая сумма потерь во всех линиях составит 26,053 кВт.



Таблица 6.7 – Расчет потерь мощности и напряжения для линий, питающих отдельные ЭП

№	cosφ	sinφ	L, м	I <sub>p</sub> , А	S, мм <sup>2</sup>	γ <sub>уд</sub> , Ом/км	χ <sub>уд</sub> , Ом/км	ΔU, %	ΔP, кВт	ΔU, В	ΔQ, квар
1	0,8	0,6	8	66,38	25	0,74	0,0662	0,15	0,078	0,57	0,007
2	0,8	0,6	11	66,38	25	0,74	0,0662	0,21	0,108	0,798	0,0096
3	0,8	0,6	7	49,38	10	1,84	0,073	0,24	0,094	0,912	0,0037
4	0,8	0,6	8	49,38	10	1,84	0,073	0,27	0,108	1,026	0,0043
5	0,8	0,6	9	49,38	10	1,84	0,073	0,31	0,121	1,178	0,0048
6	0,8	0,6	13	49,38	10	1,84	0,073	0,44	0,175	1,672	0,0069
7	0,7	0,71	21	33,77	10	1,84	0,073	0,43	0,132	1,634	0,0052
8	0,7	0,71	19	33,77	10	1,84	0,073	0,39	0,12	1,482	0,0047
9	0,8	0,6	18	25,6	4	4,6	0,095	0,78	0,163	2,964	0,0034
10	0,8	0,6	16	25,6	4	4,6	0,095	0,7	0,145	2,66	0,003
11	0,8	0,6	10	66,38	25	0,74	0,0662	0,19	0,098	0,722	0,0088
12	0,8	0,6	11	66,38	25	0,74	0,0662	0,21	0,108	0,798	0,0096
13	0,8	0,6	8	49,38	10	1,84	0,073	0,27	0,108	1,026	0,0043
14	0,8	0,6	7	49,38	10	1,84	0,073	0,24	0,094	0,912	0,0037
15	0,8	0,6	8	49,38	10	1,84	0,073	0,27	0,108	1,026	0,0043
16	0,8	0,6	9	49,38	10	1,84	0,073	0,31	0,121	1,178	0,0048
17	0,7	0,71	22	33,77	10	1,84	0,073	0,45	0,138	1,71	0,0055
18	0,7	0,71	20	33,77	10	1,84	0,073	0,41	0,126	1,558	0,005
19	0,8	0,6	18	25,6	4	4,6	0,095	0,78	0,163	2,964	0,0034
20	0,8	0,6	16	25,6	4	4,6	0,095	0,7	0,145	2,66	0,003
21	0,95	0,31	12	63,99	16	1,15	0,0675	0,39	0,17	1,482	0,01
22	0,8	0,6	8	76,39	25	0,74	0,0662	0,18	0,104	0,684	0,0093
23	0,8	0,6	12	60,91	16	1,15	0,0675	0,32	0,154	1,216	0,009
24	0,8	0,6	29	76,39	25	0,74	0,0662	0,64	0,376	2,432	0,0336
25	0,8	0,6	26	76,39	25	0,74	0,0662	0,57	0,337	2,166	0,0301
26	0,95	0,31	13	63,99	16	1,15	0,0675	0,42	0,184	1,596	0,0108
27	0,8	0,6	9	76,39	25	0,74	0,0662	0,2	0,117	0,76	0,0104
28	0,8	0,6	12	60,91	16	1,15	0,0675	0,32	0,154	1,216	0,009
29	0,8	0,6	22	76,39	25	0,74	0,0662	0,48	0,285	1,824	0,0255
30	0,8	0,6	25	76,39	25	0,74	0,0662	0,55	0,324	2,09	0,029
31	0,5	0,87	56	187,65	70	0,26	0,0612	0,88	1,538	3,344	0,362
32	0,5	0,87	56	187,65	70	0,26	0,0612	0,88	1,538	3,344	0,362
33	0,5	0,87	14	87,29	25	0,74	0,0662	0,24	0,237	0,912	0,0212
34	0,7	0,71	15	4,01	4	4,6	0,095	0,09	0,003	0,342	0,0001
35	0,7	0,71	14	4,01	4	4,6	0,095	0,08	0,003	0,304	0,0001
36	0,6	0,8	16	0,32	4	4,6	0,095	0,01	0,0001	0,038	0,0001
37	0,6	0,8	15	0,32	4	4,6	0,095	0,01	0,0001	0,038	0,0001
38	0,8	0,6	7	91,91	50	0,37	0,0625	0,1	0,066	0,38	0,0111
39	0,7	0,71	8	10,09	4	4,6	0,095	0,12	0,011	0,456	0,0002
40	0,6	0,8	9	0,47	4	4,6	0,095	0,01	0,0001	0,038	0,0001
41	0,8	0,6	7	0,29	4	4,6	0,095	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
42	0,7	0,71	14	7,66	4	4,6	0,095	0,16	0,011	0,608	0,0002
43	0,6	0,8	15	0,15	4	4,6	0,095	0,0001	0,0001	0,00038	0,0001
44	0,8	0,6	15	0,46	4	4,6	0,095	0,01	0,0001	0,038	0,0001
45	0,8	0,6	17	1,73	4	4,6	0,095	0,05	0,001	0,19	0,0001
46	0,75	0,66	13	27,27	6	3,07	0,09	0,38	0,089	1,444	0,0026
47	0,6	0,8	13	0,32	4	4,6	0,095	0,01	0,0001	0,038	0,0001
48	0,75	0,66	9	47,22	10	1,84	0,073	0,28	0,111	1,064	0,0044
49	0,6	0,8	10	0,32	4	4,6	0,095	0,0001	0,0001	0,00038	0,0001
50	0,75	0,66	6	53,98	16	1,15	0,0675	0,13	0,06	0,494	0,0035

Окончание таблицы 6.7

№	cosφ	sinφ	L, м	I <sub>p</sub> , А	S, мм <sup>2</sup>	гуд, Ом/км	худ, Ом/км	ΔU, %	ΔP, кВт	ΔU, В	ΔQ, квар
51	0,6	0,8	6	0,32	4	4,6	0,095	0,0001	0,0001	0,00038	0,0001
52	0,8	0,6	8	16,18	4	4,6	0,095	0,22	0,029	0,836	0,0006
53	0,8	0,6	10	16,18	4	4,6	0,095	0,28	0,036	1,064	0,0007
54	0,95	0,31	10	6,4	4	4,6	0,095	0,13	0,006	0,494	0,0001
55	0,8	0,6	13	153,16	70	0,26	0,0612	0,22	0,238	0,836	0,056
56	0,8	0,6	10	153,16	70	0,26	0,0612	0,17	0,183	0,646	0,0431
57	0,8	0,6	7	91,91	50	0,37	0,0625	0,1	0,066	0,38	0,0111
58	0,8	0,6	15	1,84	4	4,6	0,095	0,05	0,001	0,19	0,0001
59	0,8	0,6	16	1,84	4	4,6	0,095	0,05	0,001	0,19	0,0001
60	0,8	0,6	15	5,26	4	4,6	0,095	0,13	0,006	0,494	0,0001
61	0,8	0,6	12	5,26	4	4,6	0,095	0,11	0,005	0,418	0,0001
62	0,8	0,6	7	39,05	10	1,84	0,073	0,19	0,059	0,722	0,0023
63	0,8	0,6	5	39,05	10	1,84	0,073	0,13	0,042	0,494	0,0017
64	0,95	0,31	6	12,79	4	4,6	0,095	0,15	0,014	0,57	0,0003
65	0,7	0,71	19	4,83	4	4,6	0,095	0,14	0,006	0,532	0,0001
66	0,75	0,66	11	3,75	4	4,6	0,095	0,07	0,002	0,266	0,0001
67	0,35	0,94	11	65,2	25	0,74	0,0662	0,11	0,104	0,418	0,0093
68	0,95	0,31	12	16	4	4,6	0,095	0,39	0,042	1,482	0,0009
69	0,95	0,31	6	16	4	4,6	0,095	0,19	0,021	0,722	0,0004
70	0,95	0,31	5	2,4	4	4,6	0,095	0,02	0,0001	0,076	0,0001
71	0,75	0,66	7	33,74	10	1,84	0,073	0,15	0,044	0,57	0,0017
72	0,75	0,66	12	22,74	4	4,6	0,095	0,44	0,086	1,672	0,0018
73	0,8	0,6	18	16,18	4	4,6	0,095	0,5	0,065	1,9	0,0013
74	0,8	0,6	15	16,18	4	4,6	0,095	0,41	0,054	1,558	0,0011
75	0,7	0,71	16	6,38	4	4,6	0,095	0,15	0,009	0,57	0,0002
76	0,7	0,71	13	6,38	4	4,6	0,095	0,12	0,007	0,456	0,0002
77	0,75	0,66	13	17,24	4	4,6	0,095	0,36	0,053	1,368	0,0011
78	0,7	0,71	17	4,01	4	4,6	0,095	0,1	0,004	0,38	0,0001
79	0,7	0,71	17	4,01	4	4,6	0,095	0,1	0,004	0,38	0,0001
80	0,75	0,66	14	22,74	4	4,6	0,095	0,51	0,1	1,938	0,0021

Таблица 6.8 – Расчет потерь мощности и напряжения для линий к СП

№ СП	cosφ	sinφ	L, м	I <sub>раб</sub> , А	S, мм <sup>2</sup>	Гуд, Ом/км	Худ, Ом/км	ΔU, %	ΔP, кВт	ΔU, В	ΔQ, квар
1	0,79	0,61	53	222,4	95	0,326	0,0602	1,58	2,564	6,004	0,473
2	0,8	0,6	41	346,94	240	0,129	0,0587	0,9	1,91	3,42	0,869
3	0,83	0,56	29	238,05	150	0,206	0,0596	0,64	1,016	2,432	0,294
4	0,83	0,56	17	283,22	240	0,129	0,0587	0,31	0,528	1,178	0,24
5	0,51	0,86	40	68,25	25	1,24	0,0662	0,86	0,693	3,268	0,037
6	0,79	0,61	43	81,13	50	0,62	0,0625	0,84	0,526	3,192	0,053
7	0,75	0,66	46	81,48	25	1,24	0,0662	1,66	1,136	6,308	0,061
8	0,82	0,57	52	50,69	10	3,1	0,073	3,1	1,243	11,78	0,029
9	0,82	0,57	64	79,57	25	1,24	0,0662	2,45	1,507	9,31	0,08
10	0,8	0,6	73	343,51	240	0,129	0,0587	1,58	3,334	6,004	1,517
11	0,8	0,6	82	64,45	16	1,94	0,0675	3,84	1,982	14,592	0,069

## 7 Выбор трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности. Выбор питающей линии

Выбор мощности трансформаторов произведем по форме Ф202-90, таблица 7.1 [5, 6, 9].

Таблица 7.1 – Результирующая электрическая нагрузка КТПН

Наименование	tgφ	Расчетная нагрузка			Количество и мощность, шт., кВА
		кВт	кВАр	кВА	
		P <sub>p</sub>	Q <sub>p</sub>	S <sub>p</sub>	
Силовая нагрузка 0,4 кВ	0,78	784,4	611,83	994,8	
Осветительная нагрузка	0,33	20,52	6,77	21,61	
Итого на стороне 0,4 кВ без учета потерь в сети 0,4 кВ	0,77	804,92	618,6	1015,17	
Потери в сети 0,4 кВ		26,053			
Итого на стороне 0,4 кВ с учетом потерь в сети 0,4 кВ	0,74	830,973	618,6	1035,95	
Мощность КУ в сети 0,4 кВ с учетом выполнения предельного tgφ			-400		2*АУКРМ-ЭМ 0,4-200-25
Итого на стороне 0,4 кВ с учетом КУ	0,26	830,973	218,6	859,25	2*ТМЗ-630/10
Потери в трансформаторах	Kз=0,68; Kпер=1,36	10,18	57,42	58,32	
Итого на стороне ВН 10 кВ с учетом выполнения предельного tgφ	0,33	841,153	276,02	885,28	

Как видно из таблицы 7.1, необходимо скомпенсировать величину реактивной мощности, поскольку коэффициент реактивной мощности 0,79 (на стороне 0,4 кВ с учетом потерь в сети 0,4 кВ) превышает предельный  $tgφ_{пред.эк.} = 0,4$ , то выбираем 2 конденсаторные установки АУКРМ-ЭМ-0,4-200-25, номинальной мощностью 200 кВАр.

С учетом КУ получаем полную мощность 859,25 кВА на КТПН. Номинальную мощность трансформаторов определим по условию [1]:

$$S_{ном.ТР} \geq \frac{S_p}{N \cdot K_3}, \quad (7.1)$$

$$S_{ном.ТР} \geq \frac{859,25}{2 \cdot 0,7} = 613,75 \text{ кВА.}$$

Ближайшая большая стандартная мощность трансформатора составляет 630 кВА. Выбираем 2хКТПН 630/6/0,4 кВ.

Коэффициент загрузки и коэффициент перегрузки трансформаторов соответственно:

$$K_{3.T} = \frac{S_p}{2 \cdot S_{тр.ном}}, \quad (7.2)$$

$$K_{3.T} = \frac{859,25}{2 \cdot 630} = 0,68 < 0,7;$$

$$K_{пер} = \frac{859,25}{630} = 1,36 < 1,4.$$

Потери мощности в трансформаторах 2хКТПН 630/6/0,4 кВ:

$$\Delta P_{тр} = n \cdot \Delta P_{xx} + \frac{\Delta P_{кз}}{n} \cdot \left( \frac{S_p}{S_{НОМ}} \right)^2, \quad (7.3)$$

$$\Delta Q_{тр} = n \cdot \frac{I_{xx} \cdot S_{НОМ}}{100} + \frac{u_{кз} \cdot S_p^2}{n \cdot 100 \cdot S_{НОМ}}, \quad (7.4)$$

$$\Delta P_{тр} = 2 \cdot 1,56 + \frac{7,6}{2} \cdot \left( \frac{859,25}{630} \right)^2 = 10,18 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_{тр} = 2 \cdot \frac{2 \cdot 630}{100} + \frac{5,5 \cdot 859,25^2}{2 \cdot 100 \cdot 630} = 57,42 \text{ кВар}.$$

$$\Delta S_{тр} = \sqrt{\Delta P_{тр}^2 + \Delta Q_{тр}^2} = \sqrt{10,18^2 + 57,42^2} = 58,32 \text{ кВА}.$$

Фактическая нагрузка трансформаторов с учетом распределения СП по секциям, и с учетом компенсации реактивной мощности с помощью КУ и освещения вычисляется посредством формы РТМ (приложение И).

Фактические коэффициенты загрузки:

$$K_{3.ТП1} = \frac{S_{1СШ}}{S_{H.T}} = \frac{|P_{p1} + j(Q_{p1} - Q_{KV})|}{S_{H.T}} = \frac{|411,78 + j(308,84 - 200)|}{630} = \frac{425,92}{630} = 0,68;$$

$$K_{3.ТП2} = \frac{S_{2СШ}}{S_{H.T}} = \frac{|P_{p2} + j(Q_{p2} - Q_{KV})|}{S_{H.T}} = \frac{|395,27 + j(310,32 - 200)|}{630} = \frac{410,38}{630} = 0,65.$$

Нагрузка на IV уровне электроснабжения:

$$P_{IV} = P_{III} + \Delta P_T; \quad (7.5)$$

$$Q_{IV} = Q_{III} - Q_{KV} + \Delta Q_T; \quad (7.6)$$

$$S_{IV} = \sqrt{P_{IV}^2 + Q_{IV}^2}. \quad (7.7)$$

$$P_{IV} = 830,973 + 10,18 = 841,153 \text{ кВт};$$

$$Q_{IV} = 618,6 - 400 + 57,42 = 276,02 \text{ кВар};$$

$$S_{IV} = \sqrt{841,153^2 + 276,02^2} = 885,28 \text{ кВА}.$$

$$I_p = \frac{S_{IV}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{885,28}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6} = 25,56 \text{ А.}$$

По нагрузке IV уровня выберем сечения КЛ 6 кВ, по формуле:

$$S_{эк} = \frac{I_p}{j_{эк}}, \quad (7.8)$$

$$S_{эк} = \frac{25,56}{1,4} = 18,3 \text{ мм}^2.$$

Выбираем 2 питающих кабеля типа АПвВнг-LS 3x25,  $U_{ном} = 6 \text{ кВ}$ ,  $I_{доп} = 90 \text{ А} > 2I_p = 2 \cdot 25,56 = 51,12 \text{ А}$ .

Потери напряжения в КЛ 6 кВ:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot l \cdot (r_{уд} \cdot \cos \varphi + x_{уд} \cdot \sin \varphi) \cdot 100\%}{U_{ном}}. \quad (7.9)$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 25,56 \cdot 1,8 \cdot (1,24 \cdot 0,95 + 0,099 \cdot 0,31) \cdot 100\%}{6000} = 1,61 \text{ \%}.$$

Вычислим нагрузку одной из двух ЭШП (ЭШП2, ЭШП3), печи в двух-фазном исполнении:

$$I_{р.ЭШП2,3} = \frac{S_{ЭШП2,3}}{U_{ном}} = \frac{2200}{6} = 370 \text{ А.}$$

Для каждой ЭШП (ЭШП2, ЭШП3) принимаем по два питающих кабеля 2хАПвВнг-LS 1x185,  $U_{ном} = 6 \text{ кВ}$ ,  $I_{доп} = 420 \text{ А} > I_p = 370 \text{ А}$ . Питание ЭШП осуществляется от РУ 6 кВ предприятия.

## 8 Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1000 В и выше

Расчет токов короткого замыкания производим с составления расчетной схемы (рисунок 9.1) и схемы ее замещения (рисунок 9.2).

Трансформаторную подстанцию 2хКТПН-630/6/0,4 питает линия, выполненная КЛ марки АПВВнг-LS 3х25 длиной 1,8 км каждая, поэтому сопротивления этой линии:

$$x_L = x_0 \ell_L = 0,099 \cdot 1,8 = 0,18 \text{ Ом.}$$

$$r_L = r_0 \ell_L = 1,24 \cdot 1,8 = 2,23 \text{ Ом.}$$

Сопротивления системы определим упрощенно по току отключения фидерного выключателя РП 6 кВ, от которого запитана 2хКТПН-630/6/0,4:

$$x_c = U_{\text{ср.ном}}^2 / S_c = 6,3^2 / 136,4 = 0,29 \text{ Ом,}$$

$$\text{где } S_c = \sqrt{3} \cdot I_{\text{ном откл.}} \cdot U_{\text{ср.ном}} = \sqrt{3} \cdot 12,5 \cdot 6,3 = 136,4 \text{ МВА.}$$

Ток КЗ в точке К1:

$$x_{\Sigma K1} = x_c = 0,29 \text{ Ом.}$$

$$I_{K1} = \frac{U_{\text{ср.ном}}}{\sqrt{3} \cdot x_{\Sigma K1}} = \frac{6,3}{\sqrt{3} \cdot 0,29} = 12,5 \text{ кА.}$$

$$i_{\text{ВД K1}} = \sqrt{2} \cdot k_{\text{ВД}} \cdot I_{K1}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 2 \cdot 12,5 = 36,8 \text{ кА.}$$

Ток КЗ в точке К2:

$$x_{\Sigma K2} = x_c + x_L = 0,29 + 0,18 = 0,47 \text{ Ом.}$$

$$r_{\Sigma K2} = r_L = 2,23 \text{ Ом.}$$

$$I_{K2} = \frac{U_{\text{ср.ном}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{x_{\Sigma K2}^2 + r_{\Sigma K2}^2}} = \frac{6,3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0,47^2 + 2,23^2}} = 1,6 \text{ кА.}$$

$$\frac{x_{\Sigma K3}}{r_{\Sigma K3}} = \frac{0,47}{2,23} < 1, K_{\text{уд}} = 1,0 \text{ [1].}$$

$$i_{\text{ВД K2}} = \sqrt{2} \cdot k_{\text{ВД}} \cdot I_{K2}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,0 \cdot 1,6 = 2,26 \text{ кА.}$$

Приведенное сопротивление системы:

$$x_c = \frac{U_{\text{ном}}^2}{S_c} \cdot \left( \frac{U_{\text{ср.к}}}{U_{\text{ср.ном}}} \right)^2 = \frac{6000^2}{136,4 \cdot 10^6} \cdot 10^3 \cdot \left( \frac{0,4}{6,3} \right)^2 = 1,06 \text{ мОм,}$$

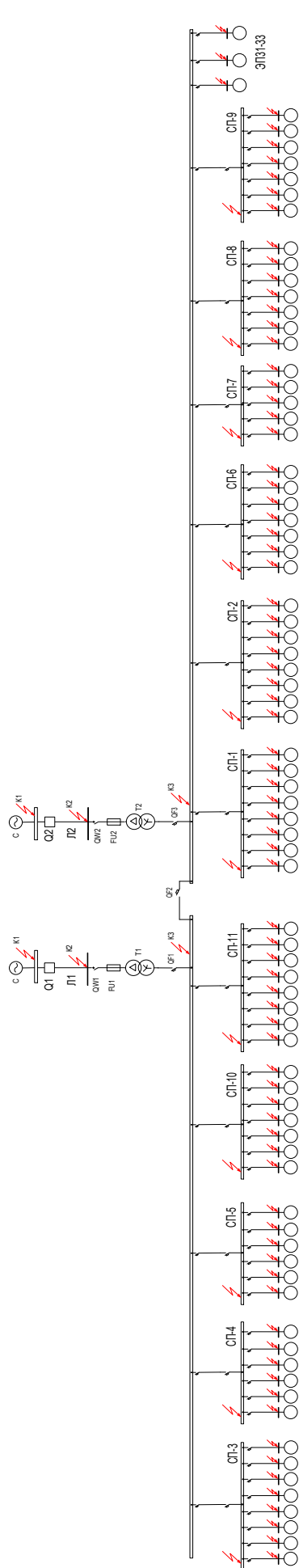


Рисунок 9.1 – Расчетная схема

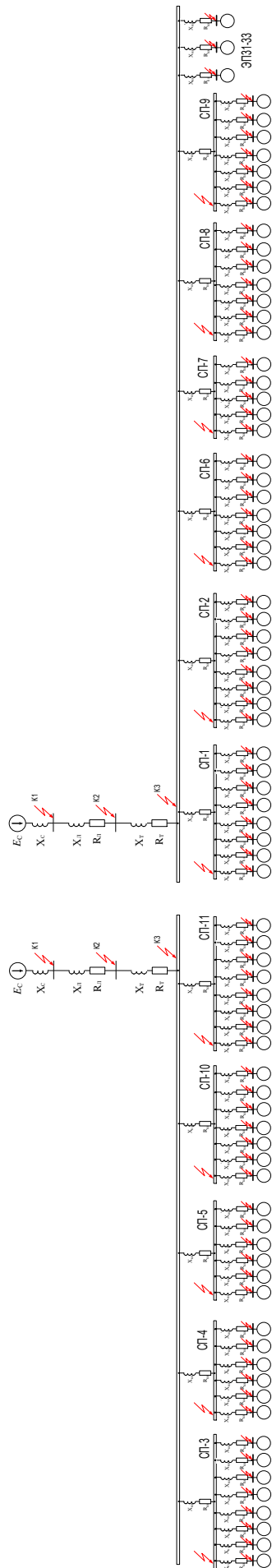


Рисунок 9.2 – Схема замещения

Приведенные сопротивления КЛ:

$$x_{Л} = x_{y\delta Л} \ell_{Л} \cdot \left( \frac{U_{\text{ср. к}}}{U_{\text{ср. ном}}} \right)^2 = 0,099 \cdot 1,8 \cdot 10^3 \cdot \left( \frac{0,4}{6,3} \right)^2 = 0,72 \text{ мОм.}$$

$$r_{Л} = r_{y\delta Л} \ell_{Л} \left( \frac{U_{\text{ср. к}}}{U_{\text{ср. ном}}} \right)^2 = 1,24 \cdot 1,8 \cdot 10^3 \cdot \left( \frac{0,4}{6,3} \right)^2 = 9 \text{ мОм.}$$

Сопротивления трансформатора:

$$r_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{к.з.}} \cdot U_{\text{ном.}}^2}{S_{\text{ном.тр.}}^2} \cdot 10^6;$$

$$x_{\text{тр}} = \sqrt{\left( \frac{U_{\text{к}}}{100} \right)^2 - \left( \frac{\Delta P_{\text{к.з.}}}{S_{\text{ном.тр.}}} \right)^2} \frac{U_{\text{ном.}}^2}{S_{\text{ном.тр.}}} \cdot 10^6.$$

$$r_{\text{тр}} = \frac{7,6 \cdot 0,4^2}{630^2} \cdot 10^6 = 3,06 \text{ мОм};$$

$$x_{\text{тр}} = \sqrt{\left( \frac{5,5}{100} \right)^2 - \left( \frac{7,6}{630} \right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{630} \cdot 10^6 = 13,63 \text{ мОм.}$$

Ток КЗ в точке К3:

$$x_{\Sigma К3} = x_{\text{с}} + x_{Л} + x_{\text{тр}} = 1,06 + 0,72 + 13,63 = 15,41 \text{ мОм.}$$

$$r_{\Sigma К3} = r_{\text{тр}} + r_{Л} + r_{\text{доб}} = 3,06 + 9 + 15 = 27,06 \text{ мОм.}$$

$$x_{\Sigma К3} / r_{\Sigma К3} < 1, K_{y\delta} = 1,0 \text{ [12].}$$

$$I_{К3} = \frac{U_{\text{ср. ном}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{x_{\Sigma К3}^2 + r_{\Sigma К3}^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{15,41^2 + 27,06^2}} = 7,42 \text{ кА.}$$

$$i_{\text{уд к3}} = \sqrt{2} \cdot k_{\text{уд}} \cdot I_{К3}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,0 \cdot 7,42 = 10,49 \text{ кА.}$$

Для остальных точек расчет аналогичен (таблица 8.1).



Таблица 8.1 – Расчет токов КЗ для остальных точек

Точка КЗ	Кабель между СП и электроприемником №:			Ri, мОм	Xi, мОм	L, м	го, Ом/км	хо, Ом/км	Rкл, мОм	Xкл, мОм	Rдоб., мОм	R, мОм	X, мОм	Z, мОм	Iкз, кА	Ky	iуд, кА
К4	СП-1	-	Шины НН КТПН	27,06	15,41	53	0,326	0,0602	17,278	3,191	20	64,338	18,601	66,973	3,448	1	4,876
К13	СП-2	-	Шины НН КТПН	27,06	15,41	41	0,129	0,0587	5,289	2,407	20	52,349	17,817	55,298	4,176	1	5,906
К22	СП-3	-	Шины НН КТПН	27,06	15,41	29	0,206	0,0596	5,974	1,728	20	53,034	17,138	55,734	4,144	1	5,861
К31	СП-4	-	Шины НН КТПН	27,06	15,41	17	0,129	0,0587	2,193	0,998	20	49,253	16,408	51,914	4,449	1	6,292
К38	СП-5	-	Шины НН КТПН	27,06	15,41	40	1,24	0,0662	49,600	2,648	20	96,660	18,058	98,332	2,349	1	3,322
К46	СП-6	-	Шины НН КТПН	27,06	15,41	43	0,62	0,0625	26,660	2,688	20	73,720	18,098	75,909	3,042	1	4,302
К54	СП-7	-	Шины НН КТПН	27,06	15,41	46	1,24	0,0662	57,040	3,045	20	104,100	18,455	105,723	2,184	1	3,089
К59	СП-8	-	Шины НН КТПН	27,06	15,41	52	3,1	0,073	161,200	3,796	20	208,260	19,206	209,144	1,104	1	1,561
К67	СП-9	-	Шины НН КТПН	27,06	15,41	64	1,24	0,0662	79,360	4,237	20	126,420	19,647	127,938	1,805	1	2,553
К75	СП-10	-	Шины НН КТПН	27,06	15,41	73	0,129	0,0587	9,417	4,285	20	56,477	19,695	59,813	3,861	1	5,460
К83	СП-11	-	Шины НН КТП	27,06	15,41	82	1,94	0,0675	159,080	5,535	20	206,140	20,945	207,201	1,115	1	1,577
К93	31	-	Шины НН КТП	47,06	15,41	56	0,26	0,0612	14,560	3,427	25	86,620	18,837	88,645	2,605	1	3,684
К94	32	-	Шины НН КТП	86,62	18,8372	56	0,26	0,0612	14,560	3,427	25	126,180	22,264	128,129	1,802	1	2,548
К95	33	-	Шины НН КТП	126,18	22,2644	14	0,74	0,0662	10,360	0,927	25	161,540	23,191	163,196	1,415	1	2,001

Расчет токов однофазного к.з. произведем по формуле:

$$I_{K3}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_T}{3} + Z_{II}},$$

Полное сопротивление петли «фазный - нулевой провод»:

$$Z_n = \sqrt{(R_{\phi} + R_D + R_H + R_{TT} + R_A)^2 + (X' + X'' + X_C + X_{TT} + X_A)^2},$$

Полное сопротивление трансформатора на КТПН (630 кВА):

$$Z_T = 129 \text{ мОм} = 0,129 \text{ Ом}.$$

Ток однофазного к.з. на шинах НН КТП:

$$I_{K3}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{Z_T / 3} = \frac{400 / \sqrt{3}}{0,129 / 3} = 5370,7 \text{ А}.$$

Полное сопротивление петли «фазный – нулевой провод» на участке от КТПН до СП-1:

$$Z_n = \sqrt{(53 \cdot 0,326 + 30 + 53 \cdot 0,326 + 0,15 + 0,74)^2 + (0,6 \cdot 53 + 1,06 + 0,21 + 0,36)^2} = 73,493 \text{ мОм}.$$

Ток однофазного КЗ в конце линии, питающей СП-1, точка К5:

$$I_{K35}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{Z_T / 3 + Z_{II}} = \frac{400 / \sqrt{3}}{0,129 / 3 + 0,073493} = 1982,4 \text{ А}.$$

Дальнейший расчет оформим в виде таблицы с аналогичными расчетами (приложение К).

## 9 Проверка защитных аппаратов 6 кВ - 0,4 кВ

На основании рассчитанных токов трехфазного и однофазного КЗ проверим автоматы на соответствие следующим условиям (приложение Л,М):

– на отключающую способность:

$$I_{\text{откл,ном}} \geq I_{\text{кз,мах}} \cdot \quad (9.1)$$

– на чувствительность к однофазным к.з.

$$\frac{I_{\text{кз}}^{(1)}}{I_{\text{рц,ном}}} \geq 3. \quad (9.2)$$

Условия проверки выключателя нагрузки [3, 4]:

$$\begin{aligned}U_{ном} &\geq U_{ном.сети}; \\I_{ном.} &\geq I_{раб.мах.}; \\i_{ном.дин.} &\geq i_{уд.}; \\I_{у.доп.} &\geq I_{КЗ.мах.}; \\I_t^2 \cdot t_{пр} &\geq I_{КЗ.мах}^2 \cdot t,\end{aligned}\tag{9.3}$$

В КТПН установлены выключатели нагрузки типа ВНП-М1-6-У3 [11].  
Каталожные данные:

$$U_{ном} = 6кВ, I_{ном} = 630А, i_{ном.дин.} = 80кА, I_t = 52кА, t_{пр} = 1с.$$

Условия проверки:

$$\begin{aligned}6кВ &= 6кВ; \\630А &> 28,82А; \\80кА &> 36,8кА; \\52кА &> 12,5кА; \\52^2 \cdot 1 &> 12,5^2 \cdot 2 \quad \text{или} \quad 2704 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} > 312,5 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}.\end{aligned}$$

Имеющийся выключатель нагрузки удовлетворяет всем требованиям.  
Проверим установленный на КТПН предохранитель из условий [3, 4]:

$$\begin{aligned}U_{ном.пр.} &\geq U_{ном.сети}; \\I_{откл.ном.пр.} &\geq I_{КЗ.мах.}; \\I_{ном.пр.} &\geq I_{раб.мах.}; \\I_{ном.вст.} &\geq I_{раб.мах.},\end{aligned}\tag{9.4}$$

В КТП установлены предохранители ПКТ-103-6-40-12,5-У3 [11]

$$\begin{aligned}6кВ &= 6кВ; \\12,5кА &\geq 12,5кА; \\40А &> 28,82А; \\32А &> 28,82А.\end{aligned}$$

Имеющийся предохранитель отвечает всем требованиям.

Проверка выключателя на 6 кВ (ВВ/TEL-6-12,5/630У2), установленного в начале линии для питания КТП.

Каталожные данные:

$$U_{ном} = 6кВ, I_{ном} = 630А, i_{ном.дин.} = 50кА, I_t = 12,5кА, t_{пр} = 3 с.$$

Условия проверки:

$$6кВ = 6кВ;$$

$$630А > 28,82А;$$

$$50кА > 36,8кА;$$

$$12,5кА \geq 12,5кА;$$

$$12,5^2 \cdot 1 > 12,5^2 \cdot 1 \quad \text{или} \quad 156,25 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} \geq 156,25 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}.$$

Выбранный выключатель удовлетворяет всем требованиям.

Проверка выключателя на 6 кВ (ВВ/TEL-6-12,5/630У2), установленного в начале линии для питания ЭСП.

Каталожные данные:

$$U_{ном} = 6кВ, I_{ном} = 630А, i_{ном.дин.} = 50кА, I_t = 12,5кА, t_{пр} = 3 с.$$

Условия проверки:

$$6кВ = 6кВ;$$

$$630А > 370А;$$

$$50кА > 36,8кА;$$

$$12,5кА \geq 12,5кА;$$

$$12,5^2 \cdot 1 > 12,5^2 \cdot 1 \quad \text{или} \quad 156,25 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} \geq 156,25 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}.$$

Выбранный выключатель, установленный в начале линии для питания ЭСП, удовлетворяет всем требованиям.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы на тему «Реконструкция систем электроснабжения ООО «НПО ЛССС»» были проведены исследования, направленные на оценку текущего состояния электроснабжения предприятия и разработку мероприятий по его совершенствованию. Целью работы было не только повышение надежности и эффективности электроснабжения предприятия, но и расширение производственной мощности за счет запуска третьей очереди оборудования. Это стратегически важное направление развития, которое позволит предприятию значительно увеличить производственные возможности, расширить ассортимент выпускаемой продукции и улучшить позиции на рынке.

Реализация задачи по запуску третьей очереди оборудования требует не только модернизации систем электроснабжения, но и анализа производственных потребностей предприятия, разработки новых технологических процессов и обеспечения эффективного взаимодействия между различными производственными блоками.

План по расширению производства представляет собой долгосрочное стратегическое вложение в развитие предприятия, которое должно учитывать как технические аспекты, так и финансовые возможности компании. Успешное осуществление запуска третьей очереди оборудования приведет к увеличению объемов производства, росту прибыли и укреплению позиций ООО "НПО ЛССС" на рынке.

Таким образом, совместное развитие систем электроснабжения и запуск третьей очереди оборудования являются ключевыми стратегическими шагами для достижения поставленных целей по повышению эффективности и расширению производства на предприятии.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Герасименко А. А., Федин В. Т. Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие – Ростов-н/Д.: Феникс; Красноярск: Издательские проекты, 2016. – 341 с.
2. Конюхова, Е. А. Электроснабжение : учебник / Е.А. Конюхова. – Электрон. дан. – М. : Издательский дом МЭИ, 2014. – 510 с.
3. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий : Учебное пособие / Э.А. Киреева. - М.: КноРус, 2015. – 368 с.
4. Кудрин, Б. И. Электроснабжение : учебник для использования в образовательном процессе образовательных учреждений, реализующих программы высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата), профиль (направленность) "Электроснабжение" / Б. И. Кудрин, Б. В. Жилин, М. Г. Ошурков. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2018. – 382 с.
5. НТП ЭПП-94. Нормы технологического проектирования. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. – М.: АО ОТК ЗВНИ ПКИ Тяжпромэлектропроект, 1994 (1-я редакция). – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/9/9633/> (дата обращения 08.06.2024).
6. Пособие к «Указаниям по расчету электрических нагрузок». – М.: Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский институт Тяжпромэлектропроект, 1993 (2-я редакция). – URL: <https://gostinform.ru/other-dokumenty/posobie-obj48368.html> (дата обращения 08.06.2024).
7. Правила устройства электроустановок. – 7-е издание. - СПб.: Издательство ДЕАН, 2013. – 701 с.
8. РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования ; дата введ. 23.03.1998. – М.: Издательство МЭИ, 1998. – 131 с. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200031256> (дата обращения 08.06.2024).
9. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок ; дата введ. 01.01.1993. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 1994. – 27 с. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032239> (дата обращения 08.06.2024).
10. Кнорринг, Г. М. Справочник для проектирования электрического освещения. - 6-е изд., перераб. - Ленинград : Энергия. Ленингр. отд-ние, 1968. - 391 с. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032239> (дата обращения 08.06.2024).
11. Киреева, Э. А. Полный справочник по электрооборудованию и электротехнике : (с примерами расчетов) / Э. А. Киреева, С. Н. Шерстнев. - 3-е изд., стер. - Москва : КноРус, 2016. – 862 с.
12. Федоров, А. А. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий / А. А. Федоров, Л. Е. Старкова. – М. : Энергоаомоиздат, 1987. – 368 с. – URL: <http://www.electrolibrary.info/books/fedorov.htm> (дата обращения 08.06.2024).

13. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение : Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 08.06.2024).
14. Электродвигатели АИР : сайт / Справочная система. – URL: <http://electronpro.ru/production> (дата обращения 08.06.2024).
15. Светотехническая продукция : сайт / Компания «Навигатор». – URL: [www.navigator-light.ru](http://www.navigator-light.ru) (дата обращения 08.06.2024).
16. ГОСТ 31996-2012. Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200102744> (дата обращения 08.06.2024).
17. Пункты распределительные низковольтные: сайт / Каталог. – URL: <https://darsteel.ru/products/punkty-raspredelitelnye/> (дата обращения 08.06.2024).
18. Кабели с пластмассовой изоляцией (алюминиевые и медные): сайт / Каталог. – URL: <https://elmarts.ru/catalog/> (дата обращения 08.06.2024).
19. Автоматические выключатели : сайт / Каталог. – URL: [https://granteksvet.ru/catalog/avtomaticheskij\\_vyklyuchatel.php](https://granteksvet.ru/catalog/avtomaticheskij_vyklyuchatel.php) (дата обращения 08.06.2024).
20. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение: Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: РадиоСофт, 2015. – 328 с.
21. Хромченко, Г. Е. Проектирование кабельных сетей и проводок / Г. Е. Хромченко, П.И. Анастасиев, Е.З. Бранзбург, А.В. Коляда. – М.: Энергия, 2018. – 397 с.
22. Электротехнический справочник. Том 1. - М.: РадиоСофт, 2014. – 480 с.
23. Электрооборудование: справочник / под общ. ред. А.Р. Минеева. – М.: Академия, 2022. – 432 с.
24. Электротехнический справочник: в 4 т. Т.1./ под общ. ред. В.Г. Герасимова [и др.]. – М.: Изд. дом МЭИ, - 2016. – 738 с.
25. Электротехнический справочник: в 4 т. Т.2./ под общ. ред. В.Г. Герасимова [и др.] – М.: Изд. дом МЭИ. - 2016. – 696 с.



## Приложение А

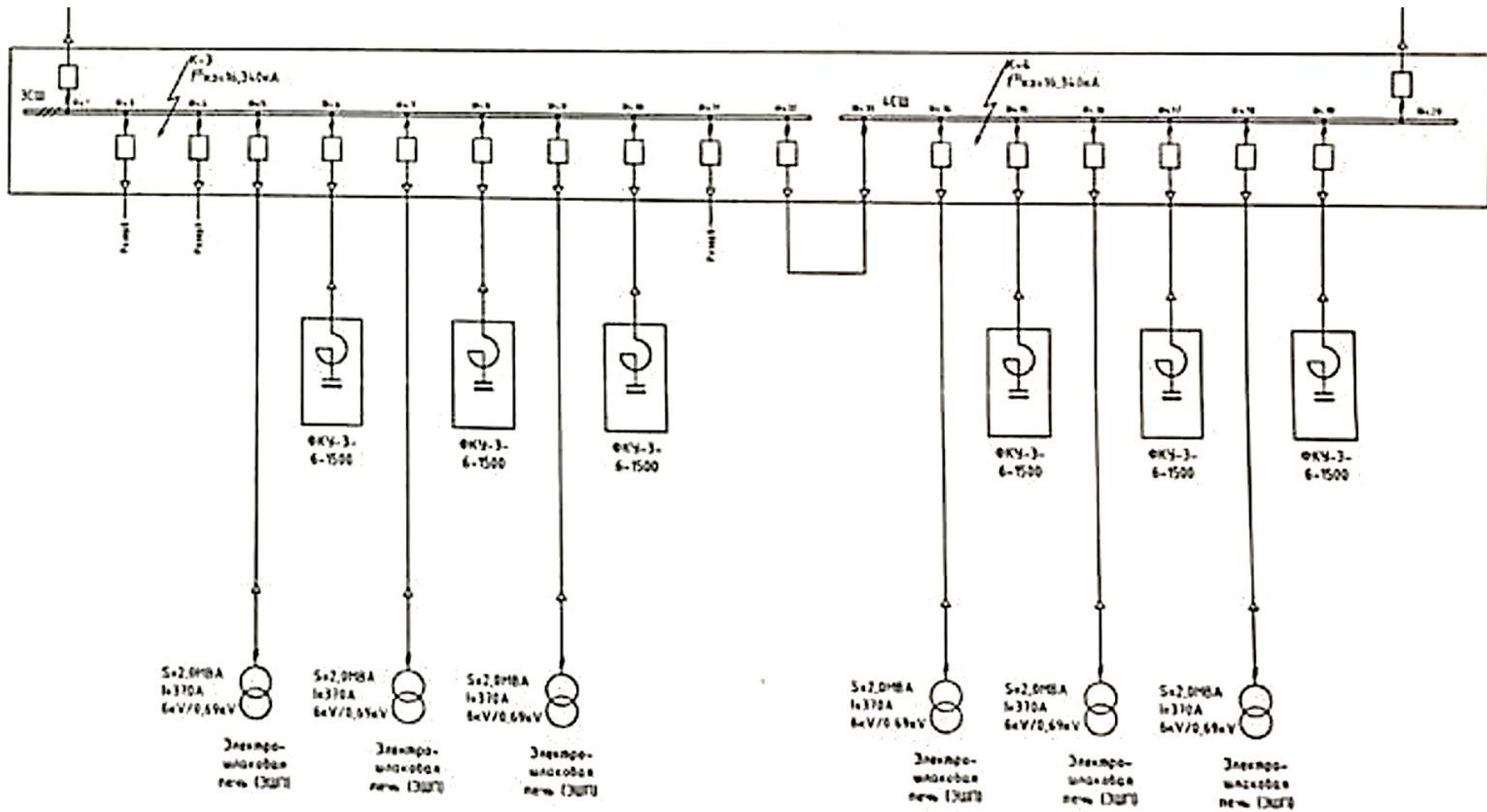


Рисунок – Схема электроснабжения предприятия ООО «НПО  
Лаборатория специальных сталей и сплавов» (3СШ и 4СШ)

## Приложение Б

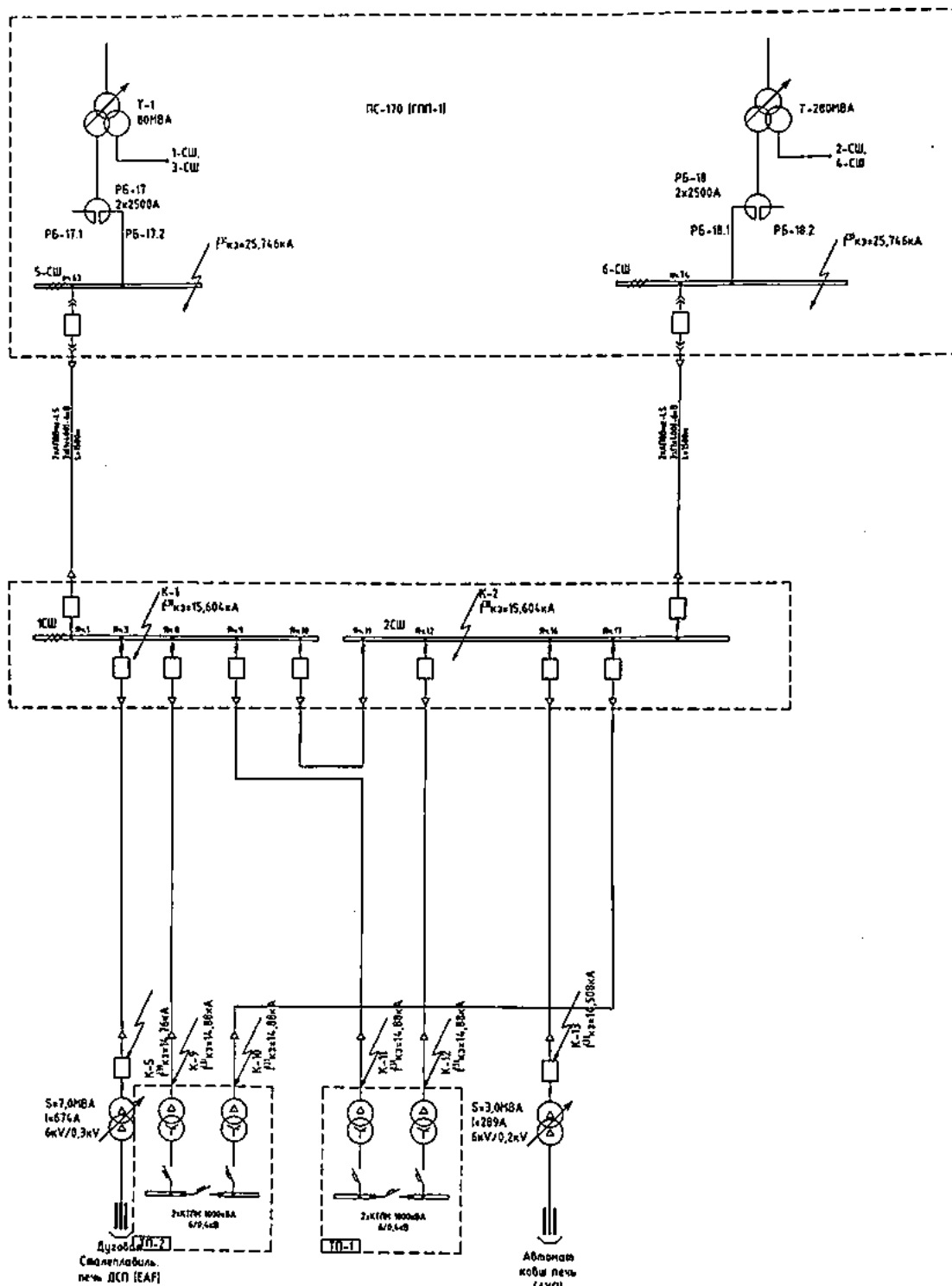


Рисунок – Схема электроснабжения предприятия ООО «НПО  
Лаборатория специальных сталей и сплавов» (1СШ и 2СШ)

## Приложение В

Таблица – Необходимые для расчета параметры низковольтных электроприемников

№	Наименование ЭП	$P_{уст}$ кВт	ПВ, %	Ки	cosφ
1	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП2	32,15	100	0,75	0,8
2	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП2	32,15	100	0,75	0,8
3	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	23,4	100	0,75	0,8
4	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	23,4	100	0,75	0,8
5	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	23,4	100	0,75	0,8
6	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	23,4	100	0,75	0,8
7	Механизм колонны ЭШП2	14	100	0,3	0,7
8	Механизм каретки ЭШП2	14	100	0,3	0,7
9	Насос гидравлики ЭШП2	12	100	0,6	0,8
10	Насос гидравлики ЭШП2	12	100	0,6	0,8
11	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП3	32,15	100	0,75	0,8
12	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП3	32,15	100	0,75	0,8
13	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	23,4	100	0,75	0,8
14	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	23,4	100	0,75	0,8
15	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	23,4	100	0,75	0,8
16	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	23,4	100	0,75	0,8
17	Механизм колонны ЭШП3	14	100	0,3	0,7
18	Механизм каретки ЭШП3	14	100	0,3	0,7
19	Насос гидравлики ЭШП3	12	100	0,6	0,8
20	Насос гидравлики ЭШП3	12	100	0,6	0,8
21	Термопечь ТП3	40	100	0,7	0,95
22	Дугевой вентилятор ТП3	37	100	0,6	0,8
23	Дымосос ТП3	29,5	100	0,65	0,8
24	Вентилятор-рекуператор ТП3	37	100	0,6	0,8
25	Вентилятор для охлаждения выпускных газов ТП3	37	100	0,6	0,8
26	Термопечь ТП4	40	100	0,7	0,95
27	Дугевой вентилятор ТП4	37	100	0,6	0,8
28	Дымосос ТП4	29,5	100	0,65	0,8
29	Вентилятор-рекуператор ТП4	37	100	0,6	0,8
30	Вентилятор для охлаждения выпускных газов ТП4	37	100	0,6	0,8
31	Кран мостовой 2-3	86	40	0,1	0,5
32	Кран мостовой 2-4	86	40	0,1	0,5
33	Кран мостовой 3-1	40	40	0,1	0,5
34	Перемещение тележки промковша, двигатель №1	1,5	100	0,3	0,7
35	Перемещение тележки промковша, двигатель №2	1,5	100	0,3	0,7
36	Перемещение тележки промковша, тормоз №1	0,2	40	0,3	0,6
37	Перемещение тележки промковша, тормоз №2	0,2	40	0,3	0,6
38	Пароотсос	45	100	0,7	0,8
39	Подъемник заготовок	4	100	0,3	0,7
40	Тормоз подъемника заготовок	0,3	40	0,3	0,6
41	Вентилятор	0,1	100	0,6	0,8
42	Подъемник ЭМП в зоне окончания затвердевания	3	100	0,3	0,7
43	Тормоз подъемника ЭМП	0,1	40	0,3	0,6
44	Вентилятор подъемника ЭМП	0,16	100	0,6	0,8
45	Насос подъемника ЭМП	0,7	100	0,75	0,8
46	Передаточный рольганг, секция 1	12	100	0,5	0,75
47	Тормоз рольганга секции 1	0,2	40	0,3	0,6
48	Передаточный рольганг, секция 2	21	100	0,5	0,75
49	Тормоз рольганга секции 2	0,2	40	0,3	0,6
50	Передаточный рольганг, секция 3	24	100	0,5	0,75

## Окончание приложения В

№	Наименование ЭП	Р <sub>учг</sub> кВт	ПВ, %	Ки	cosφ
51	Тормоз рольганга секции 3	0,2	40	0,3	0,6
52	Насос №1 центральной гидравлической станции	7,5	100	0,75	0,8
53	Насос №2 центральной гидравлической станции	7,5	100	0,75	0,8
54	Нагреватель масла центральной гидравлической станции	4	100	0,7	0,95
55	Насос №1 главной силовой гидравлической установки	75	100	0,75	0,8
56	Насос №2 главной силовой гидравлической установки	75	100	0,75	0,8
57	Насос №3 механизма качания главной силовой гидравлической установки	45	100	0,75	0,8
58	Центральная смазка №1	0,75	100	0,75	0,8
59	Центральная смазка №2	0,75	100	0,75	0,8
60	Насос №1 воды с окалиной	2,3	100	0,75	0,8
61	Насос №2 воды с окалиной	2,3	100	0,75	0,8
62	Насос №1 станции охлаждения ЭМП в кристаллизаторе	18,5	100	0,75	0,8
63	Насос №2 станции охлаждения ЭМП в кристаллизаторе	18,5	100	0,75	0,8
64	Водонагреватель	8	100	0,7	0,95
65	Стоппер	1,85	100	0,3	0,7
66	Кантователь кристаллизатора	1,5	100	0,5	0,75
67	Индукционный нагреватель промковша	15	100	0,75	0,35
68	Преднагрев промковша	10	100	0,7	0,95
69	Стенд сушки промковша	10	100	0,7	0,95
70	Станция подогрева разливных стаканов	1,5	100	0,7	0,95
71	Станция кантования промковша	15	100	0,5	0,75
72	Передаточная тележка	10	100	0,5	0,75
73	Машина газовой резки	7,5	100	0,4	0,8
74	Маркировочная машина	7,5	100	0,4	0,8
75	Испытательный стенд №1 для стопоров	2,5	100	0,3	0,7
76	Испытательный стенд №2 для стопоров	2,5	100	0,3	0,7
77	Кантователь роликовых секций	7,5	100	0,5	0,75
78	Манипулятор	1,5	100	0,3	0,7
79	Шиберный затвор стальковша	1,5	100	0,3	0,7
80	Передаточная тележка	10	100	0,5	0,75
	ИТОГО	1477,6			

Приложение Г

Таблица – Расчет нагрузок на шинах 0,4 кВ КТПН на третьем уровне системы электроснабжения

Исходные данные		Расчетные величины						Рассчитанная мощность	Ip, А										
		по заданию технологов			по справочным данным					n <sub>с</sub>	Kp	Pr, кВт	Qp, кВар	Sp, кВА					
		Рном, кВт	Ki	cosφ	tgφ	KнPн, кВт	KнPн tgφ, кВар								np <sup>2</sup> <sub>н</sub>				
Наименование ЭП	Количество ЭП.	Одного ЭП p <sub>н</sub>						Общая P <sub>н</sub> =np <sub>н</sub>	1	2	3	4	5	6		7	8	9	10
1	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП2	1	34,95	34,95	0,75	0,8	0,75	26,21	19,66	1221,50									
2	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП2	1	34,95	34,95	0,75	0,8	0,75	26,21	19,66	1221,50									
3	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00									
4	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00									
5	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00									

Продолжение приложения Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00				
7	Механизм колонны ЭШП2	1	15,56	15,56	0,3	0,7	1,02	4,67	4,76	242,11				
8	Механизм каретки ЭШП2	1	15,56	15,56	0,3	0,7	1,02	4,67	4,76	242,11				
9	Насос гидравлики ЭШП2	1	13,48	13,48	0,6	0,8	0,75	8,09	6,07	181,71				
10	Насос гидравлики ЭШП2	1	13,48	13,48	0,6	0,8	0,75	8,09	6,07	181,71				
11	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП3	1	34,95	34,95	0,75	0,8	0,75	26,21	19,66	1221,50				
12	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП3	1	34,95	34,95	0,75	0,8	0,75	26,21	19,66	1221,50				
13	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00				
14	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00				
15	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00				

Продолжение приложения Г

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШПЗ	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00					
17	Механизм колонны ЭШПЗ	1	15,56	15,56	0,3	0,7	1,02	4,67	4,76	242,11					
18	Механизм каретки ЭШПЗ	1	15,56	15,56	0,3	0,7	1,02	4,67	4,76	242,11					
19	Насос гидравлики ЭШПЗ	1	13,48	13,48	0,6	0,8	0,75	8,09	6,07	181,71					
20	Насос гидравлики ЭШПЗ	1	13,48	13,48	0,6	0,8	0,75	8,09	6,07	181,71					
21	Термопечь ТПЗ	1	40	40	0,7	0,95	0,33	28	9,24	1600,00					
22	Дутьевой вентилятор ТПЗ	1	40,22	40,22	0,6	0,8	0,75	24,13	18,1	1617,65					
23	Дымосос ТПЗ	1	32,07	32,07	0,65	0,8	0,75	20,85	15,64	1028,48					
24	Вентилятор-рекуператор ТПЗ	1	40,22	40,22	0,6	0,8	0,75	24,13	18,1	1617,65					
25	Вентилятор для охлаждения выпускных газов ТПЗ	1	40,22	40,22	0,6	0,8	0,75	24,13	18,1	1617,65					
26	Термопечь ТП4	1	40	40	0,7	0,95	0,33	28	9,24	1600,00					
27	Дутьевой вентилятор ТП4	1	40,22	40,22	0,6	0,8	0,75	24,13	18,1	1617,65					
28	Дымосос ТП4	1	32,07	32,07	0,65	0,8	0,75	20,85	15,64	1028,48					
29	Вентилятор-рекуператор ТП4	1	40,22	40,22	0,6	0,8	0,75	24,13	18,1	1617,65					

Продолжение приложения Г

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30	Вентилятор для охлаждения выпускных газов ТП4	1	40,22	40,22	0,6	0,8	0,75	24,13	18,1	1617,65					
31	Кран мостовой 2-3	1	97,73	97,73	0,1	0,5	1,73	9,77	16,9	9551,15					
32	Кран мостовой 2-4	1	97,73	97,73	0,1	0,5	1,73	9,77	16,9	9551,15					
33	Кран мостовой 3-1	1	45,45	45,45	0,1	0,5	1,73	4,55	7,87	2065,70					
34	Перемещение тележки промковша, двигатель №1	1	1,85	1,85	0,3	0,7	1,02	0,56	0,57	3,42					
35	Перемещение тележки промковша, двигатель №2	1	1,85	1,85	0,3	0,7	1,02	0,56	0,57	3,42					
36	Перемещение тележки промковша, тормоз №1	1	0,2	0,2	0,3	0,6	1,33	0,06	0,08	0,04					
37	Перемещение тележки промковша, тормоз №2	1	0,2	0,2	0,3	0,6	1,33	0,06	0,08	0,04					
38	Пароотсос	1	48,39	48,39	0,7	0,8	0,75	33,87	25,4	2341,59					
39	Подъемник заготовок	1	4,65	4,65	0,3	0,7	1,02	1,4	1,43	21,62					
40	Тормоз подъемника заготовок	1	0,3	0,3	0,3	0,6	1,33	0,09	0,12	0,09					
41	Вентилятор	1	0,15	0,15	0,6	0,8	0,75	0,09	0,07	0,02					



Продолжение приложения Г

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
42	Подъемник ЭМП в зоне окончания за-твердевания	1	3,53	3,53	0,3	0,7	1,02	1,06	1,08	12,46					
43	Тормоз подъем-ника ЭМП	1	0,1	0,1	0,3	0,6	1,33	0,03	0,04	0,01					
44	Вентилятор подъемника ЭМП	1	0,24	0,24	0,6	0,8	0,75	0,14	0,11	0,06					
45	Насос подъем-ника ЭМП	1	0,91	0,91	0,75	0,8	0,75	0,68	0,51	0,83					
46	Передаточный рольганг, секция 1	1	13,48	13,48	0,5	0,75	0,88	6,74	5,93	181,71					
47	Тормоз роль-ганга секции 1	1	0,2	0,2	0,3	0,6	1,33	0,06	0,08	0,04					
48	Передаточный рольганг, секция 2	1	23,33	23,33	0,5	0,75	0,88	11,67	10,27	544,29					
49	Тормоз роль-ганга секции 2	1	0,2	0,2	0,3	0,6	1,33	0,06	0,08	0,04					
50	Передаточный рольганг, секция 3	1	26,67	26,67	0,5	0,75	0,88	13,34	11,74	711,29					
51	Тормоз роль-ганга секции 3	1	0,2	0,2	0,3	0,6	1,33	0,06	0,08	0,04					
52	Насос №1 цен-тральной гид-равлической станции	1	8,52	8,52	0,75	0,8	0,75	6,39	4,79	72,59					
53	Насос №2 цен-тральной гид-равлической станции	1	8,52	8,52	0,75	0,8	0,75	6,39	4,79	72,59					

Продолжение приложения Г

	1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	13	14	15
54	Нагреватель масла центральной гидравлической станции	1	4	4	0,7	0,95	0,33	2,8	0,92	16,00						
55	Насос №1 главной силовой гидравлической установки	1	80,65	80,65	0,75	0,8	0,75	60,49	45,37	6504,42						
56	Насос №2 главной силовой гидравлической установки	1	80,65	80,65	0,75	0,8	0,75	60,49	45,37	6504,42						
57	Насос №3 механизма качания главной силовой гидравлической установки	1	48,39	48,39	0,75	0,8	0,75	36,29	27,22	2341,59						
58	Центральная смазка №1	1	0,97	0,97	0,75	0,8	0,75	0,73	0,55	0,94						
59	Центральная смазка №2	1	0,97	0,97	0,75	0,8	0,75	0,73	0,55	0,94						
60	Насос №1 воды с окалиной	1	2,77	2,77	0,75	0,8	0,75	2,08	1,56	7,67						
61	Насос №2 воды с окалиной	1	2,77	2,77	0,75	0,8	0,75	2,08	1,56	7,67						
62	Насос №1 станции охлаждения ЭМП в кристаллизаторе	1	20,56	20,56	0,75	0,8	0,75	15,42	11,57	422,71						

Продолжение приложения Г

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
63	Насос №2 станции охлаждения ЭМП в кристаллизаторе	1	20,56	20,56	0,75	0,8	0,75	15,42	11,57	422,71					
64	Водонагреватель	1	8	8	0,7	0,95	0,33	5,6	1,85	64,00					
65	Стоппер	1	2,23	2,23	0,3	0,7	1,02	0,67	0,68	4,97					
66	Кантователь кристаллизатора	1	1,85	1,85	0,5	0,75	0,88	0,93	0,82	3,42					
67	Индукционный нагреватель промковша	1	15	15	0,75	0,35	2,68	11,25	30,15	225,00					
68	Преднагрев промковша	1	10	10	0,7	0,95	0,33	7	2,31	100,00					
69	Стенд сушки промковша	1	10	10	0,7	0,95	0,33	7	2,31	100,00					
70	Станция подогрева разливаемых стаканов	1	1,5	1,5	0,7	0,95	0,33	1,05	0,35	2,25					
71	Станция кантования промковша	1	16,67	16,67	0,5	0,75	0,88	8,34	7,34	277,89					
72	Передаточная тележка	1	11,24	11,24	0,5	0,75	0,88	5,62	4,95	126,34					
73	Машина газовой резки	1	8,52	8,52	0,4	0,8	0,75	3,41	2,56	72,59					
74	Маркировочная машина	1	8,52	8,52	0,4	0,8	0,75	3,41	2,56	72,59					

Окончание приложения Г

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
75	Испытательный стенд №1 для стопоров	1	2,94	2,94	0,3	0,7	1,02	0,88	0,9	8,64						
76	Испытательный стенд №2 для стопоров	1	2,94	2,94	0,3	0,7	1,02	0,88	0,9	8,64						
77	Кантователь роликовых секций	1	8,52	8,52	0,5	0,75	0,88	4,26	3,75	72,59						
78	Манипулятор	1	1,85	1,85	0,3	0,7	1,02	0,56	0,57	3,42						
79	Шиберный затвор стальной	1	1,85	1,85	0,3	0,7	1,02	0,56	0,57	3,42						
80	Передаточная тележка	1	11,24	11,24	0,5	0,75	0,88	5,62	4,95	126,34						
	<b>ИТОГО СИЛОВАЯ НАГРУЗКА</b>	80		1618,98	0,57	0,79	0,78	922,82	720,61	69587,58	38	0,85	784,4	611,83	994,8	1511,44
	<b>ОСВЕЩЕНИЕ</b>											20,52	6,77	21,61	32,83	
	<b>ВСЕГО</b>											804,92	618,6	1015,17	1542,39	

Приложение Д

Таблица – Расчет нагрузок по силовым сборкам второго уровня системы электроснабжения

Исходные данные															
по заданию технологов				по справочным данным			Расчетные величины			η	Кр	Расчетная мощность			Iр, А
Наименование ЭП	Количество Э.П.	Рном, кВт		Ки	cosφ	tgφ	КиРн, кВт	КиРн tgφ, кВар	пр <sup>2</sup> н			Рр, кВт	Qр, кВар	Sp, кВА	
		Одного ЭП Рн	Общая Рн=пРн												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
<b>СП-1</b>															
1	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП2	1	34,95	34,95	0,75	0,8	0,75	26,21	19,66	1221,50					
3	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00					
4	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00					
5	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00					
7	Механизм колонны ЭШП2	1	15,56	15,56	0,3	0,7	1,02	4,67	4,76	242,11					

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
8	Механизм каретки ЭШП2	1	15,56	15,56	0,3	0,7	1,02	4,67	4,76	242,11						
9	Насос гидравлики ЭШП2	1	13,48	13,48	0,6	0,8	0,75	8,09	6,07	181,71						
10	Насос гидравлики ЭШП2	1	13,48	13,48	0,6	0,8	0,75	8,09	6,07	181,71						
	<b>ИТОГО</b>	8		171,03	0,64	0,79	0,77	110,23	85,21	4097,15	7	1,02	112,43	93,73	146,38	222,4
	<b>СП-2</b>															
2	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП2	1	34,95	34,95	0,75	0,8	0,75	26,21	19,66	1221,50						
6	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00						
11	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП3	1	34,95	34,95	0,75	0,8	0,75	26,21	19,66	1221,50						
13	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00						
14	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00						
15	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00						
16	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	1	26	26	0,75	0,8	0,75	19,5	14,63	676,00						

Продолжение приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
12	Насос внешнего контура охлаждения ЭШПЗ	1	34,95	34,95	0,75	0,8	0,75	26,21	19,66	1221,50						
	<b>ИТОГО</b>	8		234,85	0,75	0,8	0,75	176,13	132,13	7044,51	8	1	176,13	145,34	228,35	346,94
	<b>СП-3</b>															
17	Механизм колонны ЭШПЗ	1	15,56	15,56	0,3	0,7	1,02	4,67	4,76	242,11						
18	Механизм каретки ЭШПЗ	1	15,56	15,56	0,3	0,7	1,02	4,67	4,76	242,11						
19	Насос гидравлики ЭШПЗ	1	13,48	13,48	0,6	0,8	0,75	8,09	6,07	181,71						
20	Насос гидравлики ЭШПЗ	1	13,48	13,48	0,6	0,8	0,75	8,09	6,07	181,71						
21	Термопечь ТПЗ	1	40	40	0,7	0,95	0,33	28	9,24	1600,00						
22	Дутьевой вентилятор ТПЗ	1	40,22	40,22	0,6	0,8	0,75	24,13	18,1	1617,65						
23	Дымосос ТПЗ	1	32,07	32,07	0,65	0,8	0,75	20,85	15,64	1028,48						
27	Дутьевой вентилятор ТП4	1	40,22	40,22	0,6	0,8	0,75	24,13	18,1	1617,65						
	<b>ИТОГО</b>	8		210,59	0,58	0,83	0,67	122,63	82,74	6711,43	7	1,04	127,54	91,01	156,68	238,05
	<b>СП-4</b>															
24	Вентилятор-рекуператор ТПЗ	1	40,22	40,22	0,6	0,8	0,75	24,13	18,1	1617,65						
25	Вентилятор для охлаждения выпускных газов ТПЗ	1	40,22	40,22	0,6	0,8	0,75	24,13	18,1	1617,65						
26	Термопечь ТП4	1	40	40	0,7	0,95	0,33	28	9,24	1600,00						
28	Дымосос ТП4	1	32,07	32,07	0,65	0,8	0,75	20,85	15,64	1028,48						
29	Вентилятор-рекуператор ТП4	1	40,22	40,22	0,6	0,8	0,75	24,13	18,1	1617,65						
30	Вентилятор для охлаждения выпускных газов ТП4	1	40,22	40,22	0,6	0,8	0,75	24,13	18,1	1617,65						
	<b>ИТОГО</b>	6		232,95	0,62	0,83	0,67	145,37	97,28	9099,08	6	1,05	152,64	107,01	186,41	283,22

Продолжение приложения Д

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	<b>СП-5</b>															
34	Перемещение тележки промковша, двигатель №1	1	1,85	1,85	0,3	0,7	1,02	0,56	0,57	3,42						
35	Перемещение тележки промковша, двигатель №2	1	1,85	1,85	0,3	0,7	1,02	0,56	0,57	3,42						
36	Перемещение тележки промковша, тормоз №1	1	0,2	0,2	0,3	0,6	1,33	0,06	0,08	0,04						
37	Перемещение тележки промковша, тормоз №2	1	0,2	0,2	0,3	0,6	1,33	0,06	0,08	0,04						
66	Кантователь кристаллизатора	1	1,85	1,85	0,5	0,75	0,88	0,93	0,82	3,42						
67	Индукционный нагреватель промковша	1	15	15	0,75	0,35	2,68	11,25	30,15	225,00						
68	Преднагрев промковша	1	10	10	0,7	0,95	0,33	7	2,31	100,00						
	<b>ИТОГО</b>	7		30,95	0,66	0,51	1,69	20,42	34,58	335,35	3	1,17	23,89	38,04	44,92	68,25
	<b>СП-6</b>															
38	Пароотсос	1	48,39	48,39	0,7	0,8	0,75	33,87	25,4	2341,59						
39	Подъемник заготовок	1	4,65	4,65	0,3	0,7	1,02	1,4	1,43	21,62						
40	Тормоз подъемника заготовок	1	0,3	0,3	0,3	0,6	1,33	0,09	0,12	0,09						
41	Вентилятор	1	0,15	0,15	0,6	0,8	0,75	0,09	0,07	0,02						
47	Тормоз рольганга секции 1	1	0,2	0,2	0,3	0,6	1,33	0,06	0,08	0,04						
49	Тормоз рольганга секции 2	1	0,2	0,2	0,3	0,6	1,33	0,06	0,08	0,04						
51	Тормоз рольганга секции 3	1	0,2	0,2	0,3	0,6	1,33	0,06	0,08	0,04						
	<b>ИТОГО</b>	7		54,09	0,66	0,79	0,77	35,63	27,26	2363,45	1	1,24	44,18	29,99	53,4	81,13



Продолжение приложения Д

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	<b>СП-7</b>															
46	Передаточный рольганг, секция 1	1	13,48	13,48	0,5	0,75	0,88	6,74	5,93	181,71						
48	Передаточный рольганг, секция 2	1	23,33	23,33	0,5	0,75	0,88	11,67	10,27	544,29						
50	Передаточный рольганг, секция 3	1	26,67	26,67	0,5	0,75	0,88	13,34	11,74	711,29						
59	Центральная смазка №2	1	0,97	0,97	0,75	0,8	0,75	0,73	0,55	0,94						
	<b>ИТОГО</b>	4		64,45	0,5	0,75	0,88	32,48	28,49	1438,23	3	1,34	43,52	31,34	53,63	81,48
	<b>СП-8</b>															
58	Центральная смазка №1	1	0,97	0,97	0,75	0,8	0,75	0,73	0,55	0,94						
65	Стоппер	1	2,23	2,23	0,3	0,7	1,02	0,67	0,68	4,97						
69	Стенд сушки пром- ковша	1	10	10	0,7	0,95	0,33	7	2,31	100,00						
70	Станция подогрева различных стака- нов	1	1,5	1,5	0,7	0,95	0,33	1,05	0,35	2,25						
79	Шиберный затвор стальковша	1	1,85	1,85	0,3	0,7	1,02	0,56	0,57	3,42						
80	Передаточная те- лежка	1	11,24	11,24	0,5	0,75	0,88	5,62	4,95	126,34						
71	Станция кантова- ния промковша	1	16,67	16,67	0,5	0,75	0,88	8,34	7,34	277,89						
	<b>ИТОГО</b>	7		44,46	0,54	0,82	0,7	23,97	16,75	515,81	4	1,16	27,81	18,43	33,36	50,69
	<b>СП-9</b>															
42	Подъемник ЭМП в зоне окончания за- твердевания	1	3,53	3,53	0,3	0,7	1,02	1,06	1,08	12,46						
43	Тормоз подъемника ЭМП	1	0,1	0,1	0,3	0,6	1,33	0,03	0,04	0,01						
44	Вентилятор подь- емника ЭМП	1	0,24	0,24	0,6	0,8	0,75	0,14	0,11	0,06						

Продолжение приложения Д

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
45	Насос подъемника ЭМП	1	0,91	0,91	0,75	0,8	0,75	0,68	0,51	0,83						
62	Насос №1 станции охлаждения ЭМП в кристаллизаторе	1	20,56	20,56	0,75	0,8	0,75	15,42	11,57	422,71						
63	Насос №2 станции охлаждения ЭМП в кристаллизаторе	1	20,56	20,56	0,75	0,8	0,75	15,42	11,57	422,71						
64	Водонагреватель	1	8	8	0,7	0,95	0,33	5,6	1,85	64,00						
	<b>ИТОГО</b>	7		53,9	0,71	0,82	0,7	38,35	26,73	922,78	3	1,13	43,34	29,4	52,37	79,57
	<b>СП-10</b>															
75	Испытательный стенд №1 для стопоров	1	2,94	2,94	0,3	0,7	1,02	0,88	0,9	8,64						
76	Испытательный стенд №2 для стопоров	1	2,94	2,94	0,3	0,7	1,02	0,88	0,9	8,64						
77	Кантователь роликовых секций	1	8,52	8,52	0,5	0,75	0,88	4,26	3,75	72,59						
78	Манипулятор	1	1,85	1,85	0,3	0,7	1,02	0,56	0,57	3,42						
55	Насос №1 главной силовой гидравлической установки	1	80,65	80,65	0,75	0,8	0,75	60,49	45,37	6504,42						
56	Насос №2 главной силовой гидравлической установки	1	80,65	80,65	0,75	0,8	0,75	60,49	45,37	6504,42						
57	Насос №3 механизма качания главной силовой гидравлической установки	1	48,39	48,39	0,75	0,8	0,75	36,29	27,22	2341,59						
	<b>ИТОГО</b>	7		225,94	0,73	0,8	0,76	163,85	124,08	15443,74	3	1,1	180,24	136,49	226,09	343,51

Окончание приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	<b>СП-11</b>															
52	Насос №1 центральной гидравлической станции	1	8,52	8,52	0,75	0,8	0,75	6,39	4,79	72,59						
53	Насос №2 центральной гидравлической станции	1	8,52	8,52	0,75	0,8	0,75	6,39	4,79	72,59						
54	Нагреватель масла центральной гидравлической станции	1	4	4	0,7	0,95	0,33	2,8	0,92	16,00						
60	Насос №1 воды с окалиной	1	2,77	2,77	0,75	0,8	0,75	2,08	1,56	7,67						
61	Насос №2 воды с окалиной	1	2,77	2,77	0,75	0,8	0,75	2,08	1,56	7,67						
72	Передаточная тележка	1	11,24	11,24	0,5	0,75	0,88	5,62	4,95	126,34						
73	Машина газовой резки	1	8,52	8,52	0,4	0,8	0,75	3,41	2,56	72,59						
74	Маркировочная машина	1	8,52	8,52	0,4	0,8	0,75	3,41	2,56	72,59						
	<b>ИТОГО</b>	8		54,86	0,59	0,8	0,74	32,18	23,69	448,05	7	1,04	33,47	26,06	42,42	64,45

## Приложение Е

### Таблица – Расчеты мощностей и токов на первом уровне системы электроснабжения

№	Наименование ЭП	P <sub>ном</sub> кВт	ПВ, %	Ки	cosφ	tgφ	P <sub>р1</sub> , кВт	Q <sub>р1</sub> , кВар	S <sub>р1</sub> , кВА	I <sub>р</sub> , А	I <sub>пуск</sub> , А
1	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП2	34,95	100	0,75	0,8	0,75	34,95	26,21	43,69	66,38	331,90
2	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП2	34,95	100	0,75	0,8	0,75	34,95	26,21	43,69	66,38	331,90
3	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	26	100	0,75	0,8	0,75	26	19,5	32,5	49,38	246,90
4	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	26	100	0,75	0,8	0,75	26	19,5	32,5	49,38	246,90
5	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	26	100	0,75	0,8	0,75	26	19,5	32,5	49,38	246,90
6	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП2	26	100	0,75	0,8	0,75	26	19,5	32,5	49,38	246,90
7	Механизм колонны ЭШП2	15,56	100	0,3	0,7	1,02	15,56	15,87	22,23	33,77	168,85
8	Механизм каретки ЭШП2	15,56	100	0,3	0,7	1,02	15,56	15,87	22,23	33,77	168,85
9	Насос гидравлики ЭШП2	13,48	100	0,6	0,8	0,75	13,48	10,11	16,85	25,6	128,00
10	Насос гидравлики ЭШП2	13,48	100	0,6	0,8	0,75	13,48	10,11	16,85	25,6	128,00
11	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП3	34,95	100	0,75	0,8	0,75	34,95	26,21	43,69	66,38	331,90
12	Насос внешнего контура охлаждения ЭШП3	34,95	100	0,75	0,8	0,75	34,95	26,21	43,69	66,38	331,90
13	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	26	100	0,75	0,8	0,75	26	19,5	32,5	49,38	246,90
14	Насос верхний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	26	100	0,75	0,8	0,75	26	19,5	32,5	49,38	246,90
15	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	26	100	0,75	0,8	0,75	26	19,5	32,5	49,38	246,90
16	Насос нижний внутреннего контура охлаждения ЭШП3	26	100	0,75	0,8	0,75	26	19,5	32,5	49,38	246,90
17	Механизм колонны ЭШП3	15,56	100	0,3	0,7	1,02	15,56	15,87	22,23	33,77	168,85
18	Механизм каретки ЭШП3	15,56	100	0,3	0,7	1,02	15,56	15,87	22,23	33,77	168,85
19	Насос гидравлики ЭШП3	13,48	100	0,6	0,8	0,75	13,48	10,11	16,85	25,6	128,00
20	Насос гидравлики ЭШП3	13,48	100	0,6	0,8	0,75	13,48	10,11	16,85	25,6	128,00

Продолжение приложения Е

№	Наименование ЭП	Рном кВт	ПВ, %	Ки	cosφ	tgφ	Рр1, кВт	Qр1, кВар	Sp1, кВА	Ip, А	Ипуск, А
21	Термопечь ТПЗ	40	100	0,7	0,95	0,33	40	13,2	42,12	63,99	63,99
22	Дутьевой вентилятор ТПЗ	40,22	100	0,6	0,8	0,75	40,22	30,17	50,28	76,39	381,95
23	Дымосос ТПЗ	32,07	100	0,65	0,8	0,75	32,07	24,05	40,09	60,91	304,55
24	Вентилятор-рекуператор ТПЗ	40,22	100	0,6	0,8	0,75	40,22	30,17	50,28	76,39	381,95
25	Вентилятор для охлаждения выпускных газов ТПЗ	40,22	100	0,6	0,8	0,75	40,22	30,17	50,28	76,39	381,95
26	Термопечь ТП4	40	100	0,7	0,95	0,33	40	13,2	42,12	63,99	63,99
27	Дутьевой вентилятор ТП4	40,22	100	0,6	0,8	0,75	40,22	30,17	50,28	76,39	381,95
28	Дымосос ТП4	32,07	100	0,65	0,8	0,75	32,07	24,05	40,09	60,91	304,55
29	Вентилятор-рекуператор ТП4	40,22	100	0,6	0,8	0,75	40,22	30,17	50,28	76,39	381,95
30	Вентилятор для охлаждения выпускных газов ТП4	40,22	100	0,6	0,8	0,75	40,22	30,17	50,28	76,39	381,95
31	Кран мостовой 2-3	97,73	40	0,1	0,5	1,73	61,81	106,93	123,51	187,65	562,95
32	Кран мостовой 2-4	97,73	40	0,1	0,5	1,73	61,81	106,93	123,51	187,65	562,95
33	Кран мостовой 3-1	45,45	40	0,1	0,5	1,73	28,75	49,74	57,45	87,29	261,87
34	Перемещение тележки промковша, двигатель №1	1,85	100	0,3	0,7	1,02	1,85	1,89	2,64	4,01	20,05
35	Перемещение тележки промковша, двигатель №2	1,85	100	0,3	0,7	1,02	1,85	1,89	2,64	4,01	20,05
36	Перемещение тележки промковша, тормоз №1	0,2	40	0,3	0,6	1,33	0,13	0,17	0,21	0,32	0,32
37	Перемещение тележки промковша, тормоз №2	0,2	40	0,3	0,6	1,33	0,13	0,17	0,21	0,32	0,32
38	Пароотсос	48,39	100	0,7	0,8	0,75	48,39	36,29	60,49	91,91	459,55
39	Подъемник заготовок	4,65	100	0,3	0,7	1,02	4,65	4,74	6,64	10,09	50,45
40	Тормоз подъемника заготовок	0,3	40	0,3	0,6	1,33	0,19	0,25	0,31	0,47	0,47
41	Вентилятор	0,15	100	0,6	0,8	0,75	0,15	0,11	0,19	0,29	1,45
42	Подъемник ЭМП в зоне окончания за- твердевания	3,53	100	0,3	0,7	1,02	3,53	3,6	5,04	7,66	38,30
43	Тормоз подъемника ЭМП	0,1	40	0,3	0,6	1,33	0,06	0,08	0,1	0,15	0,15
44	Вентилятор подъемника ЭМП	0,24	100	0,6	0,8	0,75	0,24	0,18	0,3	0,46	2,30

Продолжение приложения Е

№	Наименование ЭП	Рном кВт	ПВ, %	Ки	cosφ	tgφ	Pp1, кВт	Qp1, кВар	Sp1, кВА	Ip, А	Ипуск, А
45	Насос подъемника ЭМП	0,91	100	0,75	0,8	0,75	0,91	0,68	1,14	1,73	8,65
46	Передаточный рольганг, секция 1	13,48	100	0,5	0,75	0,88	13,48	11,86	17,95	27,27	136,35
47	Тормоз рольганга секции 1	0,2	40	0,3	0,6	1,33	0,13	0,17	0,21	0,32	0,32
48	Передаточный рольганг, секция 2	23,33	100	0,5	0,75	0,88	23,33	20,53	31,08	47,22	236,10
49	Тормоз рольганга секции 2	0,2	40	0,3	0,6	1,33	0,13	0,17	0,21	0,32	0,32
50	Передаточный рольганг, секция 3	26,67	100	0,5	0,75	0,88	26,67	23,47	35,53	53,98	269,90
51	Тормоз рольганга секции 3	0,2	40	0,3	0,6	1,33	0,13	0,17	0,21	0,32	0,32
52	Насос №1 центральной гидравлической станции	8,52	100	0,75	0,8	0,75	8,52	6,39	10,65	16,18	80,90
53	Насос №2 центральной гидравлической станции	8,52	100	0,75	0,8	0,75	8,52	6,39	10,65	16,18	80,90
54	Нагреватель масла центральной гидравлической станции	4	100	0,7	0,95	0,33	4	1,32	4,21	6,4	6,40
55	Насос №1 главной силовой гидравлической установки	80,65	100	0,75	0,8	0,75	80,65	60,49	100,81	153,16	765,80
56	Насос №2 главной силовой гидравлической установки	80,65	100	0,75	0,8	0,75	80,65	60,49	100,81	153,16	765,80
57	Насос №3 механизма качания главной силовой гидравлической установки	48,39	100	0,75	0,8	0,75	48,39	36,29	60,49	91,91	459,55
58	Центральная смазка №1	0,97	100	0,75	0,8	0,75	0,97	0,73	1,21	1,84	9,20
59	Центральная смазка №2	0,97	100	0,75	0,8	0,75	0,97	0,73	1,21	1,84	9,20
60	Насос №1 воды с окалиной	2,77	100	0,75	0,8	0,75	2,77	2,08	3,46	5,26	26,30
61	Насос №2 воды с окалиной	2,77	100	0,75	0,8	0,75	2,77	2,08	3,46	5,26	26,30

Окончание приложения Е

№	Наименование ЭП	Рном кВт	ПВ, %	Ки	cosφ	tgφ	Рр1, кВт	Qр1, кВар	Sp1, кВА	Ip, А	Ипуск, А
62	Насос №1 станции охлаждения ЭМП в кристаллизаторе	20,56	100	0,75	0,8	0,75	20,56	15,42	25,7	39,05	195,25
63	Насос №2 станции охлаждения ЭМП в кристаллизаторе	20,56	100	0,75	0,8	0,75	20,56	15,42	25,7	39,05	195,25
64	Водонагреватель	8	100	0,7	0,95	0,33	8	2,64	8,42	12,79	12,79
65	Стоппер	2,23	100	0,3	0,7	1,02	2,23	2,27	3,18	4,83	24,15
66	Кантователь кристаллизатора	1,85	100	0,5	0,75	0,88	1,85	1,63	2,47	3,75	18,75
67	Индукционный нагреватель промковша	15	100	0,75	0,35	2,68	15	40,2	42,91	65,2	65,20
68	Преднагрев промковша	10	100	0,7	0,95	0,33	10	3,3	10,53	16	16,00
69	Стенд сушки промковша	10	100	0,7	0,95	0,33	10	3,3	10,53	16	16,00
70	Станция подогрева разливаемых стаканов	1,5	100	0,7	0,95	0,33	1,5	0,5	1,58	2,4	2,40
71	Станция кантования промковша	16,67	100	0,5	0,75	0,88	16,67	14,67	22,21	33,74	168,70
72	Передаточная тележка	11,24	100	0,5	0,75	0,88	11,24	9,89	14,97	22,74	113,70
73	Машина газовой резки	8,52	100	0,4	0,8	0,75	8,52	6,39	10,65	16,18	80,90
74	Маркировочная машина	8,52	100	0,4	0,8	0,75	8,52	6,39	10,65	16,18	80,90
75	Испытательный стенд №1 для стопоров	2,94	100	0,3	0,7	1,02	2,94	3	4,2	6,38	31,90
76	Испытательный стенд №2 для стопоров	2,94	100	0,3	0,7	1,02	2,94	3	4,2	6,38	31,90
77	Кантователь роликовых секций	8,52	100	0,5	0,75	0,88	8,52	7,5	11,35	17,24	86,20
78	Манипулятор	1,85	100	0,3	0,7	1,02	1,85	1,89	2,64	4,01	20,05
79	Шиберный затвор стальной	1,85	100	0,3	0,7	1,02	1,85	1,89	2,64	4,01	20,05
80	Передаточная тележка	11,24	100	0,5	0,75	0,88	11,24	9,89	14,97	22,74	113,70

Приложение Ж  
Таблица – Выбор автоматов для ЭП

№ ЭП	$I_p, A$	$1,0-1,25 \cdot I_p, A$	$I_{ном.а}, A$	$I_{расц}, A$	$I_{пуск}, A$	$1,2 \cdot I_{пуск}, A$	$K_o$	$I_{ном.то}, A$	Тип автомата	$I_{откл}, кА$
1	66,38	82,98	100	100	331,9	398,28	7	700	ВА-302М-3Р-100А	18
2	66,38	82,98	100	100	331,9	398,28	7	700	ВА-302М-3Р-100А	18
3	49,38	61,73	100	63	246,9	296,28	7	441	ВА-302М-3Р-100А	18
4	49,38	61,73	100	63	246,9	296,28	7	441	ВА-302М-3Р-100А	18
5	49,38	61,73	100	63	246,9	296,28	7	441	ВА-302М-3Р-100А	18
6	49,38	61,73	100	63	246,9	296,28	7	441	ВА-302М-3Р-100А	18
7	33,77	42,21	100	50	168,85	202,62	7	350	ВА-302М-3Р-100А	18
8	33,77	42,21	100	50	168,85	202,62	7	350	ВА-302М-3Р-100А	18
9	25,6	32	100	32	128	153,6	7	224	ВА-302М-3Р-100А	18
10	25,6	32	100	32	128	153,6	7	224	ВА-302М-3Р-100А	18
11	66,38	82,98	100	100	331,9	398,28	7	700	ВА-302М-3Р-100А	18
12	66,38	82,98	100	100	331,9	398,28	7	700	ВА-302М-3Р-100А	18
13	49,38	61,73	100	63	246,9	296,28	7	441	ВА-302М-3Р-100А	18
14	49,38	61,73	100	63	246,9	296,28	7	441	ВА-302М-3Р-100А	18
15	49,38	61,73	100	63	246,9	296,28	7	441	ВА-302М-3Р-100А	18
16	49,38	61,73	100	63	246,9	296,28	7	441	ВА-302М-3Р-100А	18
17	33,77	42,21	100	50	168,85	202,62	7	350	ВА-302М-3Р-100А	18
18	33,77	42,21	100	50	168,85	202,62	7	350	ВА-302М-3Р-100А	18
19	25,6	32	100	32	128	153,6	7	224	ВА-302М-3Р-100А	18
20	25,6	32	100	32	128	153,6	7	224	ВА-302М-3Р-100А	18
21	63,99	63,99	100	80	63,99	76,79	3	240	ВА-302М-3Р-100А	18
22	76,39	95,49	100	100	381,95	458,34	7	700	ВА-302М-3Р-100А	18
23	60,91	76,14	100	80	304,55	365,46	7	560	ВА-302М-3Р-100А	18
24	76,39	95,49	100	100	381,95	458,34	7	700	ВА-302М-3Р-100А	18
25	76,39	95,49	100	100	381,95	458,34	7	700	ВА-302М-3Р-100А	18
26	63,99	63,99	100	80	63,99	76,79	3	240	ВА-302М-3Р-100А	18
27	76,39	95,49	100	100	381,95	458,34	7	700	ВА-302М-3Р-100А	18
28	60,91	76,14	100	80	304,55	365,46	7	560	ВА-302М-3Р-100А	18



Продолжение приложения Ж

№ ЭП	$I_p, A$	$1,0-1,25 \cdot I_p, A$	$I_{ном.а}, A$	$I_{расц}, A$	$I_{пуск}, A$	$1,2 \cdot I_{пуск}, A$	$K_0$	$I_{ном.то}, A$	Тип автомата	$I_{откл}, кА$
29	76,39	95,49	100	100	381,95	458,34	7	700	ВА-302М-3Р-100А	18
30	76,39	95,49	100	100	381,95	458,34	7	700	ВА-302М-3Р-100А	18
31	187,65	187,65	250	200	562,95	675,54	7	1400	ВА-303М-3Р-250А	36
32	187,65	187,65	250	200	562,95	675,54	7	1400	ВА-303М-3Р-250А	36
33	87,29	87,29	100	100	261,87	314,24	7	700	ВА-302М-3Р-100А	18
34	4,01	5,01	25	6,3	20,05	24,06	7	44,1	ВА44-33-3Р-25А	15
35	4,01	5,01	25	6,3	20,05	24,06	7	44,1	ВА44-33-3Р-25А	15
36	0,32	0,32	25	0,5	0,32	0,38	3	1,5	ВА44-33-3Р-25А	15
37	0,32	0,32	25	0,5	0,32	0,38	3	1,5	ВА44-33-3Р-25А	15
38	91,91	114,89	250	160	459,55	551,46	7	1120	ВА-303М-3Р-250А	36
39	10,09	12,61	25	16	50,45	60,54	7	112	ВА44-33-3Р-25А	15
40	0,47	0,47	25	0,5	0,47	0,56	3	1,5	ВА44-33-3Р-25А	15
41	0,29	0,36	25	0,5	1,45	1,74	7	3,5	ВА44-33-3Р-25А	15
42	7,66	9,58	25	10	38,3	45,96	7	70	ВА44-33-3Р-25А	15
43	0,15	0,15	25	0,4	0,15	0,18	3	1,2	ВА44-33-3Р-25А	15
44	0,46	0,58	25	0,63	2,3	2,76	7	4,41	ВА44-33-3Р-25А	15
45	1,73	2,16	25	2,5	8,65	10,38	7	17,5	ВА44-33-3Р-25А	15
46	27,27	34,09	100	40	136,35	163,62	7	280	ВА-302М-3Р-100А	18
47	0,32	0,32	25	0,4	0,32	0,38	3	1,2	ВА44-33-3Р-25А	15
48	47,22	59,03	100	63	236,1	283,32	7	441	ВА-302М-3Р-100А	18
49	0,32	0,32	25	0,4	0,32	0,38	3	1,2	ВА44-33-3Р-25А	15
50	53,98	67,48	100	80	269,9	323,88	7	560	ВА-302М-3Р-100А	18
51	0,32	0,4	25	0,4	0,32	0,38	3	1,2	ВА44-33-3Р-25А	15
52	16,18	20,23	25	25	80,9	97,08	7	175	ВА44-33-3Р-25А	18
53	16,18	20,23	25	25	80,9	97,08	7	175	ВА44-33-3Р-25А	18
54	6,4	8	25	8	6,4	7,68	3	24	ВА44-33-3Р-25А	15
55	153,16	191,45	250	200	765,8	918,96	7	1400	ВА-303М-3Р-250А	36
56	153,16	191,45	250	200	765,8	918,96	7	1400	ВА-303М-3Р-250А	36
57	91,91	114,89	250	160	459,55	551,46	7	1120	ВА-303М-3Р-250А	36

Окончание приложения Ж

№ ЭП	$I_p, A$	$1,0-1,25 \cdot I_p, A$	$I_{ном.а}, A$	$I_{расц}, A$	$I_{пуск}, A$	$1,2 \cdot I_{пуск}, A$	$K_o$	$I_{ном.то}, A$	Тип автомата	$I_{откл}, kA$
58	1,84	2,3	25	2,5	9,2	11,04	7	17,5	BA44-33-3P-25A	15
59	1,84	2,3	25	2,5	9,2	11,04	7	17,5	BA44-33-3P-25A	15
60	5,26	6,58	25	8	26,3	31,56	7	56	BA44-33-3P-25A	15
61	5,26	6,58	25	8	26,3	31,56	7	56	BA44-33-3P-25A	15
62	39,05	48,81	100	50	195,25	234,3	7	350	BA-302M-3P-100A	18
63	39,05	48,81	100	50	195,25	234,3	7	350	BA-302M-3P-100A	18
64	12,79	15,99	25	16	12,79	15,35	3	48	BA44-33-3P-25A	15
65	4,83	6,04	25	6,3	24,15	28,98	7	44,1	BA44-33-3P-25A	15
66	3,75	4,69	25	5	18,75	22,5	7	35	BA44-33-3P-25A	15
67	65,2	81,5	100	100	65,2	78,24	3	300	BA-302M-3P-100A	18
68	16	20	25	20	16	19,2	3	60	BA44-33-3P-25A	18
69	16	20	25	20	16	19,2	3	60	BA44-33-3P-25A	18
70	2,4	3	25	3,15	2,4	2,88	3	9,45	BA44-33-3P-25A	15
71	33,74	42,18	100	50	168,7	202,44	7	350	BA-302M-3P-100A	18
72	22,74	28,43	100	32	113,7	136,44	7	224	BA-302M-3P-100A	18
73	16,18	20,23	25	25	80,9	97,08	7	175	BA44-33-3P-25A	18
74	16,18	20,23	25	25	80,9	97,08	7	175	BA44-33-3P-25A	18
75	6,38	7,98	25	8	31,9	38,28	7	56	BA44-33-3P-25A	15
76	6,38	7,98	25	8	31,9	38,28	7	56	BA44-33-3P-25A	15
77	17,24	21,55	25	25	86,2	103,44	7	175	BA44-33-3P-25A	18
78	4,01	5,01	25	6,3	20,05	24,06	7	44,1	BA44-33-3P-25A	15
79	4,01	5,01	25	6,3	20,05	24,06	7	44,1	BA44-33-3P-25A	15
80	22,74	28,43	100	32	113,7	136,44	7	224	BA-302M-3P-100A	18

**Приложение И**  
**Таблица – Распределение СП и ЭП по секциям КТНП**

Исходные данные					Расчетные величины					n,	Kp	Расчетная мощность			Ip, A	
по заданию технологов			по справочным данным													
Наименование ЭП	Количество Э.П.	Рном, кВт		Коэффициент использования, Ки	cosφ	tgφ	KнPн, кВт	KнPн tgφ, кВар	np <sup>2</sup> н			Pp, кВт	Qp, кВар	Sp, кВА		
		Одного ЭП Pн	Общая Pн=nrн													
<b>Секция 1 НН КТП</b>																
	СП-11	8		54,86	0,59	0,8	0,74	32,18	23,69	448,05						
	СП-10	7		225,94	0,73	0,8	0,76	163,85	124,08	15443,74						
	СП-3	8		210,59	0,58	0,83	0,67	122,63	82,74	6711,43						
	СП-4	6		232,95	0,62	0,83	0,67	145,37	97,28	9099,08						
	СП-5	7		30,95	0,66	0,51	1,69	20,42	34,58	335,35						
	<b>ИТОГО</b>	36		755,29	0,64	0,8	0,75	484,45	362,37	32037,64	18	0,85	411,78	308,84	514,73	782,05
<b>Секция 2 НН КТП</b>																
	СП-1	8		171,03	0,64	0,79	0,77	110,23	85,21	4097,15						
	СП-2	8		234,85	0,75	0,8	0,75	176,13	132,13	7044,51						
	СП-6	7		54,09	0,66	0,79	0,77	35,63	27,26	2363,45						

## Окончание приложения И

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
СП-7	4		64,45	0,5	0,75	0,88	32,48	28,49	1438,23						
СП-8	7		44,46	0,54	0,82	0,7	23,97	16,75	515,81						
СП-9	7		53,9	0,71	0,82	0,7	38,35	26,73	922,78						
Кран мостовой 3-1	1		45,45	0,1	0,5	1,73	4,55	7,87	2065,70						
Кран мостовой 2-3	1		97,73	0,1	0,5	1,73	9,77	16,9	9551,15						
Кран мостовой 2-4	1		97,73	0,1	0,5	1,73	9,77	16,9	9551,1529						
<b>ИТОГО</b>	44		863,69	0,51	0,78	0,81	440,88	358,24	37549,94	20	0,85	374,75	303,55	482,27	732,73
Рабочее освещение												20,52	6,77	21,61	32,83
<b>ВСЕГО</b>												395,27	310,32	502,53	763,52
СП-7	4		64,45	0,5	0,75	0,88	32,48	28,49	1438,23						
СП-8	7		44,46	0,54	0,82	0,7	23,97	16,75	515,81						
СП-9	7		53,9	0,71	0,82	0,7	38,35	26,73	922,78						

Приложение К  
Таблица – Расчет токов Ик.з.<sup>(1)</sup>

Присоединение	ZТ, мОм	L, м	X0 мОм/м	Rд, мОм	RтТ, мОм	Rа, мОм	Внешнее x', мОм/м	Xс, мОм	XтТ, мОм	Xа, мОм	Rрез, мОм	Xрез, мОм	Zрез, мОм	Ик.з.(I), А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
СП-1	129	53	0,326	30	0,15	0,74	0,6	1,06	0,21	0,36	65,45	33,43	73,493	1982,44
1	129	8	0,74	30		18	0,6			2,05	59,84	6,85	60,231	2237,12
3	129	7	1,84	30		18	0,6			3,4	73,76	7,6	74,151	1971,3
4	129	8	1,84	30		18	0,6			3,4	77,44	8,2	77,873	1910,6
5	129	9	1,84	30		18	0,6			3,4	81,12	8,8	81,596	1853,51
7	129	21	1,84	30		18	0,6			6,8	125,28	19,4	126,773	1360,29
8	129	19	1,84	30		18	0,6			6,8	117,92	18,2	119,316	1422,78
9	129	18	4,6	30		18	0,6			15	213,6	25,8	215,153	894,59
10	129	16	4,6	30		18	0,6			15	195,2	24,6	196,744	963,28
СП-2	129	41	0,129	30	0,15	0,55	0,6	1,06	0,21	0,17	41,28	26,04	48,807	2515,5
2	129	11	0,74	30		18	0,6			2,05	64,28	8,65	64,859	2141,13
6	129	13	1,84	30		18	0,6			3,4	95,84	11,2	96,492	1655,58
11	129	10	0,74	30		18	0,6			2,05	62,8	8,05	63,314	2172,25
13	129	8	1,84	30		18	0,6			3,4	77,44	8,2	77,873	1910,6
14	129	7	1,84	30		18	0,6			3,4	73,76	7,6	74,151	1971,3
15	129	8	1,84	30		18	0,6			3,4	77,44	8,2	77,873	1910,6
16	129	9	1,84	30		18	0,6			3,4	81,12	8,8	81,596	1853,51
12	129	11	0,74	30		18	0,6			2,05	64,28	8,65	64,859	2141,13
СП-3	129	29	0,206	30	0,15	0,37	0,6	1,06	0,21	0,13	42,47	18,8	46,445	2581,92
17	129	22	1,84	30		18	0,6			6,8	128,96	20	130,502	1331,05
18	129	20	1,84	30		18	0,6			6,8	121,6	18,8	123,045	1390,83
19	129	18	4,6	30		18	0,6			15	213,6	25,8	215,153	894,59
20	129	16	4,6	30		18	0,6			15	195,2	24,6	196,744	963,28
21	129	12	1,15	30		18	0,6			2,8	75,6	10	76,259	1936,46
22	129	8	0,74	30		18	0,6			2,05	59,84	6,85	60,231	2237,12
23	129	12	1,15	30		18	0,6			2,8	75,6	10	76,259	1936,46
27	129	9	0,74	30		18	0,6			2,05	61,32	7,45	61,771	2204,24
СП-4	129	17	0,129	30	0,15	0,37	0,6	1,06	0,21	0,13	34,91	11,6	36,787	2894,46

Продолжение приложения К

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
24	129	29	0,74	30		18	0,6			2,05	90,92	19,45	92,977	1698,38
25	129	26	0,74	30		18	0,6			2,05	86,48	17,65	88,263	1759,37
26	129	13	1,15	30		18	0,6			2,8	77,9	10,6	78,618	1898,9
28	129	12	1,15	30		18	0,6			2,8	75,6	10	76,259	1936,46
29	129	22	0,74	30		18	0,6			2,05	80,56	15,25	81,991	1847,65
30	129	25	0,74	30		18	0,6			2,05	85	17,05	86,693	1780,67
СП-5	129	40	1,24	30	0,15	2,05	0,6	1,06	0,21	1,2	131,4	26,47	134,04	1304,45
34	129	15	4,6	30		15	0,6			15	183	24	184,567	1014,82
35	129	14	4,6	30		15	0,6			15	173,8	23,4	175,368	1057,57
36	129	16	4,6	30		15	0,6			15	192,2	24,6	193,768	975,39
37	129	15	4,6	30		15	0,6			15	183	24	184,567	1014,82
66	129	11	4,6	30		15	0,6			15	146,2	21,6	147,787	1210,46
67	129	11	0,74	30		18	0,6			2,05	64,28	8,65	64,859	2141,13
68	129	12	4,6	30		18	0,6			15	158,4	22,2	159,948	1137,93
СП-6	129	43	0,62	30	0,15	2,05	0,6	1,06	0,21	1,2	85,52	28,27	90,071	1735,47
38	129	7	0,37	30		36	0,6			1,4	71,18	5,6	71,4	2018,71
39	129	8	4,6	30		15	0,6			15	118,6	19,8	120,241	1414,72
40	129	9	4,6	30		15	0,6			15	127,8	20,4	129,418	1339,42
41	129	7	4,6	30		15	0,6			15	109,4	19,2	111,072	1498,91
47	129	13	4,6	30		15	0,6			15	164,6	22,8	166,172	1104,07
49	129	10	4,6	30		15	0,6			15	137	21	138,6	1271,7
51	129	6	4,6	30		15	0,6			15	100,2	18,6	101,912	1593,66
СП-7	129	46	1,24	30	0,15	2,05	0,6	1,06	0,21	1,2	146,28	30,07	149,339	1200,69
46	129	13	3,07	30		18	0,6			15	127,82	22,8	129,838	1336,17
48	129	9	1,84	30		18	0,6			3,4	81,12	8,8	81,596	1853,51
50	129	6	1,15	30		18	0,6			2,8	61,8	6,4	62,131	2196,69
59	129	16	4,6	30		15	0,6			15	192,2	24,6	193,768	975,39
СП-8	129	52	3,1	30	0,15	2,05	0,6	1,06	0,21	1,2	354,6	33,67	356,195	578,51
58	129	15	4,6	30		15	0,6			15	183	24	184,567	1014,82
65	129	19	4,6	30		15	0,6			15	219,8	26,4	221,38	873,52
69	129	6	4,6	30		18	0,6			15	103,2	18,6	104,863	1561,85
70	129	5	4,6	30		15	0,6			15	91	18	92,763	1701,05
79	129	17	4,6	30		15	0,6			15	201,4	25,2	202,97	938,9

### Окончание приложения К

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
80	129	14	4,6	30		18	0,6			15	176,8	23,4	178,342	1043,36
71	129	7	1,84	30		18	0,6			6,8	73,76	11	74,576	1964,18
СП-9	129	64	1,24	30	0,15	2,05	0,6	1,06	0,21	1,2	190,92	40,87	195,245	969,34
42	129	14	4,6	30		15	0,6			15	173,8	23,4	175,368	1057,57
43	129	15	4,6	30		15	0,6			15	183	24	184,567	1014,82
44	129	15	4,6	30		15	0,6			15	183	24	184,567	1014,82
45	129	17	4,6	30		15	0,6			15	201,4	25,2	202,97	938,9
62	129	7	1,84	30		18	0,6			6,8	73,76	11	74,576	1964,18
63	129	5	1,84	30		18	0,6			6,8	66,4	9,8	67,119	2097,19
64	129	6	4,6	30		15	0,6			15	100,2	18,6	101,912	1593,66
СП-10	129	73	0,129	30	0,15	0,55	0,6	1,06	0,21	0,17	49,53	45,24	67,081	2097,91
75	129	16	4,6	30		15	0,6			15	192,2	24,6	193,768	975,39
76	129	13	4,6	30		15	0,6			15	164,6	22,8	166,172	1104,07
77	129	13	4,6	30		18	0,6			15	167,6	22,8	169,144	1088,6
78	129	17	4,6	30		15	0,6			15	201,4	25,2	202,97	938,9
55	129	13	0,26	30		36	0,6			1	72,76	8,8	73,29	1985,9
56	129	10	0,26	30		36	0,6			1	71,2	7	71,543	2016,19
57	129	7	0,37	30		36	0,6			1,4	71,18	5,6	71,4	2018,71
СП-11	129	82	1,94	30	0,15	2,05	0,6	1,06	0,21	1,2	350,36	51,67	354,15	581,49
52	129	8	4,6	30		18	0,6			15	121,6	19,8	123,201	1389,52
53	129	10	4,6	30		18	0,6			15	140	21	141,566	1251,26
54	129	10	4,6	30		15	0,6			15	137	21	138,6	1271,7
60	129	15	4,6	30		15	0,6			15	183	24	184,567	1014,82
61	129	12	4,6	30		15	0,6			15	155,4	22,2	156,978	1154,83
72	129	12	4,6	30		18	0,6			15	158,4	22,2	159,948	1137,93
73	129	18	4,6	30		18	0,6			15	213,6	25,8	215,153	894,59
74	129	15	4,6	30		18	0,6			15	186	24	187,542	1001,73
ЭП														
31	129	8	0,74	30		36	0,6			1	77,84	5,8	78,056	1907,71
32	129	11	0,74	30		36	0,6			1	82,28	7,6	82,63	1838,26
33	129	7	1,84	30		18	0,6			2,05	73,76	6,25	74,024	1973,44

## Приложение Л

### Таблица – Проверка автоматов на отключающую способность

Расположение	Тип	Юткл.пред, кА	Номер точки	Ikз <sup>(3)</sup> , кА
1	2	3	4	5
Вводной автомат QF1, QF3	ВА 53-45	36	К3	7,42
Секционный автомат QF2	ВА-307М-3Р-630А	36	К3	7,42
Автомат защиты КУ	ВА 51-35	15	К3	7,42
Автомат защиты ЦО	ВА 47-29	15	К3	7,42
СП-1	ВА-303М-3Р-250А	36	К4	3,448
1	ВА-302М-3Р-100А	18	К4	3,448
3	ВА-302М-3Р-100А	18	К4	3,448
4	ВА-302М-3Р-100А	18	К4	3,448
5	ВА-302М-3Р-100А	18	К4	3,448
7	ВА-302М-3Р-100А	18	К4	3,448
8	ВА-302М-3Р-100А	18	К4	3,448
9	ВА-302М-3Р-100А	18	К4	3,448
10	ВА-302М-3Р-100А	18	К4	3,448
СП-2	ВА-305М-3Р-630А	36	К13	4,176
2	ВА-302М-3Р-100А	18	К13	4,176
6	ВА-302М-3Р-100А	18	К13	4,176
11	ВА-302М-3Р-100А	18	К13	4,176
13	ВА-302М-3Р-100А	18	К13	4,176
14	ВА-302М-3Р-100А	18	К13	4,176
15	ВА-302М-3Р-100А	18	К13	4,176
16	ВА-302М-3Р-100А	18	К13	4,176
12	ВА-302М-3Р-100А	18	К13	4,176
СП-3	ВА-305М-3Р-630А	36	К22	4,144
17	ВА-302М-3Р-100А	18	К22	4,144
18	ВА-302М-3Р-100А	18	К22	4,144
19	ВА-302М-3Р-100А	18	К22	4,144
20	ВА-302М-3Р-100А	18	К22	4,144
21	ВА-302М-3Р-100А	18	К22	4,144
22	ВА-302М-3Р-100А	18	К22	4,144
23	ВА-302М-3Р-100А	18	К22	4,144
27	ВА-302М-3Р-100А	18	К22	4,144
СП-4	ВА-305М-3Р-630А	36	К31	4,449
24	ВА-302М-3Р-100А	18	К31	4,449
25	ВА-302М-3Р-100А	18	К31	4,449
26	ВА-302М-3Р-100А	18	К31	4,449
28	ВА-302М-3Р-100А	18	К31	4,449
29	ВА-302М-3Р-100А	18	К31	4,449
30	ВА-302М-3Р-100А	18	К31	4,449
СП-5	ВА-302М-3Р-100А	18	К38	2,349
34	ВА44-33-3Р-25А	15	К38	2,349
35	ВА44-33-3Р-25А	15	К38	2,349
36	ВА44-33-3Р-25А	15	К38	2,349
37	ВА44-33-3Р-25А	15	К38	2,349
66	ВА44-33-3Р-25А	15	К38	2,349
67	ВА-302М-3Р-100А	18	К38	2,349
68	ВА44-33-3Р-25А	18	К38	2,349
СП-6	ВА-302М-3Р-100А	18	К46	3,042
38	ВА-303М-3Р-250А	36	К46	3,042
39	ВА44-33-3Р-25А	15	К46	3,042
40	ВА44-33-3Р-25А	15	К46	3,042
41	ВА44-33-3Р-25А	15	К46	3,042
47	ВА44-33-3Р-25А	15	К46	3,042
49	ВА44-33-3Р-25А	15	К46	3,042
51	ВА44-33-3Р-25А	15	К46	3,042



### Окончание приложения Л

1	2	3	4	5
СП-7	BA-302M-3P-100A	18	K54	2,184
46	BA-302M-3P-100A	18	K54	2,184
48	BA-302M-3P-100A	18	K54	2,184
50	BA-302M-3P-100A	18	K54	2,184
59	BA44-33-3P-25A	15	K54	2,184
СП-8	BA-302M-3P-100A	18	K59	1,104
58	BA44-33-3P-25A	15	K59	1,104
65	BA44-33-3P-25A	15	K59	1,104
69	BA44-33-3P-25A	18	K59	1,104
70	BA44-33-3P-25A	15	K59	1,104
79	BA44-33-3P-25A	15	K59	1,104
80	BA-302M-3P-100A	18	K59	1,104
71	BA-302M-3P-100A	18	K59	1,104
СП-9	BA-302M-3P-100A	18	K67	1,805
42	BA44-33-3P-25A	15	K67	1,805
43	BA44-33-3P-25A	15	K67	1,805
44	BA44-33-3P-25A	15	K67	1,805
45	BA44-33-3P-25A	15	K67	1,805
62	BA-302M-3P-100A	18	K67	1,805
63	BA-302M-3P-100A	18	K67	1,805
64	BA44-33-3P-25A	15	K67	1,805
СП-10	BA-305M-3P-630A	36	K75	3,861
75	BA44-33-3P-25A	15	K75	3,861
76	BA44-33-3P-25A	15	K75	3,861
77	BA44-33-3P-25A	18	K75	3,861
78	BA44-33-3P-25A	15	K75	3,861
55	BA-303M-3P-250A	36	K75	3,861
56	BA-303M-3P-250A	36	K75	3,861
57	BA-303M-3P-250A	36	K75	3,861
СП-11	BA-302M-3P-100A	18	K83	1,115
52	BA44-33-3P-25A	18	K83	1,115
53	BA44-33-3P-25A	18	K83	1,115
54	BA44-33-3P-25A	15	K83	1,115
60	BA44-33-3P-25A	15	K83	1,115
61	BA44-33-3P-25A	15	K83	1,115
72	BA-302M-3P-100A	18	K83	1,115
73	BA44-33-3P-25A	18	K83	1,115
74	BA44-33-3P-25A	18	K83	1,115
Краны:				
31	BA-303M-3P-250A	36	K93	3,684
32	BA-303M-3P-250A	36	K94	2,548
33	BA-302M-3P-100A	18	K95	2,001

Приложение М  
Таблица – Проверка чувствительности автоматов

Расположение	Номер	Тип	$I_{рц,ном}$ , А	$I_{кз(1)}$ , А	$I_{кз(1)} / I_{рц,ном}$
1	2	3	4	5	6
Вводной автомат QF1, QF3	K3	BA 53-45	2500	5370,7	2,15
Секционный автомат QF2	K3	BA-307M-3P-630A	1000	5370,7	5,37
Автомат защиты КУ	K3	BA 51-35	400	5370,7	13,43
Автомат защиты ЩО	K3	BA 47-29	25	5370,7	214,83
СП-1	K4	BA-303M-3P-250A	250	1982,44	7,93
1	K5	BA-302M-3P-100A	100	2237,12	22,37
3	K6	BA-302M-3P-100A	63	1971,3	31,29
4	K7	BA-302M-3P-100A	63	1910,6	30,33
5	K8	BA-302M-3P-100A	63	1853,51	29,42
7	K9	BA-302M-3P-100A	50	1360,29	27,21
8	K10	BA-302M-3P-100A	50	1422,78	28,46
9	K11	BA-302M-3P-100A	32	894,59	27,96
10	K12	BA-302M-3P-100A	32	963,28	30,1
СП-2	K13	BA-305M-3P-630A	400	2515,5	6,29
2	K14	BA-302M-3P-100A	100	2141,13	21,41
6	K15	BA-302M-3P-100A	63	1655,58	26,28
11	K16	BA-302M-3P-100A	100	2172,25	21,72
13	K17	BA-302M-3P-100A	63	1910,6	30,33
14	K18	BA-302M-3P-100A	63	1971,3	31,29
15	K19	BA-302M-3P-100A	63	1910,6	30,33
16	K20	BA-302M-3P-100A	63	1853,51	29,42
12	K21	BA-302M-3P-100A	100	2141,13	21,41
СП-3	K22	BA-305M-3P-630A	630	2581,92	4,1
17	K23	BA-302M-3P-100A	50	1331,05	26,62
18	K24	BA-302M-3P-100A	50	1390,83	27,82
19	K25	BA-302M-3P-100A	32	894,59	27,96
20	K26	BA-302M-3P-100A	32	963,28	30,1
21	K27	BA-302M-3P-100A	80	1936,46	24,21
22	K28	BA-302M-3P-100A	100	2237,12	22,37
23	K29	BA-302M-3P-100A	80	1936,46	24,21
27	K30	BA-302M-3P-100A	100	2204,24	22,04
СП-4	K31	BA-305M-3P-630A	630	2894,46	4,59
24	K32	BA-302M-3P-100A	100	1698,38	16,98
25	K33	BA-302M-3P-100A	100	1759,37	17,59
26	K34	BA-302M-3P-100A	80	1898,9	23,74
28	K35	BA-302M-3P-100A	80	1936,46	24,21
29	K36	BA-302M-3P-100A	100	1847,65	18,48
30	K37	BA-302M-3P-100A	100	1780,67	17,81
СП-5	K38	BA-302M-3P-100A	100	1304,45	13,04
34	K39	BA44-33-3P-25A	6,3	1014,82	161,08
35	K40	BA44-33-3P-25A	6,3	1057,57	167,87
36	K41	BA44-33-3P-25A	0,5	975,39	1950,78
37	K42	BA44-33-3P-25A	0,5	1014,82	2029,64
66	K43	BA44-33-3P-25A	5	1210,46	242,09
67	K44	BA-302M-3P-100A	100	2141,13	21,41
68	K45	BA44-33-3P-25A	20	1137,93	56,9
СП-6	K46	BA-302M-3P-100A	100	1735,47	17,35
38	K47	BA-303M-3P-250A	160	2018,71	12,62

### Окончание приложения М

1	2	3	4	5	6
39	K48	BA44-33-3P-25A	16	1414,72	88,42
40	K49	BA44-33-3P-25A	0,5	1339,42	2678,84
41	K50	BA44-33-3P-25A	0,5	1498,91	2997,82
47	K51	BA44-33-3P-25A	0,4	1104,07	2760,18
49	K52	BA44-33-3P-25A	0,4	1271,7	3179,25
51	K53	BA44-33-3P-25A	0,4	1593,66	3984,15
СП-7	K54	BA-302M-3P-100A	100	1200,69	12,01
46	K55	BA-302M-3P-100A	40	1336,17	33,4
48	K56	BA-302M-3P-100A	63	1853,51	29,42
50	K57	BA-302M-3P-100A	80	2196,69	27,46
59	K58	BA44-33-3P-25A	2,5	975,39	390,16
СП-8	K59	BA-302M-3P-100A	100	578,51	5,79
58	K60	BA44-33-3P-25A	2,5	1014,82	405,93
65	K61	BA44-33-3P-25A	6,3	873,52	138,65
69	K62	BA44-33-3P-25A	20	1561,85	78,09
70	K63	BA44-33-3P-25A	3,15	1701,05	540,02
79	K64	BA44-33-3P-25A	6,3	938,9	149,03
80	K65	BA-302M-3P-100A	32	1043,36	32,61
71	K66	BA-302M-3P-100A	50	1964,18	39,28
СП-9	K67	BA-302M-3P-100A	100	969,34	9,69
42	K68	BA44-33-3P-25A	10	1057,57	105,76
43	K69	BA44-33-3P-25A	0,4	1014,82	2537,05
44	K70	BA44-33-3P-25A	0,63	1014,82	1610,83
45	K71	BA44-33-3P-25A	2,5	938,9	375,56
62	K72	BA-302M-3P-100A	50	1964,18	39,28
63	K73	BA-302M-3P-100A	50	2097,19	41,94
64	K74	BA44-33-3P-25A	16	1593,66	99,6
СП-10	K75	BA-305M-3P-630A	400	2097,91	5,24
75	K76	BA44-33-3P-25A	8	975,39	121,92
76	K77	BA44-33-3P-25A	8	1104,07	138,01
77	K78	BA44-33-3P-25A	25	1088,6	43,54
78	K79	BA44-33-3P-25A	6,3	938,9	149,03
55	K80	BA-303M-3P-250A	200	1985,9	9,93
56	K81	BA-303M-3P-250A	200	2016,19	10,08
57	K82	BA-303M-3P-250A	160	2018,71	12,62
СП-11	K83	BA-302M-3P-100A	100	581,49	5,81
52	K84	BA44-33-3P-25A	25	1389,52	55,58
53	K85	BA44-33-3P-25A	25	1251,26	50,05
54	K86	BA44-33-3P-25A	8	1271,7	158,96
60	K87	BA44-33-3P-25A	8	1014,82	126,85
61	K88	BA44-33-3P-25A	8	1154,83	144,35
72	K89	BA-302M-3P-100A	32	1137,93	35,56
73	K90	BA44-33-3P-25A	25	894,59	35,78
74	K91	BA44-33-3P-25A	25	1001,73	40,07
Краны:					
31	K93	BA-303M-3P-250A	200	1907,71	9,54
32	K94	BA-303M-3P-250A	200	1838,26	9,19
33	K95	BA-302M-3P-100A	100	1973,44	19,73

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»  
институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

(подпись) А. С. Торопов

подпись инициалы, фамилия

« 27 » 06 2024 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Реконструкция системы электроснабжения ООО «НПО Лаборатория  
специальных сталей и сплавов», г. Санкт-Петербург

тема

Руководитель (подпись) 20.06.24 доцент, к.э.н.  
подпись, дата должность, ученая степень

Н. В. Дулесова  
инициалы, фамилия

Выпускник (подпись) 20.06.24  
подпись, дата

А. О. Белоглизова  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер (подпись) 20.06.24  
подпись, дата

И. А. Кычакова  
инициалы, фамилия

Абакан 2024