**МПС РОССИИ**

**РГУПС**

Кафедра АСЭл

Автор Свиридов П. М.

Руководитель инженер Ожиганов Н. В..

Дипломный проект

на тему: «Электроснабжение железнодорожного предприятия (применение аутсорсинга в электроснабжении нетяговых потребителей)».

2007

**РОСЖЕЛДОР**

## **Государственное образовательное учреждение**

## **высшего профессионального образования**

## **«Ростовский государственный университет путей сообщения»**

Факультет заочный**Допустить к защите в ГАК**

Кафедра «АвтоматизированныеЗав. кафедрой АСЭл

системы электроснабжения»д.т.н.,профессор Ю.И. Жарков

Специальность 190401.65 " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2007г.

|  |
| --- |
| ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО |
| ПРЕДПРИЯТИЯ |
| (ПРИМЕНЕНИЕ АУТСОРСИНГА В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ НЕТЯГОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ) |

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

И9. 70. 3. ПЗ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Дипломник* | *группы ЭМ-6-605* |  | *П. М. Свиридов* |
| *Руководитель проекта**инженер* |  | *Н. В. Ожиганов* |
| *Консультанты:**по экономике**к.т.н., доц.* | *Л.В. Санникова* |
| *по охране труда**к.т.н., доц.* |  | *Е.Б. Воробьев* |
| *по охране окружающей среды**к.т.н., доц.* |  | *Н.Г. Соколова* |
| *Нормоконтроль**Ст.преподаватель.* |  | *И В. Платонова* |

***2007*Пример задания на дипломный проект**

## **МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ РОССИИ**

## **Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Ростовский государственный университет путей сообщения Министерства путей сообщения Российской Федерации”**

Факультет *вечерний***УТВЕРЖДАЮ**

Кафедра «АвтоматизированныеЗав. кафедрой АСЭл,

системы электроснабжения»д.т.н., профессор Ю.И. Жарков

Специальность 100400 (101800) « \_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2003

**ЗАДАНИЕ**

**на дипломный проект**

|  |  |
| --- | --- |
| Студенту группы | *ВЭЛ – VI – 177 Шишову Михаилу Юрьевичу* |
| Тема проекта | *Электроснабжение участка железной дороги на переменном токе* *(Диагностирование электроустановок по инфракрасному излучению)* |
| Утверждена приказом по институту от «19» февраля 2003 г.  |  | № 431 |
| Срок сдачи студентом законченного проекта | «10» июня 2003 г. |
| Наименование разделов | Процент объема работы | Количество чертежей | Срок выполнения |
|  1 Расчет параметров системы тягового электроснабжения | 40 | 2 | 10.04.2003 |
| 2 Диагностирование электроустановок по инфракрасному излучению  | 40 | 2 | 5.05.2003 |
| 3 Экономическая эффективность применения инфракрасной техники для контроля электрооборудования | 10 | 1 | 15.05.2003 |
| 4 Безопасность и экологичность решений проекта |  | - | 25.05.2003 |
| 4. 1 Охрана труда при диагностике электрооборудования с применением инфракрасных приборов | 5 |
|  |
|
| 4. 2 Охрана окружающей средыОценка воздействия электромагнитного поля, создаваемого электрооборудованием | 5 | - | 1.06.2003 |
|
|
|  |
| Руководитель проекта |   | Иванов Б.П. |
| Задание принял к исполнению студентДата выдачи задания «9» февраля 2003 г. |  | Шишов М.Ю.  |
|  |

Кафедра «Автоматизированные системы электроснабжения»

**Состав и объём дипломного проекта**

Студента Свиридова П. М.. Группы ЭМ – 6 – 605

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование разделов и их содержание | Процент объёма |
| 1 Реконструкция электроснабжения железнодорожного предприятия * 1. Систематизация и расчет электрических нагрузок
	2. Расчет электрической сети и выбор оборудования
	3. Расчет сверхтоков и выбор защитной аппаратуры
1. Применение аутсорсинга при электроснабжении нетяговых потребителей
2. Технико-экономическое обоснование обновления устройств электроснабжения

Консультант Л. В. Санникова  к. э. н., доцент 4 Безопасность и экологичность решений проекта4.1 Охрана труда Общая характеристика с точки зрения охраны труда и анализ потенциальных опасностей при реконструкции электроснабжения предприятия  Консультант Е. Б. Воробьёв  доцент4.2 Охрана окружающей среды.Общая характеристика влияния на окружающую среду системы электроснабжения предрприятияКонсультант Г. Н. Соколова к. т. н., доцент | 60 |
| 20 |
| 10 |
| 5 |
| 5 |

Руководитель проекта Н. В. Ожиганов

инженер

«6» февраля 2007 г.

Кафедра “Автоматизированные системы электроснабжения”

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

для разработки дипломного проекта

Студенту *Свиридову П.М.* шифр 05/01-ЭМ 3836

## Реконструкция электроснабжения железнодорожного предприятия

Тип предприятия *депо ремонта дизель-поездов и электропоездов*

Место расположения*Лискинское* *отделение Юго-Восточной железной дороги*

Категория по надёжности электроснабжения *третья*

Режим работы предприятия *односменный*

Основное питание предприятия *понижающая подстанция депо*

Напряжение питания *6 кВ*

Количество источников питания *два*

Первый питающий фидер подстанции выполнен*кабель 6 кВ марки ААШВ 3×120, длина 0,90 км*

Понижающий трансформатор первой секции шин *ТМ-630/6/0,4*

Второй питающий фидер подстанции выполнен*кабель 6 кВ марки АСБ 3×70, длина 0,70 км*

Понижающий трансформатор второй секции шин *ТМ-320/6/0,4*

План расположения технологического оборудования*согласно приложения «А»*

Характеристика электроприёмников *согласно приложения «Б»*

Сопротивление короткого замыкания на шинах 6 кВ питающей подстанции *0,5 Ом*

Посторонние низковольтные потребители подстанции депо:

- пост электрической централизации на 120 стрелок, заявленная мощность

*Р = 72,4 кВт, cos φ = 0,85;*

- станция перекачки мазута, заявленная мощность *Р = 50,0 кВт, cos φ = 0,85.*

1. Спецраздел

Применение аутсорсинга при электроснабжении нетяговых потребителей

3Технико-экономические расчеты

Технико-экономическое обоснование обновления устройств электроснабжения

#### Консультант Санникова Л. В

4 Безопасность и экологичность решений проекта (работы)

4.1 Охрана труда

Разработка технологической карты по обеспечению безопасного производства работ при комплексной проверке состояния, ремонту и испытанию комплектной трансформаторной подстанции (КТП) 6 кВ

*Консультант Воробьёв Е.Б.*

4.2 Охрана окружающей среды.

Общая характеристика влияния на окружающую среду системы электроснабжения предприятия

##### Консультант Соколова Г. Н.

*Руководитель проекта Ожиганов Н.В.*

*“10” февраля 2007 г.*

Реферат

*Дипломный проект содержит* 106 страниц пояснительной записки, 10 рисунков, 11 таблиц, 17 использованных источников.

*Тема проекта* “Электроснабжение железнодорожного предприятия

*Объект исследования* – электроснабжение железнодорожного предприятия – локомотивного депо на станции «Отрожка».

*Цель работы* – проведение расчетов параметров электроснабжения локомотивного депо «Отрожка».

*В процессе работы* выполнен расчет параметров системы электроснабжения локомотивного депо «Отрожка». Рассмотрены мероприятия по охране труда, произведена оценка влияния предприятия на окружающую среду и указаны способы снижения этих влияний.

*В результате работы* определены характер и мощности нагрузок локомотивного депо «Отрожка», выполнен электрический расчёт питающей сети и токов аварийных режимов. На основе анализа сделан выбор проводников, основного оборудования для электроснабжения локомотивного депо «Отрожка» и мероприятий по защите электрооборудования от сверхтоков и перенапряжений.

*Расчетный экономический эффект*: На основании сметы затрат определена себестоимость реконструкции электроснабжения локомотивного депо «Отрожка», которая составляет … . Затраты на эксплуатацию электрооборудования депо составляют …. тыс. руб.

**Содержание**

Введение…………………………………………………………………….….

1 Реконструкция электроснабжения железнодорожного предприятия….....................................................................................................

1.1Систематизация и расчет электрических нагрузок…………………...

1.2Расчет электрической сети и выбор оборудования…………………...

1.3Расчет сверхтоков и выбор защитной аппаратуры……………………

2Применение аутсорсинга при электроснабжении нетяговых потребителей……………………………………………………………….......

3 Технико-экономическое обоснование обновления устройств электроснабжения……………………………………………………………...

4 Безопасность и экологичность решений проекта……………………..

4.1Охрана труда…………………………………………………………….

4.1.1 Общая характеристика и анализ потенциальных опасностей при работах по реконструкции системы электроснабжения локомотивного депо……………………………………………………………………………...

4.1.2 Организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасности работ…………………………………………………………….

4.1.3 Технологическая карта по обеспечению безопасного производства работ при комплексной проверке состояния, ремонту и испытанию комплектной трансформаторной подстанции (КТП) 6 кВ………………….

4.2 Охрана окружающей среды…………………………………………….

Заключение……………………………………………………………………..

Список использованных источников…………………………………………

Приложение А………………………………………………………………….

Приложение Б…………………………………………………………………..

**Введение**

Система электроснабжения промышленного предприятия должна обеспечивать потребителей необходимым количеством электроэнергии при допустимых пределах показателей качества по графику потребления соответствующему плану выпуска продукции. Нормальный режим электроснабжения должен соответствовать условиям длительной работы при минимальных потерях электроэнергии.

Стационарная электроэнергетика железнодорожного транспорта является крупным потребителем электроэнергии. Наиболее крупными потребителями на железнодорожных узлах обычно являются различные депо по ремонту локомотивов и подвижного состава.

Электроэнергетика локомотивных депо является важнейшим элементом подъема производительности труда и улучшения его санитарно-гигиенических и эстетических условий. На современном этапе технического развития депо существенно расширилась область применения электроэнергии. Она используется во всех технологических процессах и способствует комплексной механизации и автоматизации работ по ремонту и эксплуатации локомотивов.

Улучшение использования электроэнергии возможно только в совокупности с осуществлением мероприятий по оптимизации технологического процесса, совершенствованию режима эксплуатации электроприёмников (ЭП) и внедрению более экономичного оборудования. В связи с необходимостью повышения производительности труда в деповском хозяйстве внедряются конвейерные линии, новые устройства и технологические процессы, увеличивается установленная мощность электроприемников, и повышается электровооруженность труда /1/.

В результате работ, проведенных непосредственно в производственных условиях многих депо различных дорог, была получена универсальная энергетическая характеристика, отражающая зависимость удельного расхода электроэнергии на ремонт условного локомотива по энергоемкости от годовой производительности депо в целом. Изменение нагрузки депо существенно влияет на удельный расход электроэнергии. Эксплуатационные характеристики отдельных цехов и отделений (мелких цехов) локомотивного депо существенно отличаются. Наряду с современным оборудованием весьма велика доля морально и физически устаревшего.

За последнее десятилетие созданы новые конструкции и виды электротехнического оборудования силовых и измерительных трансформаторов, реакторов, коммутационных аппаратов, устройств защиты от перенапряжений. Правильное проектирование системы электроснабжения депо, рациональное размещение подстанций в центре электрических нагрузок и равномерное распределение электрических нагрузок, уменьшит потери электроэнергии, повысит уровень надежности электроснабжения, приведет к уменьшению приведенных затрат и снижению удельных норм расхода электроэнергии.

Вместе с тем, в условиях рыночных отношений становится всё более актуальной проблема совершенствования эксплуатации системы электроснабжения нетяговых потребителей железнодорожного транспорта. Всё большее число предприятий используют систему аутсорсинга позволяющую повысить производительность труда и освободить железнодорожные подразделения от выполнения непрофильных функций.

Целью проекта является проведение расчётов для реконструкции системы электроснабжения при модернизации технологического оборудования локомотивного депо находящемся на Лискинском отделении Юго-Восточной железной дороги.

Целью специального вопроса является проблема совершенствования обслуживания нетяговых потребителей путём применения системы аутсорсинга.

**1 Реконструкция электроснабжения железнодорожного предприятия**

**1.1 Систематизация и расчет электрических нагрузок депо**

В связи с установкой нового оборудования и возрастанием электропотребления в данном локомотивном депо необходимо произвести реконструкцию системы электроснабжения. При этом ставятся следующие задачи:

- обеспечить электроэнергией заданного качества все электроприёмники;

- создать надёжную и гибкую систему электроснабжения;

- обеспечить выполнение требований новых нормативов по электробезопасности;

- максимально сохранить существующее электрооборудование пригодное для дальнейшей эксплуатации;

- соблюсти требования по экологии и утилизации демонтируемого оборудования.

Проектируемое локомотивное депо имеет следующие характеристики.

Год пуска в эксплуатацию – 1870 г., разрядность депо – внеклассное.

Основные производственные участки расположены возле главного корпуса имеющего три железнодорожных пути. Площадь территории депо 58600 м2, в том числе застроенная – 41170 м2.

Общая полезная длина путей – 4260 м2, из них 2924 м2– на тяговой территории и 1336 м2– в зданиях депо.

Электрифицировано – 1274 м путей.

Общая полезная площадь цехов – 16142,6 м2, в том числе :

- стойловой части – 6728,4 м2

- мастерских и подсобных цехов – 5549,4 м2

- служебно–бытовых помещений – 3864,8 м2

В депо имеется:

- цех для капитального ремонта КР-1 и текущего ремонта ТР-3 электропоездов с прилегающими вспомогательными цехами и отделениями;

- цех текущего ремонта ТР-2, ТР-1 и ТО-3 дизель - поездов;

- пункт технического обслуживания электропоездов открытого типа без смотровой канавы на одно стойло (пять секций);

- пункт технического обслуживания дизель – поездов открытого типа, совмещённый с экипировкой на одно стойло (четыре секции)

- пункт обмывки электропоездов и дизель – поездов открытого типа.

Имеются также экипировочные и другие устройства, в том числе:

- база запаса топлива;

- склад сырого песка на 1000 м3 с пескосушилкой;

- пункт экипировки тепловозов типа ЧМЭ-3 и путевой техники

Электропоезда работают на полигонах Мичуринск - Воронеж – Россошь, протяжённостью 440 км; Валуйки – Воронеж, протяжённостью 260 км, Воронеж – Поворино, протяжённостью 320 км.

Применение вибродиагностического комплекса «Вектор - 2000» позволяет своевременно оценивать техническое состояние подшипников качения, зубчатых передач, тяговых двигателей моторных вагонов электропоездов и снизить количество случаев неисправности мотор-вагонного подвижного состава (МВПС) в эксплуатации.

Восстанавливаются изношенные и изготавливаются новые узлы и детали МВПС. Всего восстанавливается 21 наименований узлов и деталей, изготавливается 65 наименований изделий из капрона и резины, ежемесячно восстанавливается 150 – 200 банок аккумуляторных батарей ПК – 55.

Режим работы основных цехов депо – односменный. Для отдельных участков, занятых подготовкой локомотивов в рейс применяется трёхсменный график работы. Для решения поставленных задач депо имеет высококвалифицированные кадры.

Электропитание цехов и установок осуществляется кабельными линиями (КЛ), отходящими от деповской трансформаторной понижающей подстанции (ТП-Депо). В основном срок эксплуатации КЛ депо составляет более 15…20 лет, в результате чего наблюдается частый выход КЛ из работы. Система электроснабжения локомотивного депо сложилась за предыдущие годы, постоянно претерпевая изменения во внешней и внутренней разводке, причиной которых чаще всего являлись как новые производственные задачи, так и текущие производственные обстоятельства (порывы, аварии и пр.).

Изношенность всей электроснабжающей сети и оборудования депо обусловила постепенную замену ранее проложенных кабелей подземной или внутренней прокладки в наружном исполнении. Изменения, вносимые в прокладку кабелей и разводку по помещениям, зачастую не отражаются в документации и создадут в будущем множество трудностей при организации внутрицехового учета потребления электроэнергии.

Локомотивное депо по надежности электроснабжения относится к потребителям третьей категории. Вместе с тем от низковольтного распределительного устройства с напряжением 0,4 кВ ТП-Депо проложена кабельная линия резервного питания поста электрической централизации (ЭЦ), потребителя первой категории.

Необходимость усиления системы электроснабжения вызвана установкой новых дополнительных мощных нагрузок: второго колёсно-токарного станка с мощностью *рН* = 80 кВт (ЭП №62) и стенда испытания дизельных двигателей с мощностью *рН* = 190 кВт (ЭП №136).

Всего в депо установлено 173 единицы стационарного оборудования. В помещениях администрации и бытовых помещениях, расположенных на втором и третьем этажах, над пантографным отделением, применяется 35 единиц офисного оборудования, 12 кондиционеров, а также 20 единиц бытовой техники. Установленная паспортная мощность оборудования депо составляет 1720,4 кВт, в том числе:

- технологическое оборудование, *РΣ* = 534,1 кВт, или 31,0 %;

- испытательные стенды, *РΣ* = 277,3 кВт, или 16,1 %;

- компрессоры, насосы, *РΣ* = 126,9 кВт, или 7,4 %;

- вентиляторы, кондиционеры, *РΣ* = 160,9 кВт, или 9,4 %;

- краны, манипуляторы, *РΣ* = 101,5 кВт, или 5,9 %;

- электродомкраты, *РΣ* = 237,5 кВт, или 13,8 %;

- сварочное оборудование, *РΣ* = 110,0 кВт, или 6,4 %;

- освещение общее и местное, *РΣ* = 97,6 кВт, или 5,7 %;

- прочее оборудование, *РΣ* = 74,6 кВт, или 4,3 %.

Структура установленной мощности всех потребителей депо приведена на рисунке 1.1.

В связи с большим объемом выполняемых расчетов задание на проектирование разделено на две части, поэтому расчет нагрузок в дипломном проекте будет выполнен совместно со студенткой Свиридовой Еленой Ивановной. В данной проектируемой части депо установлено 104 единицы стационарного оборудования.

Исходными параметрами для решения сложных комплексно-технических и экономических расчетов, возникающих при проектировании современных предприятий, являются нагрузки. Расчёт нагрузок необходим для определения места расположения и мощности понижающей подстанции и распределительных шкафов, правильного выбора мощности компенсирующих устройств, выбора сечения проводов и кабелей, шин, выбора и принятия уставок релейной защиты, расчета потерь, отклонения и колебания напряжения. Поэтому правильное определение электрических нагрузок является решающим фактором при проектировании и эксплуатации электрических сетей, электроснабжения предприятий.

Расчет электрических нагрузок выполняется для выбора и проверки токоведущих элементов по пропускной способности (нагреву), расчёта потерь и показателей качества электроэнергии, выбора защитной аппаратуры и устройств компенсации реактивной мощности. Расчёт нагрузок проводится в характерных точках по мере приближения к источнику питания. Поскольку формирование нагрузок зависит от случайных факторов, при проектировании используется теория вероятностей с применением метода упорядоченных диаграмм (метод коэффициента максимума).

Рисунок 1.1 – Структура установленной мощности потребителей депо

Расчет силовых электрических нагрузок производится по всему предприятию (депо) по характеристикам режима работы электроприемников (ЭП). Расчет нагрузок на освещение депо будет выполнен студенткой Свиридовой Еленой Ивановной.

Различают три основных режима работы электрических установок: продолжительный, кратковременный и повторно-кратковременный. В длительном режиме машины рассчитаны работать без повышения температуры отдельных частей выше допустимых пределов (вентиляторы, насосы, электропечи) /2/.

В длительном режиме, но с переменной нагрузкой работают различные обрабатывающие станки, прессы, молоты. При кратковременном режиме за период включения температура отдельных частей не успевает достичь недопустимых значений, а период остановки достаточен для остывания. В этом режиме работают вспомогательные механизмы станков, различные заслонки и затворы.

При повторно-кратковременном режиме длительность циклов работы и останова не превышает 10 мин. В этом режиме работают краны и сварочные трансформаторы, создающие также значительные пиковые токи.

Для выполнения проекта электроснабжения депо необходимо определить следующие значения электрических нагрузок: средние нагрузки за максимально загруженную смену, максимальные кратковременные (пиковые) нагрузки, максимальные нагрузки различной продолжительности. В настоящее время принят получасовой расчётный максимум нагрузки *(РMAX = Р30)* /2/.

В начальной стадии расчёта паспортные номинальные мощности электроприёмников приводятся к установленной мощности с учётом продолжительности включения (*ПВ*, %) равной единице и коэффициента мощности по формуле

, [1.1]

где *рН* – установленная номинальная мощность электроприёмника, кВт;

*Sпасп* – паспортная номинальная мощность электроприёмника, кВ·А;

*ПВ* - продолжительность включения характеризует время работы электроустановки под нагрузкой в течение часа, отн. ед.;

*сos φ* – коэффициент мощности, определяющий соотношение активной и реактивной составляющих потреблённой электроэнергии (в некоторых случаях удобнее пользоваться *tg ϕ.*

Установленная мощность электроприёмников принимается равной:

- для электродвигателей длительного режима работы, силовых и электропечных трансформаторов, электроосветительных и электроотопительных приборов – паспортной мощности;

- для электродвигателей повторно-кратковременного режима работы, сварочных трансформаторов - паспортной мощности, приведённой к относительной продолжительности включения.

Далее определяется суммарная средняя нагрузка электроприёмников, которая даёт возможность оценить нижний предел возможных значений расчётной нагрузки за максимально загруженную смену характерных суток.

При определении электрических нагрузок величины и коэффициенты относящиеся к одному электроприёмнику обозначаются строчными, а к группе электроприёмников – прописными буквами /2/.

Средние активные *РСМ* и реактивные *QСМ* нагрузки за максимально загруженную смену необходимые для определения расчётного максимума нагрузки определяются

 *РСМ = kи* · *РН*; [1.2]

*QСМ = РСМ · tgϕ,*[1.3]

где *kи* – коэффициент использования (определяется по справочникам);

*tg ϕ*- коэффициент мощности, определяется по тригонометрическим таблицам по заданному значению *сos φ* или по формуле:

*tg* = .[1.4]

Коэффициентом использования называется отношение средней активной мощности электроприёмника (или группы), к её номинальному значению.

В начале расчета производится систематизация электрических нагрузок. Приводится таблица, в которой перечислены все электроприемники предприятия с указанием выбранного режима их работы (коэффициента использования и коэффициента мощности, продолжительности включения, отличающегося от 100 %). Данные о режимах работы оборудования принимаются по соответствующим справочникам /1/.

Все электроприемники повторно – кратковременного режима необходимо привести к *ПВ* = 100 % или 1,00. Для кранов *ПВ* = 25 %. Для сварочного оборудования *ПВ* = 65 %, для металлургического оборудования *ПВ* = 40 % /3/.

Для сварочных трансформаторов и сварочных машин, задается номинальная полная мощность в кВ·А, и для расчета ее необходимо привести к активной по формуле [1.1].

Мостовые краны и кран – балки должны иметь 3 двигателя (подъема, передвижения моста, передвижения тележки (тельфера)). В случае если мощность электродвигателя не разбита, суммарную мощность следует разбить приблизительно в пропорциях 0,45 – 0,45 – 0,1. Электротали имеют два двигателя (подъема, передвижения тележки), поэтому его мощность можно разбить в пропорции 0,7 – 0,3 /2/.

Например, в электромашинном отделении имеется мостовой кран грузоподъёмностью 5 т. (ЭП №116) с установленной суммарной паспортной мощностью двигателей *рН.П* = 10,0 кВт. следовательно по формуле [1.1] его приведённая мощность определится

*рН* = 10,0 · √0,25 = 5,0 кВт.

При наличии однофазных нагрузок, к которым относятся, печи сопротивления и сварочные трансформаторы если расчетная номинальная мощность однофазных электроприемников больше 15% мощности трехфазной группы электроприемников, то эквивалентная трехфазная мощность (*РНЭ* ) определяется в зависимости от количества и схемы включения однофазных электроприемников в трехфазную сеть /2/.

В депо однофазными нагрузками являются освещение и нагрузки офисной техники в административных помещениях. Поскольку они многочисленны и равномерно распределены по фазам трёхфазной сети их можно учитывать как трёхфазные.

Перед расчётом нагрузок проведём предварительное исследование конфигурации электрической сети и определим группы электроприёмников. По территории депо нагрузки распределены в каждом цеху отдельными группами, поэтому будет предпочтительна радиально – магистральная схема их подключения от распределительных шкафов. В связи с этим будем выполнять расчет отдельно по каждому цеху, объединяя данные расчетов в таблице для выбора трансформатора ТП и оборудования сети внешнего электроснабжения.

Произведем расчет электрических нагрузок депо по методу упорядоченных диаграмм. По режиму работы делим электроприемники на две группы:

- электроприемники с переменным графиком нагрузки (*kИ* < 0.6);

- электроприемники с постоянным графиком нагрузки (*kИ* ≥ 0,6).

Определим средние нагрузки за максимально загруженную смену по группам электроприемников одного режима работы и данные занесём в таблицу 1.1. Всего по депо определилось 14 групп электроприёмников. Мощные электроприёмники и мостовые краны, создающие значительные пиковые нагрузки, а также фидера общего освещения подключаем к распределительному устройству (РУ) питающей подстанции отдельными кабельными линиями.

В качестве примера проведём расчет для электроприёмников электромашинного и пропиточных отделений с переменным графиком нагрузки, питаемых от силового пункта СП-12.

В графу 2 таблицы 1.2 записываем количество электроприемников одного режима работы (с одинаковым *kИ* и *сos φ*). В данном примере в группе имеются два сверлильных станка, *n* = 2.

В графу 3 записывается суммарная установленная мощность электроприемников, для сверлильных станков *рН*= 6,4 кВт. Суммарная установленная мощность всей группы из 12 ЭП с переменным графиком нагрузки питаемых от СП-12 составит *ΣРН* = 61,7 кВт.

В графу 4 и 5 записываются коэффициенты использования и *сos φ* групп одного режима работы выбранных по справочнику /1/.

Определим коэффициенты мощности по таблице 1.1 и преобразуем их в *tgϕ* по формуле [1.3] или по математическим таблицам. По формуле [1.2] определим средние нагрузки по группам электроприемников, например, для сверлильных станков при *tg φ* = 1,15

*РСМ* = 0.20 ·⋅6,4 = 1,3 кВт; *QСМ*= 1,3 · 1.15 = 1,5 кВ·Ар.

Средние нагрузки заносятся в графы 6 и 7 таблицы 1.1.

Для электроприемников с постоянным графиком нагрузки расчет ведется аналогично как с переменным графиком до графы 6 таблицы 1.1., но для них, а также для осветительных нагрузок:

 *PМ = PСМ; QМ = QСМ*

Рассчитаем итоговую строчку таблицы 1.1.

По результатам граф 6 и 3 определяется групповой коэффициент использования для электроприёмников с переменным графиком нагрузки *КИ* по формуле

*КИ = ΣРСМ /ΣРН*. [1.5]

Для группы СП-12:

*КИ*= 15,4/61,7 = 0.25.

Заключительный расчёт максимальных (пиковых) нагрузок необходим для проверки колебаний напряжения в сети и выбора токовых защит, выбора элементов сетей по экономической плотности тока, определения потерь и отклонений напряжения.

Для определения максимальной расчётной мощности по кривым, приведённым в справочниках необходимо определить коэффициент максимума *КМ* и эффективное число электроприёмников *nЭ*. Под *nЭ* понимается такое число одинаковых по режиму электроприёмников одинаковой мощности, которое создаёт какой же расчётный максимум, что и группа различных электроприёмников /2/.

Точное определение *nЭ*производится по формуле, шт

 [1.6]

При большом числе разнообразных ЭП допускается применять упрощённые методы расчёта. При определении эффективного числа электроприёмников с переменным графиком нагрузки необходимо участь характер электроприёмников в группе.

Если число электроприёмников в группе равно четырём и более, то эффективное число ЭП допускается принимать равным фактическому при условии

 *m ≤ PН. MAX/ PН MIN* ≤ 3, [1.7]

где*PMAX* – номинальная мощность максимального электроприёмника, кВт;

*PMIN* - номинальная мощность минимального электроприёмника, кВт.

При определении m исключаются мелкие электроприёмники с суммарной мощностью менее 5% /2/.

Если *m* > 3, то *nЭ* можно определить по формуле

 [1.8]

где*ΣРН* – суммарная мощность ЭП группы, кВт.

В группе СП-12 *PН. MAX* = 16,0 кВт, сварочный преобразователь (ЭП №138) и *PН MIN* = 3,0 кВт, пресс (ЭП №102), следовательно *m* = 5,3.

*nЭ* = 2 · 61,7/16,0 = 7,7 шт.

Следовательно, по кривым коэффициентов максимума при коэффициенте использования в группе *КИ* = 0,25 определяем, что *КМ* = 1,90.

Максимальная мощность нагрузок группы *Р М* определится, кВт

*Р М = РСМ · КМ*. [1.9]

Для группы СП-12

*Р М*= 15,4 · 1,90 = 29,3 кВт.

Реактивная мощность, необходимая для создания магнитного потока электрических машин, изменяется в получасовой максимум не столь значительно и определяется

- при *nЭ* ≤ 10, *Q М*= 1,1 *Q СМ*;

- при *nЭ* > 10, *Q М = Q СМ*

В данном примере у группы с переменным графиком питаемой от СП-12

*Q М*= 1,1 · *QСМ* = 1.1 · 17,7 = 19,5 кВ·Ар.

Максимальные нагрузки для электроприёмников длительного режима работы принимаются равными средним нагрузкам за максимально загруженную смену /2/.

Результаты расчета нагрузок приведены в таблице 1.1.

В случае если число электроприемников больше трёх, а *nЭ* меньше четырёх, то расчет максимальной нагрузки ведется по коэффициенту загрузки *kЗ*, который для электроприемников: длительного режима работы при *kЗ* = 0,90 и *cos φ* = 0,90; принимаем как

*PМ*= 0,90 · *PН*; *QМ* = 0,75 · *PМ*;

- повторно-кратковременного режима работы *kЗ* = 0,75; *cos ϕ* = 0,70; принимаем

*PМ*= 0,75 · *PН; QМ = PН*.

Например, таким путём можно определить максимальную нагрузку для ЭП питаемых от СП-9.

В цехе подъёмного ремонта при подъёме кузова локомотива электродомкраты включаются по четыре одновременно, следовательно из можно считать групповым приводом с приведённой мощностью *PН. MAX* = 15,0 кВт (ЭП №77, ЭП № 78, ЭП № 85, ЭП № 86).

Минимальным групповым ЭП можно считать два привода открывания двери с *PН MIN* = 2,2 кВт (ЭП №76, ЭП №84), следовательно *m* = 6,8. По формуле [1.8]

*nЭ* = 2 · 51,6/15,0 = 6,6, принимаем *nЭ* = 6 шт.

Однако, поскольку для данной группы очень малый *КИ* = 0,05 для ЭП с переменным графиком нагрузки

*PМ*= 0,75 · 51,6 = 38,7 кВт; *QМ* = 38,7 кВ·Ар.

Для ЭП с постоянным графиком нагрузки

*PМ*= 0,9 · 9,0 = 8,1 кВт; *QМ* = 0,75 · 8,1 = 6,1 кВ·Ар.

Подсчитываем итог по силовым нагрузкам, складывая итоги соответствующих граф для электроприёмников повторно-кратковременного и длительного режимов (*n, PН, PСМ, QСМ, PМ, QМ*).

Реактивные нагрузки емкостного характера учитываются со знаком «минус» /2/.

Для группы питаемой от СП-12

*ΣPМ*= 29,3+ 39,0 = 68,3 кВт; *ΣQМ* = 19,5 + 14,5 = 34,0 кВ·Ар.

Для выбора силового шкафа питающего группу, подсчитаем среднюю мощность *SСМ* за максимально загруженную смену, кВ·А

*SСМ* =. [1.10]

Для группы питаемой от СП-12 без учета компенсации реактивных нагрузок

*SСМ*= 63,2 кВ·А.

Выбор сечения проводников питающей линии подсчитывается по значению получасовой максимальной нагрузки

*SМ* = 75,2 кВ·А.

При напряжении питания *UН* =0,38 кВ определим максимальный ток питающей линии, А

*IМ*=. [1.11]

Для СП-12 максимальный ток определится

*IМ*= = 114,0 А.

Результаты расчета нагрузок приведены в таблице 1.1.

Для выбора мощности трансформаторов деповской понижающей подстанции и питающих её кабельных высоковольтных линии необходимо провести расчёт нагрузок в масштабе всего депо. Для этого необходимо снова произвести расчёт средних и максимальных нагрузок одинакового режима работы /2/. Обобщённые результаты расчёта всех нагрузок цехов и отделов приведены в таблице 1.2.

При расчёте электрических нагрузок необходимо учесть следующее:

- электрооборудование с резко-переменным графиком нагрузки и создающие большие пусковые токи и снижения напряжения выделяется из группы и должно обеспечиваться электропитанием по отдельным кабельным линиям непосредственно от главного распределительного щита (ГРШ) подстанции;

- электрооборудование, включаемое для производства временных и ремонтных работ, а также резервное оборудование, не учитывается при расчёте нагрузок /2/.

Отдельными линиями от ГРШ получают питание щиты управления общего и аварийного освещения

Отдельными кабельными линиями необходимо обеспечить электроснабжение мостовых кранов (ЭП №51, ЭП №53, ), стенда для обкатки колёсных пар (ЭП №20), колёсно токарных станков (ЭП №45, ЭП № 62), генератора токов высокой частоты (ЭП №56), компрессоров (ЭП № 99 и №108), стенда для испытания двигателей (ЭП №136). В качестве резервного оборудования можно учесть один из компрессоров, поскольку они работают попеременно.

При большом числе разнообразных электроприёмников можно прибегнуть к упрощённому определению максимальных нагрузок по формуле [1.9]. По результатам таблицы 1.2 определяем, что в депо с переменным графиком нагрузки работают 149 единиц оборудования с суммарной номинальной приведённой мощностью *РН* = 832,2 кВт и средней нагрузкой за максимально нагруженную смену *РСМ* = 218,1 кВт. По формуле [1.5] определим групповой коэффициент использования

*КИ* = 218,1/832,2 = 0,26.

Определяем, что наиболее мощным ЭП с переменным графиком нагрузки является Стенд для испытания двигателе1 дизель-поездов (ЭП №136) и по формуле [1.8] определим эффективное число электроприёмников, шт

*nЭ* = 2 · 832,2/190,0 = 8,8 шт.

По кривым в справочнике /3/ находим величину коэффициента максимума активной мощности *Км* в зависимости от величины группового *Ки* и эффективного числа группы *nЭ* По кривым определяем, для этих условий коэффициент максимума равен: *КМ* = 1,85..

При наличии в депо электроприемников с переменными и с постоянными графиками нагрузок, расчетная мощность нагрузки определяется, в этом случае, отдельно для каждой группы, а суммарная расчетная нагрузка по питающей подстанции в целом, как сумма максимальных нагрузок. По формуле [1.10] определяем максимальную активную и реактивную мощность за наиболее загруженную смену группы электроприемников с переменным графиком нагрузки

РМ = 1,85 · 218,1 = 403,4 кВт;

при nЭ < 10

QМ = 1,1 · 247,4 = 272,1 кВ·Ар.

Сложив нагрузки всех электроприёмников депо, по формуле [1.10] определяем полную мощность за максимально загруженную смену

ΣРСМ = 528,2 кВт; ΣQСМ = 547,9 кВ·Ар.

SСМ = 761,0 кВ·А.

Далее необходимо участь, что от подстанции депо питаются два посторонних потребителя, пост электрической централизации на 120 стрелок, и станция перекачки мазута. С учётом их заявленной мощности мощность нагрузок питающей подстанции депо определится

ΣРСМ = 650,6 кВт; ΣQСМ = 625,8 кВ·Ар; SСМ = 895,8 кВ·А.

На основании мощности за максимально загруженную смену производится выбор компенсирующего устройства, тип мощность понижающих силовых трансформаторов.

Определяем максимальную мощность нагрузок подстанции депо

ΣРМ = 874,2 кВт; ΣQМ = 640,5 кВ·Ар.

SМ = 1083,7 кВ·А.

Для выбора сечения проводников питающих тоководов по формуле [1.11] определим ток максимальной нагрузки депо для низковольтной питающей сети, и данные занесём в таблицу 1.2

*IМ*= = 1647,0 А.

1.2 Расчёт электрической сети и выбор оборудования

Предприятия крупных железнодорожных узлов имеют различные категории по надёжности электроснабжения. Для выполнения условий по электроснабжению первой категории необходимо иметь два независимых источника электроснабжения. Согласно ПУЭ /4/ в качестве независимых источников электроснабжения допускается считать две секции шин одной подстанции при выполнении следующих условий:

- каждая из секций шин питается от независимых источников;

- секции или системы шин не связаны между собой или имеют связь, автоматически отключающуюся при нарушении нормальной работы на одной из секций шин.

Источником питания электрических нагрузок железнодорожного узла является центральная понизительная подстанция (ЦРП) находящаяся на балансе эксплуатационной ответственности дистанции электроснабжения. ЦРП получает от энергосистемы электроэнергию по двум воздушным линиям на напряжении 110 кВ. На этой подстанции установлены два трёхобмоточных понижающих трансформатора с расщеплёнными обмотками со вторичным напряжением по 6 кВ. Трансформаторы с двумя вторичными обмотками на одинаковое напряжение необходимы для снижения тока короткого замыкания /3/. Обе вторичные обмотки имеют напряжение опыта короткого замыкания ек = 10,5 % /5/. Системы шин на напряжении 110 кВ и 6 кВ секционированы. При этом на напряжении 6 кВ секционированы системы шин от каждой вторичной обмотки.

От ЦРП электрическая энергии на напряжении 6 кВ передаётся другим подстанциям железнодорожного узла и далее по кольцевой или радиальной схеме нескольким железнодорожным понизительным подстанциям среди которых есть потребители разных категорий надёжности электроснабжения. Нагрузки первой категории находятся на вокзале, дистанции сигнализации и связи (дом связи, пост электрической централизации) и др.

На ЦРП системы шин питаются от различных трансформаторов и независимы друг от друга. Для питания электрических нагрузок узла от каждой системы шин к железнодорожным подстанциям проложены кабельные и воздушные линии с рабочим напряжением 6 кВ. Схема электроснабжения предприятий железнодорожного узла строится на основе следующих принципов.

Первый принцип заключается в максимальном приближении источников высокого напряжения к электроустановкам потребителей. Благодаря этому снижаются потери электроэнергии, за счёт сокращения длины низковольтных магистральных токопроводов уменьшается расход цветных металлов на прокладку кабелей и проводов,.

Второй принцип состоит в отказе от «холодного резерва». Число специальных резервных, нормально не работающих линий и трансформаторов должно быть сведено к минимуму.

Третьим принципом является глубокое секционирование всех звеньев системы электроснабжения. На секционных аппаратах рекомендуется предусматривать системы автоматического включения резерва (АВР).

Четвёртым принципом является выбор режима работы элементов системы электроснабжения. Основным является режим раздельной работы, поскольку при этом существенно упрощается схема коммутации сети и уменьшается ток короткого замыкания. Благодаря раздельной работе на большинстве подстанций можно установить только разъединитель или выключатель нагрузки.

Понижающая подстанция, питающая данное депо включена в кольцевую схему железнодорожного узла и получает питание на напряжении 6 кВ по двум кабельным линиям.

Первый питающий фидер подстанции выполнен кабелем 6 кВ марки ААШВ 3×120, длина 0,90 км. На первой секции шин установлен понижающий трансформатор типа ТМ-630/6/0,4.

Второй питающий фидер подстанции выполнен кабелем 6 кВ марки АСБ 3×70, длина 0,70 км. Понижающий трансформатор второй секции шин типа ТМ-320/6/0,4. Системы шин высокого и низкого напряжения секционированы.

Подстанции депо (ТП Депо) имеет следующие посторонние низковольтные потребители: пост электрической централизации (ЭЦ) на 120 стрелок, заявленная мощность *Р* = 72,4 кВт, *cos φ* = 0,85 и станцию перекачки мазута, заявленная мощность *Р* = 50,0 кВт, *cos φ* = 0,85.

Также от первой секции шин 6 кВ подстанции депо отходит кабельная линия для питания комплектной трансформаторной подстанции (КТП) дистанции пути.

В распределительном устройстве высокого напряжения на существующей ТП Депо установлены комплектные камеры типа КСО 366. Приходящие и отходящие высоковольтные фидеры оснащены масляными выключателями типа ВМГ-10 выработавшими нормативный ресурс. При реконструкции данной подстанции необходимо:

- определить необходимость увеличения мощности или замены силовых понижающих трансформаторов;

- в высоковольтных камерах заменить масляные выключатели на вакуумные стационарного исполнения;

- оснастить распределительное устройство низкого напряжения современными типами панелей с новой коммутационной и защитной аппаратурой.

Трансформаторы питающей подстанции выбирается по условиям окружающей среды. Номинальная мощность трансформатора должна соответствовать средней нагрузке за максимально загруженную смену. Для потребителей первой категории нагрузка трансформатора должна быть не более 70% от номинальной мощности, для второй категории до 80%, третьей до 90% /4/.

При выборе числа и мощности силовых трансформаторов для понизительных подстанций важным критерием является надёжность электроснабжения. Для сокращения складского резерва и возможности взаимозамены следует стремиться выбирать не более двух или трёх стандартных мощностей трансформаторов. Высоковольтное и низковольтное распределительные устройства подстанции депо нуждаются в реконструкции.

Понижающие подстанции оснащается типовыми шкафами и ячейкам и на стороне высшего напряжения 6 кВ для защиты силового трансформатора может иметь предохранитель или выключатель нагрузки, а на стороне низшего напряжения – щит, состоящий из металлических шкафов с автоматическими выключателями (АВ, АВМ, АЕ) или блоками предохранитель – выключатель. Подстанция должна иметь каналы для подвода и вывода кабелей и проводов.

Двухтрансформаторные подстанции позволяют реализовать гибкую и надёжную схему взаимного резервирования и наиболее целесообразны. Обеспечение потребной мощности может быть достигнуто с учётом допустимой перегрузки трансформаторов на время послеаварийного режима.

Проведём сравнение вариантов выбора трансформаторов.

Суммарная рассчитанная мощность нагрузки наиболее нагруженной смены депо составляет: *SСМ* = 895,8 кВ·А. В настоящее время на ТП-Депо установлены трансформаторы с суммарной номинальной мощностью *SН.Т* = 950 кВ·А. следовательно, нагрузка за максимально нагруженную смену для них составляет 94,3 %, что превышает норму для потребителей третьей категории. Также трансформатор типа ТМ-320/6/0,4 находится в эксплуатации более 40 лет, выработал нормативный ресурс и по техническому состоянию нуждается в замене. При реконструкции ТП Депо трансформатор типа ТМ-320/6/0,4 может быть заменён на :

- трансформатор типа ТМ-400/6/0,4 мощностью 400 кВ·А;

- трансформаторами типа ТМ-630/6/0,4 мощностью 630 кВ·А.

В первом случае рассчитанная нагрузка потребителей за максимально загруженную смену составит 87,0 % от мощности трансформаторов типа ТМ-630/6/0,4 и ТМ-400/6/0,4 соответствует нормам для потребителей третьей категории.

Во втором случае рассчитанная нагрузка потребителей за максимально загруженную смену составит 71,1% от мощности двух трансформаторов типа ТМ-630/6/0,4. Поскольку среди нагрузок от ТП Депо имеется потребитель первой категории (пост ЭЦ), а также в связи с тем, что энерговооружённость депо и электропотребление будет всё более возрастать, принимаем решение об установке второго трансформатора типа ТМ-630/6/0,4. Схема трансформаторной понижающей подстанции питания депо приведена на рисунке 1.2.

Понижающая подстанция, питающая нагрузки депо расположена на расстоянии 0,1 км от основного корпуса депо. Питание групп электроприёмников производится низковольтными кабельными линиями. Существующая низковольтная кабельная сеть выработала нормативный срок эксплуатации и требует замены.

Цеховые сети распределения электроэнергии должны:

- обеспечивать необходимую надежность электроснабжения приемников электроэнергии в зависимости от их категории;

- быть удобными и безопасными в эксплуатации;

- иметь оптимальные технико-экономические показатели (минимум приведенных затрат);

- иметь конструктивное исполнение, обеспечивающее применение индустриальных и скоростных методов монтажа.

Необходимо определить наиболее рациональную схему построения низковольтной сети и выбрать места для установки силовых пунктов и распределительных щитов низкого напряжения. С этой целью необходимо определить центры нагрузок групп электроприёмников.

Для определения места установки распределительных устройств высокого или низкого напряжения на предприятии (станции) выявляются сосредоточенные нагрузки и определяются центры тяжести групп распределённых нагрузок. Если нагрузки сосредоточены (цех, депо) то объект может иметь один источник питания (понизительную подстанцию), который наиболее целесообразно располагать в центре электрических нагрузок.

При построении сети необходимо сопоставить как материальные затраты на устройство высоковольтной или низковольтной сети, так и надёжность электроснабжения и заданное качество электроэнергии у потребителей. Низковольтные кабельные (а особенно воздушные) линии длиной более 150…200 м значительно увеличивают входное сопротивление питающей сети у потребителей. Это приводит к потерям электроэнергии, снижению напряжения в конце линии и уменьшению надёжности срабатывания защит от сверхтока /3/.

Намечаются места подстанций и производится распределение нагрузок между ними с учётом тяготеющих к ним разбросанных нагрузок При определении центров распределения нагрузок необходимо учесть информацию о местах скопления нагрузок, места возможного расположения источников питания, наличие существующих высоковольтных линий, величину и характер нагрузок. Возможные центры распределения нагрузок должны быть максимально удалены друг от друга и приближены к наиболее крупным электроприёмникам.

При определении центров нагрузок низковольтной сети на схематический генплан предприятия (цеха) наносится картограмма нагрузок /2/. План предприятия необходимо поместить в прямоугольную систему координат с осями *Х* и *Y*. При этом каждый электроприёмник (или распределительный шкаф) с нагрузкой *Pi*, будет иметь координаты *Xi, Yi*. При таком способе можно по аналогии с центром тяжести материальных точек определить центр электрических нагрузок группы электроприемников или всего предприятия, координаты которого (*X0*, *Y0*) могут определиться по формуле

, , [1.12]

где*Pi* – мощность электроприёмника, кВт;

*Xi, Yi* - координаты электроприёмника, м.

Далее центры нагрузок групп ЭП определяются по формуле [1.12] и в масштабе цеха, разбивая электроприёмники на группы, можно определить координаты возможных центров групп и принять решение о местах установки распределительных шкафов. На основании выбора места расположения КТП и конфигурации кратчайшей сети выбирается трасса и схема прокладки кабелей. Подстанция и цеховые силовые шкафы должны быть приближены к колоннам и стенам цеха как естественным опорам для выходящих и подходящих к ним участков сети.

Например, по формуле [1.12] определим координаты центра тяжести группы из девяти ЭП, питаемой от распределительного шкафа СП-11. Координаты ЭП по осям *Х* и *Y* примем в метрах. Схема предприятия с координатами ЭП приведена на рисунке 1.3. Координаты группы из четырёх электродомкратов можно принять в геометрическом центре их установки.

 =

= 73,2 м.

 =

= 36,8 м.

В некоторых случаях возле определённого центра нагрузок оказывается движущееся оборудование, технологический проход и т.д. в таком случае силовой пункт необходимо располагать на ближайшем удобном участке площади депо. Для выбора места расположения силового шкафа питания группы нагрузок СП-11 выберем точку с координатами *ХСП-11* = 73,0 м и *YСП-11* = 37,0 м возле стены здания в помещении цеха подъёмного ремонта. Центр нагрузок оказывается удалён от силового пункта СП-11 на 1,0 м. Подобным образом определим координаты других групп ЭП и распределительных шкафов депо и данные занесём в таблицу 1.3.

С учётом расчётов выполненными студенткой Свиридовой Е.И. по максимальной мощности групп электроприёмников и определим координаты центра тяжести всех нагрузок депо, который оказался в точке с координатами:

*ХД* = 50,5 м и *YД* =37,5 м.

Для уменьшения потерь электроэнергии в низковольтной сети питающая подстанция должна быть максимально приближена к центру нагрузок, однако для удешевления проекта при реконструкции системы электроснабжения сохраним существующую подстанцию в отдельном кирпичном строении и расположенную на расстоянии 0,1 км от ввода низковольтных кабелей в помещения депо со стороны кернового отделения. Следовательно, место расположения ТП Депо смещено от центра нагрузок депо на 138,0 м.

Таблица 1.3 – Координаты центра нагрузок и места установки силовых пунктов групп электроприёмников, в метрах

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Координаты | СП-9 | СП-10 | СП-11 | СП-12 | СП-13 | СП-14 |
| *ХЦН* | 13,8 | 45,5 | 73,2 | 88,0 | 17,4 | 49,7 |
| *YЦН* | 31,5 | 32,4 | 36,8 | 26,4 | 19,0 | 16,5 |
| *ХСП* | 16,0 | 38,0 | 73,0 | 94,6 | 15,2 | 52,0 |
| *YСП* | 17,5 | 17,5 | 37,0 | 31,2 | 16.5 | 17,5 |

Схема магистральной низковольтной сети приведена на рисунке 1.3.

Ввод питающей сети на ТП Депо выполнен на напряжении 6 кВ. В зависимости от типа линии и класса напряжения сечение проводников питающей сети выбирается в соответствие с ПУЭ /4/ по допустимому длительному току и проверяется по:

- динамическому и термическому действию токов короткого замыкания;

- допустимой экономической плотности тока по формуле

 ,[1.13]

где *SПР* – площадь поперечного сечения фазной жилы проводника, мм2;

*IM* – ток в час максимума, А;

*JЭК* – нормированное значение экономической плотности тока, А/мм2.

Поведём выбор проводников высоковольтных кабельных линий питающих ТП Депо. Максимальная мощность нагрузки депо согласно данных расчёта в таблице 1.2 составляет: *SМ* = 1083,7 кВ·А. Максимальный ток при напряжении сети 0,4 кВ составляет: *IM* = 1647 А. по формуле [1.11] для питающей сети с напряжением 6 кВ – *IM* = 104 А.

При односменной работе предприятия и числе использования максимума нагрузки до 3000 час. в год экономическая плотность тока для высоковольтных проводов с изоляцией из полиэтилена и алюминиевыми жилами составляет:

*JЭК* = 1,6 А/мм2 /4/.

Следовательно, сечение провода кабельной линии питания предприятия должно быть:

*SКЛ* ≥ 104,0/1,6 ≥ 65,0 мм2.

Сечение жил кабеля основного питания марки ААШВ 3×120, трёхжильного алюминиевого кабеля в алюминиевой оболочке составляет 120 мм2, а кабеля для резервного питания марки ААБ 3×70, трёхжильного алюминиевого кабеля в свинцовой оболочке и с бумажной изоляцией - 70 мм2. Следовательно, существующие высоковольтные кабели позволяют выполнить электроснабжение ТП Депо в соответствие с действующими нормативами. При этом по кабелю основного питания имеется запас для транзита электроэнергии на КТП питания дистанции пути.

Сечения проводников высоковольтной сети и питающих группы низковольтных электроприемников, выбираем по длительно – допустимому току /4/ исходя из условия

*IРАСЧ ≤ IДЛ. ДОП*., [1.14]

где *IРАСЧ* – расчетный ток, А;

*IДЛ. ДОП* – длительно – допустимый ток по нагреву для проводника, А.

Рисунок 1.2 – Схема деповской понижающей подстанции

Рисунок 1.3 – Схема деповской низковольтной распределительной сети

Например, в вынужденных режимах электроснабжения кабель марки ААБ 3×70 позволяет пропускать длительно-допустимый ток до *IДЛ. ДОП* = 175 А.

Низковольтные сети выполняются по системе TN-C-S четырёхжильными кабелями, проложенными в коробах и кабельных каналах. При прокладке нескольких кабелей в расчёт вводятся коэффициенты согласно ПУЭ /4/. Например, для четырёхжильных кабелей вводится коэффициент 0,92 по сравнению с длительно допустимым током для трёхжильных.

Например, максимальный ток СП-11 составляет *IМ* = 61 А. Следовательно, при прокладке по помещениям цехов в воздухе на желобах и по кабельной каналам можно выбрать кабель типа АВВГ 4×25 с алюминиевыми жилами и длительно допустимым током 69 А.

Данные по магистральной питающей сети приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Кабели питающей низковольтной сети

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Путь питающей сети | Ток группы ЭП, *IМ*, А | Тип кабеля | Сечение кабеля, мм2 | Допустимый ток кабеля, *IДЛ. ДОП*, А |
| ТП – СП-9 | 98 | АВВГ | 3×50 + 1×25 | 101 |
| ТП – СП 10 | 88 | АВВГ | 4×16 | 55 |
| ТП – СП-11 | 61 | АВВГ | 4×25 | 69 |
| ТП – СП-12 | 114 | АВВГ | 3×70 + 1×50 | 128 |
| ТП – СП-13 | 61 | АВВГ | 4×25 | 69 |
| ТП – СП-14 | 94 | АВВГ | 3×50 + 1×25 | 101 |

Распределительная низковольтная сеть состоит из присоединений отдельных электроприемников к силовым пунктам (СП).

Она выполняется в виде электропроводок в пластмассовых или тонкостенных водо– газопроводных стальных трубах изолированными одножильными проводами или четырёхжильными кабелями /3/.

Расчетные токи для различных электроприемников определяются в зависимости от типа оборудования.

Для сварочных трансформаторов

. [1.15]

Для электрических приемников повторно – кратковременного режима сечение питающих проводов должно выбираться по ПУЭ /4/. Если в результате выбора сечение алюминиевых проводов получается *S* ≤ 10 мм2, то провод выбирают по номинальному току электроприемника, *IРАСЧ* = *IПАСП* и к *ПВ* = 100% не приводится, а если *S*≥ 16 мм2 то расчетный ток определяется по формуле, А

. [1.16]

Этим учитывается тепловая инерция проводников больших сечений.

Для приводов с асинхронными двигателями номинальный ток определится, А

 [1.17]

Например, для приводов колёсно-токарных станков питаемых отдельными линиями прямо от шин 0,4 кВ КТП с *рН* = 80, 0 кВт *IН* = 160 А. Следовательно необходимо выбрать кабель с сечением фазных алюминиевых жил 120 мм2 и нулевой жилой 70 мм2 имеющий *IДЛ. ДОП* 184 А. Для пресса в электромашинном отделениис *рН* = 3, 0 кВт *IН* = 6 А. Следовательно необходимо выбрать четырехжильный алюминиевых провод марки АПРТО с сечением жил по 2,5 мм2 и имеющий *IДЛ. ДОП* = 19 А /4/.

Расчет и выбор силовых распределительных шкафов проводится по среднему току групп электроприёмников /3/. Выбираются типовые конструкции выпускаемые в настоящее время промышленностью.

Основными потребителями электрической энергии на предприятиях обычно являются асинхронные электродвигатели и трансформаторы. В некоторых режимах они потребляют значительную реактивную мощность. Для компенсации реактивной мощности могут применяться компенсирующие устройства: батареи статических конденсаторов, синхронные компенсаторы, синхронные двигатели.

Конденсаторные батареи могут использоваться практически в любом диапазоне мощностей. Преимуществом конденсаторной установки является простота, небольшая стоимость, малые удельные собственные потери активной мощности, отсутствие движущихся частей. К недостаткам относятся невозможность плавного регулирования реактивной мощности, пожароопасность, наличие остаточного заряда.

Выбор мощности конденсаторных батарей осуществляют по расчетам электрических нагрузок подстанции и заданному входному *tg φВХ*, с помощью которого определяется входная мощность, компенсацию которой берет на себя энергетическая система. Из расчета электрических нагрузок определяется средняя активная мощность за наиболее загруженную смену *PСМ* и вычисляется реактивная мощность *QК* , кВ·А р которую необходимо компенсировать по формуле

*QК =PСМ ⋅ ( tg φ — tg φ вх )*. [1.18]

где *tg φ* – фактическое значение коэффициента мощности предприятия;

*tg φ вх* = 0,33, нормированное значение коэффицинта мощности.

Для выбора мощности конденсаторной батареи на ТП Депо *QК*определяем PСМ из расчета нагрузок (таблица 1.2). На данном уровне распределения электроэнергии (цеховая подстанция) в проекте *tg φВХ* = 0.33.

*QК* = 650,6 ⋅ (615,8/650,6 - 0.33) = 401,1 кВ·А р.

В качестве компенсирующего устройства в распределительном устройстве низкого напряжения выбираем ближайшую по мощности автоматическую низковольтную конденсаторную установку типа УКЛН – 0.38 – 400 – 50 У3 /3/.

**1.3 Расчёт сверхтоков и выбор защитной аппаратуры**

Основной причиной нарушений нормального режима работы системы электроснабжения является возникновение коротких замыканий (КЗ) в сети или в элементах электрооборудования вследствие повреждения изоляции или неправильных действий обслуживающего персонала. Для снижения ущерба, обусловленного выходом из строя электрооборудования при протекании токов КЗ, а также для быстрого восстановления нормального режима работы системы электроснабжения необходимо правильно определять токи КЗ и по ним выбирать электрооборудование, защитную аппаратуру и средства ограничения сверхтоков.

При возникновении КЗ имеет место увеличение токов в фазах системы электроснабжения или электроустановок по сравнению с их значением в нормальном режиме работы. В свою очередь, это вызывает снижение напряжений в системе, которое особенно велико вблизи места КЗ.

В трехфазной сети различают следующие виды КЗ: трехфазные, двухфазные, однофазные и двойные замыкания на землю.

Трехфазные КЗ являются симметричными, так как в этом случае все фазы находятся в одинаковых условиях. Все остальные виды КЗ являются несимметричными, поскольку при каждом их них фазы находятся не в одинаковых условиях и значения токов и напряжений в той или иной мере искажаются.

Наиболее распространенным видом КЗ являются однофазные КЗ в сетях с глухо- и эффективно заземленной нейтралью. Значительно реже возникают двойные замыкания на землю, т. е. одновременное замыкание на землю разных фаз в различных точках сети, работающей с изолированной нейтралью.

Расчетным видом КЗ для выбора или проверки параметров электрооборудования обычно считают трехфазное КЗ. Однако для выбора или проверки уставок релейной защиты и автоматики требуется определение и несимметричных токов КЗ /3/.

При проверке электрических аппаратов и жестких проводников (вместе с относящимися к ним поддерживающими и опорными конструкциями) на электродинамическую стойкость расчетным видом является трехфазное КЗ.

При проверке гибких проводников на электродинамическую стойкость (тяжение, опасное сближение и схлестывание проводников) расчетным видом КЗ является двухфазное КЗ.

При проверке проводников и электрических аппаратов на термическую стойкость расчетным видом в общем случае является трехфазное КЗ.

При проверке электрических аппаратов на коммутационную способность расчетным видом КЗ может быть трехфазное или однофазное КЗ в зависимости от того, при каком виде ток имеет наибольшее значение.

Расчет токов КЗ с учетом действительных характеристик и действительных режимов работы всех элементов системы электроснабжения сложен. Поэтому для решения большинства практических задач вводят допущения, которые не дают существенных погрешностей:

- не учитывается сдвиг по фазе ЭДС различных источников питания, входящих в расчетную схему;

- трехфазная сеть принимается симметричной;

- не учитываются токи нагрузки;

- не учитываются емкости, а следовательно, и емкостные токи в воздушной и кабельной сетях;

- не учитывается насыщение магнитных систем, что позволяет считать постоянными и не зависящими от тока индуктивные сопротивления всех элементов короткозамкнутой цепи;

- не учитываются токи намагничивания трансформаторов /3/.

В зависимости от назначения расчета токов КЗ выбирают расчетную схему сети, определяют вид КЗ, местоположение точек КЗ на схеме и сопротивления элементов схемы замещения. Выбор расчетных схем различных электроустановок производят путем анализа возможных схем этих электроустановок при различных режимах их работы, включая ремонтные и послеаварийные режимы, за исключением схем при переключениях.

Для расчета тока КЗ на основании схемы электроснабжения предприятия приведённой на рисунке 1.2 составляется эквивалентная схема замещения электроснабжения депо. На рисунке 1.4 приведены расчётная схема цепи КЗ (а), схема замещения цепи КЗ-1 (б) и эквивалентные схемы замещения цепи КЗ-12 (в) и КЗ-2 (г).

Рисунок 1.4 – Схемы для расчета сверхтока при КЗ

Для выбора параметров и характеристик оборудования и уставок токовых защит необходимо определить ток КЗ в различных точках сети.

Локомотивное депо получает основное питание по высоковольтной кабельной линии 6 кВ длиной 0,9 км и выполненной кабелем марки ААШВ 3×120 с сечением алюминиевых жил по 120 мм2.

Расчет тока КЗ удобнее вести в именованных единицах, так как сопротивление большей части элементов цепи собственных нужд (шин, кабелей, переходных сопротивлений) задается в каталогах в Омах. Сопротивления всех элементов схемы замещения приводятся к среднему номинальному напряжению ступени КЗ *UСН*, которое на 5% больше номинального /3/.

Индуктивное сопротивление системы определяется из предшествующих расчетов результирующих сопротивлений всех условно объединенных источников до шин подстанции, или же вычисляется по мощность КЗ на шинах подстанции. Складываются соответствующие составляющие, определяется результирующие сопротивления цепи КЗ

 .[1.19]

где *r∑*- активное, *x∑*- реактивное и *z∑*- полное сопротивления, Ом

Для упрощения расчёта активные сопротивления цепи учитываются, если они более чем на 10% влияют на конечный результат /3/. Следующим упрощением является то, что полные сопротивления цепи КЗ складываются арифметически, а не геометрически. При этом преимущественно активное сопротивление воздушных и кабельных линий арифметически складывается с преимущественно индуктивным сопротивлением трансформаторов.

Действующее значение периодической составляющей тока трёхфазного КЗ *IКЗ*определится, кА

, [1.20]

где*UCH* - среднее номинальное напряжение, кВ;

*Z∑* - суммарное сопротивление цепи КЗ, Ом.

Определяется ударный ток в цепи *iУ* возникающий через 10 мс после образования КЗ, А

. [1.21]

Для электроустановок высокого напряжения ударный коэффициент с достаточной для практики точностью можно принять равным *КУ* = 1,8, а для электроустановок низкого напряжения *КУ* = 1,2 /3/.

Для силового трансформатора полное сопротивление определится, Ом

,[1.22]

где*UК* - напряжение опыта КЗ трансформатора, %;

*ST* – номинальная мощность трансформатора, кВ·А.

Погонное индуктивное и активное сопротивления кабелей и воздушных линий возьмём в справочниках /3/. Суммарное полное сопротивление питающей линии составит, Ом

*ZWL = z0 · l.* [1.23]

Для определения сопротивления цепи КЗ на другой ступени напряжения необходимо пересчитать полученные величины по формуле

*ZНН = ZВН/КТР 2* [1.24]

где КТР – коэффициент трансформации. Ток двухфазного КЗ определится, А:

*IКЗ (2) = IКЗ* · 0,867. [1.25]

Каждое присоединение должно быть обеспечено коммутационной и защитной аппаратурой. Аппараты защиты следует устанавливать, как правило, в местах сети, где сечение проводника уменьшается (по направлению к месту потребления электроэнергии) или где это необходимо для обеспечения чувствительности и селективности защиты. Аппараты защиты должны устанавливаться непосредственно в местах присоединения защищаемых проводников к питающей линии /4/.

В силовой трансформатор к шинам питающей сети подключён посредством коммутационного аппарата. Для этой цели можно применить высоковольтный разъединитель, которым в сети до 20 кВ можно отключать ток намагничивания (холостого хода) трансформаторов мощностью до 630 кВ·А /4/.

Трансформаторы малой и средней мощности на стороне высокого напряжения (ВН) как правило, от сверхтоков защищаются высоковольтными предохранителями, которые выбираются по конструктивному выполнению, номинальному напряжению и току, предельному отключаемому току и мощности, роду установки и в некоторых случаях условию селективности.

Предохранители высоковольтные токоограничивающие ПКТ и ПКН предназначены для защиты силовых трансформаторов, воздушных и кабельных линий, трансформаторов напряжения в электроустановках до 35 кВ от токов перегрузок и коротких замыканий.

Коммутационные способности предохранителей соизмеримы с выключателями такого же класса напряжения.

При выключении токов большой кратности к номинальному предохранитель работает с токоограничивающими свойствами. Защитная характеристика предохранителя определяет зависимость времени отключения от величины сверхтока защищаемой цепи.

Время термической стойкости масляных трансформаторов зависит от напряжения опыта короткого замыкания еК, %.

При протекании сверхтока это время *tДОП., с*, приближённо можно оценить по следующей формуле

 , [1.26]

гдекоэффициент кратности тока КЗ к номинальному току трансформатора.

При КЗ на шинах вторичной обмотки *К* = 100/*еК*,.

Условием защиты трансформатора является

*tПЛ < tДОП*, [1.27]

где*tПЛ* – время сгорания плавкой вставки предохранителя, с.

Кривые время-токовых характеристик предохранителей приведены на рисунке 1.5.

Рисунок 1.5 – Время-токовые характеристики высоковольтных предохранителей ПК (на кривых обозначены номинальные токи плавких вставок)

Номинальный ток плавкой вставки предохранителя на стороне ВН трансформатора выбирается из следующих условий:

- для трансформаторов мощностью до 160 кВ·А, *IН ВСТ* = 2(3)⋅*IН ТР*;

- для трансформаторов мощностью до 630 кВ·А, *IН ВСТ* = 1,5(2)⋅*IН ТР*.

При этом необходимо учесть кратковременные пусковые токи оборудования и ток намагничивания при включении трансформатора без нагрузки. Например, сопротивление цепи КЗ на шинах 6 кВ КТП (точка К-1) складывается из сопротивления питающей системы, которой является центральная распределительная подстанция (*ХС* = 0,50 Ом), сопротивления воздушной и кабельной линий. Погонное сопротивление высоковольтной линии основного питания ТП Депо выполненной кабелем марки ААШВ 3×120 *zWK* = 0.26 Ом/км /3/; по формуле [1.24] определим сопротивление кабельной линии

*ZWK* = 0.26· 0.9 = 0.23 Ом.

Суммарное сопротивление цепи КЗ до точки К-1 определится

*ZКЗ-1* = 0,50 + 0,23 = 0,73 Ом.

Ток трёхфазного КЗ в точке К-1 по формуле [1.21] определится

= 5,00 кА = 5000 А.

В максимуме системы энергоснабжения оба трансформатора "ТП-Депо" включены параллельно и работают на сборные шины с напряжением 0,4 кВ.

Сопротивление одного трансформатора "ТП-Депо" типа ТМЗ-630/6/0.4 определится по формуле [1.22] (при *UК* = 4,5%): на стороне напряжения 0,4 кВ

= 0,0114 Ом;

- на стороне напряжения 6,3 кВ

= 2,84 Ом.

Суммарное сопротивление цепи КЗ при напряжении 6,3 кВ до точки К-2 определится:

- в минимуме системы

*ZКЗ.2 МАХ* = 0,73 + 2,84 = 3,57 Ом.

- в максимуме системы

*ZКЗ.2 МАХ* = 0,73 + 2,84/2 = 2,15 Ом.

Ток трёхфазного КЗ по формуле 1.21 определится:

- в минимуме системы

 = 1,02 кА = 1020 А;

- в максимуме системы

 = 1,69 кА = 1690 А.

Ток двухфазного КЗ в минимуме системы определится

*IКЗ-2 MIN (2*) = 1,020 · 0,867 = 0,884 кА.

При расчете сверхтока в низковольтной сети сопротивление высоковольтной питающей сети не учитывается. Следовательно, сопротивление цепи КЗ в максимуме и минимуме системы энергоснабжения для точки К-2 при напряжении 0,4 кВ определится сопротивлением трансформатора типа ТМ-630/6/0,4 току трёхфазного КЗ и составит

*ZКЗ-2 МIN* = 0,0114 Ом;

*ZКЗ-2 МАХ* = 0,0114/2 = 0,0057 Ом.

Ток трёхфазного КЗ в точке К-2 по формуле [1.21] определится:

- в минимуме системы, IКЗ-2 = 20,30 кА = 20300 А;

- в максимуме системы, IКЗ-2 = 40,56 кА = 40560 А.

По величине сверхтока в максимуме энергосистемы проводится выбор коммутационной аппаратуры на отключающую способность.

По величине сверхтока двухфазного КЗ в минимуме системы проверяем селективность срабатывания токовых защит.

Поскольку по паспортным данным номинальный ток ТМЗ-630/6 на стороне 6 кВ равен *IН**ТР* = 60,5 А, его защиту выполним предохранителями типа ПК с плавкой вставкой на ток 100 А.

По кривым время-токовых характеристик предохранителей (рисунок 1.5) определяем, что плавкая вставка *IН ВСТ* = 100 А при токе двухфазного КЗ в минимуме системы равному 884 А сгорает за время *tПЛ* = 1,0 с.

Поскольку *К* = 884/60,5 = 14,60 по формуле [1.26] время термической стойкости ТМЗ-630/6 определится

*tДОП* = 900/14,72 = 4,2 с.

Поскольку, *tПЛ* = 1,0 < *tДОП* , следовательно, защита трансформатора высоковольтными предохранителями типа ПК с плавкой вставкой на 100 А обеспечивается.

По паспортным данным /3/ номинальный ток трансформатора ТМЗ-400/6 при напряжении 0,4 кВ составляет *IН*= 945 А.

Сопротивление трансформатора току однофазного КЗ зависит от схемы соединения обмоток и для трансформатора типа ТМ-630/6/0,4 со схемой Y/YH составит *ZКЗ ОД* = 0,043 Ом, а со схемой Δ/YH составит *ZКЗ ОД* = 0,014 Ом.

Ток однофазного КЗ составит:

- для трансформатора типа ТМ-630/6/0,4 со схемой Y/YH *IКЗ-ОД* = 5,1 кА;

- со схемой Δ/YH *IКЗ-ОД* = 15,7 кА.

Токовую защиту трансформатора на стороне вторичной обмотки можно выполнить:

- низковольтными автоматическими выключателями с номинальным током 1000 А /3/.

Предохранителями типа ПР-2 в исполнении - 2 (длинные предохранители) с номинальным током патрона и предохранителя на 1,0 кА имеют предельный отключаемый ток до 20 кА и не обладают достаточным запасом надёжности при трёхфазном КЗ.

Следовательно токовую защиту низковольтной отмотки трансформатора типа ТМ-630/6/0,4 необходимо выполнить автоматическим выключателем (автоматом) с номинальным током на 1000 А /3/. Как правило автоматы устанавливаемые на вводе силовых трансформаторов оснащаются электромагнитными расцепителями с током срабатывания 10 *IН*.

Необходимо выбрать трансформатор со схемой соединения обмоток Δ/YH поскольку ток однофазного КЗ в этом случае составляет *IКЗ-ОД* = 15,7 кА и достаточен для защиты трансформатора в режиме однофазного и трёхфазного КЗ на шинах 380/220 В.

**2 Применение аутсорсинга при электроснабжении нетяговых потребителей.**

Новые условия хозяйствования, задачи экономического роста в стране требуют поиска новых путей повышения эффективности работы, отвечающих требованиям рыночной экономики. Одним из приоритетных направлений для повышения эффективности работы железных дорог является аутсорсинг, благодаря которому появляется возможность значительно повысить производительность бизнеса ОАО «РЖД», оптимизировать деятельность компании.

Существует много определений термина аутсорсинг. Наиболее полно это понятие отражает такая формулировка: аутсорсинг – оптимизация деятельности предприятия за счёт концентрации усилий на основном бизнесе и передача непрофильных работ внешним специализированным организациям (аутсорсерам) на договорной основе.

К основным причинам использования аутсорсинга относят желание сосредоточится на основных видах деятельности, необходимости повышения качества обслуживания, потребность в экономии затрат, решение стратегических задач.

Негативным фактором при переходе на аутсорсинг является потеря контроля над собственными ресурсами, отрыве руководства от переданной на аутсорсинг части деятельности Другая проблема при переходе на аутсорсинг – риск невыполнения аутсорсером своих обязательств. Для минимизации этого риска необходимо составление «Соглашения об уровне обслуживания».

Решение о применении аутсорсинга в основном принимается на основании единственного параметра – экономия издержек. Однако аутсорсинг не всегда может быть дешевле использования внутренних резервов, так как при его применении повышается качество выполнения работ, а следовательно, и их цена.

На железнодорожном транспорте в силу его специфики и условий передачи работ сторонним организациям под аутсорсингом понимается способ оптимизации деятельности, филиалов за счёт концентрации усилий на основных видах деятельности и передачи отдельных видов работ специализированным организациям (аутсорсерам) на договорной основе с соответствующим сокращением персонала филиала.

Для определения взаимоотношений ОАО «РЖД» с поставщиками услуг в настоящее время в компании разработаны и утверждены Положение об использовании аутсорсинга филиалами ОАО «РЖД», Перечень работ, которые могут быть переданы филиалами ОАО «РЖД» на аутсорсинг, Методика расчёта экономической эффективности от использования аутсорсинга в ОАО «РЖД».

Основными условиями, которые целесообразно соблюдать при привлечении аутсорсера, являются проведение конкурсных процедур, обеспечение экономической эффективности передачи работ на аутсорсинг, обеспечение экономической безопасности и сохранение качества выполняемых работ. Порядок принятия решения о применении аутсорсинга состоит из нескольких этапов.

На начальном этапе проводится оценка собственных возможностей: анализируются ресурсы, их техническое состояние, квалификация персонала, задействованного в выполнении работ, которые предполагается передать на аутсорсинг; оцениваются качество и себестоимость работ при выполнении их собственными силами; определяются потребности в дополнительных капиталовложениях, необходимых для повышения эффективности и качества выполнения работ собственными силами. При условии, если удаётся сократить издержки и обеспечить конкурентоспособную цену работ, то передача их на аутсорсинг нецелесообразна.

Далее анализируются возможности аутсорсеров.

Затем готовятся предложения о применении аутсорсинга в виде пояснительной записки, в которой аргументируется необходимость привлечения аутсорсера для выполнения работ с указанием причин нецелесообразности выполнения их собственными силами, и рассматриваются два варианта – с привлечением аутсорсера и без его привлечения. Эффективность применения аутсорсинга определяется на основании Методики расчёта экономической эффективности от использования аутсорсинга в ОАО «РЖД».

Пояснительная записка согласовывается всеми причастными подразделениями филиала. Подготовленный проект решения о применении аутсорсинга согласовывается с причастными подразделениями в аппарате управления компании. После этого осуществляется корректировка бюджетов. Для выбора аутсорсера – исполнителя работ проводится конкурс, а затем заключается соответствующий договор.

По заключённым договорам при передаче работ на аутсорсинг ведётся постоянный контроль с анализом обоснованности цен, объемов, качества и сроков выполняемых аутсорсером работ /11/.

Экономический эффект от применения аутсорсинга для определённых работ обеспечивается, если затраты ОАО «РЖД» при передаче работ на аутсорсинг, т. е. затраты на оплату работ , выполняемых аутсорсером, меньше затрат ОАО «РЖД» на выполнение работ собственными силами:

 [2.1]

Где Саут – стоимость работ при выполнении их сторонней организацией (аутсорсером);

Зперс – затраты ОАО «РЖД», связанные с увольнением, приёмом работников, выполняющих работы, передаваемые на аутсорсинг;

Зсобст – затраты компании при выполнении работ собственными силами;

Э – величина минимального экономического эффекта от применения аутсорсинга.

Целесообразно, чтобы эффект от применения аутсорсинга был равен 10 – 20%

Окончательно конкретные виды деятельности, которые будут переведены на аутсорсинг, будут определены решениями итогового правления компании. Среди них - ремонт и обслуживание радиостанций, антенно-мачтового хозяйства, ремонт и сервисное обслуживание оргтехники. В департаменте вагонного хозяйства это могут быть деятельность по промывке и подготовке вагонов к погрузке, дезинфекция вагонов, обслуживание диагностических устройств, поставка отдельных комплектующих. В пассажирских перевозках это прежде всего экипировка и снабжение вагонов, подготовка постельного белья, питание в поездах, уборка вокзалов и вагонов.

В перспективе все большие объемы ремонтных работ по инфраструктуре и подвижному составу будут передаваться на конкурсной основе независимым ремонтным предприятиям. Конкурсная основа - в этом и есть весь смысл.

Уже сегодня фактически вся система содержания телекоммуникаций компании является сферой аутсорсинговых услуг, которые выполняет «ТрансТелеКом». Кроме того, аутсорсинговые компании работают практически во всех филиалах РЖД.

Аутсорсинг эффективен в том случае, если можно передать функции по вспомогательным видам деятельности, заплатив за это тот же объём средств в размере не более фонда оплаты труда, который сегодня тратим мы сами на штатных работников. При этом эффект мы должны получить за счет отсутствия затрат на социальное обеспечение, на оборудование, на мероприятия по охране труда и т.д. Все это уже переходит на ответственность аутсорсинговых компаний. А они, поскольку заинтересованы в получении прибыли, внедряют лучшие формы организации труда /12/.

Особый интерес представляет введение аутсорсинга в электроснабжение нетяговых потребителей. Объекты хозяйства электроснабжения железнодорожной автоматики и нетяговых потребителей имеются на каждой станции и каждом перегоне. Протяженность линий электроснабжения устройств СЦБ составляет более четырёх тысяч километров, линий полуавтоматической блокировки около двух тысяч километров /8/.

Сетевым районам дистанций электроснабжения приходится выполнять много разнообразных работ как требующих высокой квалификации обслуживающего персонала, так и простых работ требующих большой физической нагрузки (вырубка просек, откопка кабельных траншей). Видами деятельности, которые могут быть переданы на аутсорсинг, на начальном этапе могут быть:

- очистка трасс линий электропередач от древесно-кустарниковой растительности;

- обслуживание и ремонт релейной защиты, средств автоматики и телемеханики;;

- техническое обслуживание и ремонт силовой электротехнической аппаратуры;

- плановая диагностика состояния оборудования и заземляющих устройств.

За дистанциями электроснабжения можно оставить работы по оперативному управлению энергохозяйством, ликвидации повреждений и освещение железнодорожных территорий.

Однако для передачи на аутсорсинг хотя бы некоторых видов деятельности необходимо решить ряд организационных, правовых и технических проблем. Наиболее важными проблемами для передачи этого огромного хозяйства на аутсорсинг являются следующие:

- большой физический и моральный износ основных фондов;

- техническая отсталость ряда предприятий и примитивизм многих электроустановок;

- длительное недостаточное финансирование системы электроснабжения нетяговых потребителей;

- неурегулированность правовых проблем по степени ответственности смежных подразделений за нарушения режима электроснабжения;

- неурегулированность правовых проблем за качество электроэнергии для особо ответственных потребителей.

На сети железных дорог на сегодняшний день около 40 % линий электроснабжения СЦБ выработали нормативный ресурс и более 80 % нуждаются в техническом перевооружении. По данным различных источников длительность отключений потребителей гораздо выше, чем в технически развитых западных странах.

Наиболее повреждаемыми устройствами являются провода, почти 30 % повреждений от общего количества, высоковольтные предохранители – около 20 %, кабели – 15 %, трансформаторы – 10 %, разъединители – 10 % и другие устройства /13/.

Анализ повреждений проводов показывает, что основной причиной повреждений является касание ветвей проводов и падение деревьев.

На Северо-Кавказской железной дороге при объеме вырубки деревьев около 500 км в год фактическая потребность вырубки составляет 1200 км. /13/. Из чего можно сделать вывод что, учитывая ежегодный прирост деревьев для решения вопроса борьбы с древесно-кустарниковой растительностью необходимо:

- увеличение ежегодных объемов вырубки до 1000км в год;

- выполнение работ по вырубки силами подрядных организаций оснащённых специализированной техникой и приспособлениями для механизации работ по борьбе с древесно-кустарниковой растительностью.

- эффективным техническим мероприятием по снижению повреждаемости проводов ВЛ могло бы быть применение самонесущих изолированных проводов. Особенно на курортных участках, где местная администрация не позволяет выполнять вырубку и обрезку реликтовых лесонасаждений. Однако, реализация этого мероприятия сдерживается финансовыми затруднениями. Стоимость одного км линии с такими проводами составляет около 500 тыс. руб. и в два или в три раза выше, чем у линий со сталеалюминиевыми проводами.

Следующей проблемой является сильный износ кабельных линий, из которых половина эксплуатируется со сроком службы более нормативного – 30 лет. Так же с истекшим сроком эксплуатации эксплуатируется половина трансформаторных подстанций, особенно масляные выключатели, трансформаторы, разъединители большинство из которых выработали свой ресурс.

Основной причиной такого положения в энергетическом хозяйстве является хроническая недостаточность финансовых средств, что приводит к не выполнению необходимых объемов капитального ремонта. Учитывая степень износа основных фондов, хроническое недофинансирование хозяйства представляется весьма проблематичным, вопросы обеспечения безопасности движения поездов в хозяйстве не говоря уже о его развитии, обеспечении резервирования, росте энерговооруженности. Средняя степень износа основных фондов хозяйства электроснабжения превышает 50 % /13/.

Так, в энергетическом хозяйстве около 50 % высоковольтных ВЛ и более 50 % высоковольтных кабельных линий (КЛ) и трансформаторных подстанций со сроком службы более нормативного 30 лет. Даже при доведении объемов капитального ремонта ВЛ и КЛ 6 (10) кВ до 50 км в год потребуется 18 лет для выполнения требуемого объема работ. За этот период превысится нормативный срок службы еще 230 км ВЛ и 140 км КЛ. Для приведения оборудования подстанций в соответствие с требованиями Правил устройства электроустановок и Правил эксплуатации электроустановок потребителей необходимо ежегодно производить замену 100 масляных выключателей, выработавших свой ресурс и давно снятых с производства, на вакуумные выключатели /13/.

При этом заявки подразделений энергетики на оборудование выполняются системой материально-технического обеспечения крайне неудовлетворительно.

В условиях эксплуатации старого оборудования происходит обострение социальных проблем и отток молодёжи из хозяйства электроснабжения. Фактическая среднегодовая численность работников хозяйства, электромонтёров и электромехаников, занятых непосредственным обслуживанием электроустановок сокращается и значительно ниже расчетной.

Все железнодорожные узлы со сложными электросетями и ответственным оборудованием на СКЖД обслуживаются районами электроснабжения. Всего на дороге 26 районов электроснабжения. Средняя заработная плата электромонтёров не достигает показателей в других отраслях энергетики. При этом для обеспечения работы других подразделений дороги почти на четверть рабочего времени работники хозяйства электроснабжения отрываются от исполнения своих прямых обязанностей – технического обслуживания и текущего ремонта устройств /13/.

Для перехода на аутсорсинг хозяйства электроснабжения необходима модернизация и реконструкция электроустановок на базе современной техники. Например, оснащение ответвлений от линий высоковольтных отстреливающих предохранителей и установка на магистральных линиях вакуумных реклоузеров. Ныне каждое повреждение приводит к отключению части магистрального участка и соседних отпаек. Особенно это актуально для распределительных сетей сетевых компаний.

Для решения этой задачи используется алгоритм, нашедший широкое распространение в США, Южной Африке, Австралии. Алгоритм предполагает использование в качестве защитного аппарата на ответвлении от сети высоковольтных отстреливающих предохранителей. В основе алгоритма лежит идеология «спасения» предохранителя (от англ. fuse saving). При возникновении КЗ в линии в первом цикле АПВ реклоузер на магистрали производит быстрое отключение и тем самым не дает возможности перегореть плавкой вставке предохранителя на отпайке. На втором или третьем цикле автоматического повторного включения (АПВ), когда можно судить об устойчивости повреждения, реклоузер переходит на характеристику, согласованную с предохранителем на отпайке, давая возможность перегореть плавкой вставке. При этом задействуется возможность реклоузера работать с разными настройками токовых защит в циклах АПВ. Алгоритм позволяет обеспечить максимальную надежность фидера в целом.

Для обслуживания подобных высокотехнологичных устройств необходимо привлечение квалифицированного персонала, получающего адекватную оплату труда и не отвлекаемого на длительное время для выполнения неквалифицированных работ. Таки персоналом должны быть укомплектованы аутсорсинговые компании.

Следовательно, постепенный перевод электроснабжения нетяговых потребителей на аутсорсинг возможен и необходим для совершенствования электроустановок и культуры их обслуживания. Также для этого необходимо решение многих организационно-правовых вопросов, восстановление материально-технического обеспечения и вложение значительных средств в капитальный ремонт, и обновление устройств.

В связи с наметившейся реконструкцией системы электроснабжения нетяговых потребителей возможно принятие решения по передаче электроснабжения СЦБ на конкурсной основе одному из независимых предприятий работающих на аутсорсинговой основе.

В таком случае, при наложении штрафных санкций за перерывы электроснабжения, вызываемые техническими причинами, проблема обеспечения качества электроэнергии для потребителей СЦБ приобретёт выраженную юридическую составляющую и необходимость уточнения порядка расследования повреждений. В связи с возрастанием финансовой ответственности за отклонения качества электроэнергии и надёжности электроснабжения возникнет необходимость подробно и детально перечислить ответственность поставщика и потребителя электроэнергии при:

- перерывах в электроснабжении на время до и более 1,3 с, нормированных ПТЭ железных дорог;

- кратковременных возмущениях в электрической сети;

- порче оборудования СЦБ при атмосферных и коммутационных перенапряжениях.

С этой целью необходима установка сложных регистрирующих и записывающих устройств, как у поставщика электроэнергии, так и у потребителя.

Также сложность вызывает то, что основная часть устройств электроснабжения нетяговых потребителей имеет непосредственную привязку к объектам железной дороги (линии, проложенные по опорам контактной сети, общие трансформаторные подстанции и т. п.), что требует высокой квалификации обслуживающего персонала и знание особенностей эксплуатации объектов железных дорог. Также обслуживание этих объектов требует тесного взаимодействия с диспетчерскими аппаратами железных дорог, что так же требует определённых знаний правил, регламентов и инструкций.

Следовательно, для поэтапного перехода на аутсорсинг хозяйства нетягового электроснабжения необходимо:

- наличие фирм – аутсорсеров, занимающихся оказанием подобных услуг (или их создание)

- приведение электроустановок к требованиям технических нормативов;

- значительное увеличение капитальных вложений в основные фонды необходимых для восстановления и приведения в соответствующее состояние объектов электроснабжения;

- решение нормативных и правовых проблем между смежными подразделениями

**4 Безопасность и экологичность решений проекта**

**4.1 Охрана труда**

**4.1.1 Общая характеристика и анализ потенциальных опасностей при работах по реконструкции системы электроснабжения локомотивного депо**

При производстве работ по реконструкции системы электроснабжения человек может оказаться в сфере действия электромагнитного поля или непосредственном соприкосновении с находящимися под напряжением проводниками электрического тока. Опасность поражения электрическим током усугубляется тем, что, во-первых, ток не имеет внешних признаков и, как правило, человек без специальных приборов не может заблаговременно обнаружить грозящую ему опасность; во-вторых, воздействие тока на человека в большинстве случаев приводит к серьезным нарушениям наиболее важных жизнедеятельных систем, таких как центральная нервная, сердечно-сосудистая и дыхательная, что увеличивает тяжесть поражения; в-третьих, переменный ток способен вызывать интенсивные судороги мышц, приводящие к неотпускающему эффекту, при котором человек самостоятельно не может освободиться от воздействия тока; в-четвертых, воздействие тока вызывает у человека резкую реакцию отдергивания, а в ряде случаев и потерю сознания, что при работе на высоте может привести к травмированию в результате падения.

Также при производстве работ существует опасность падения обслуживающего персонала с высоты. Для исключения подобных случаев применяют лестницы, закрепляемые за опоры, предохранительные пояса и защитные каски. При подключении линии вблизи железной дороги не исключена возможность нахождения членов бригады на пути, что небезопасно, т.к. при отвлеченном внимании слежения за движением поездов возможен наезд подвижного состава на человека. Так как линии питающие депо имеют высокое напряжение, то при пробое изоляторов возникает опасность попадания высокого напряжения на опору или конструкцию, при прикосновении к которой возможно поражение электрическим током человека.

Для исключения подобных случаев выполняют работы по заземлению конструкций, закрепленных непосредственно на железобетонной опоре, устройством контуров заземлений.

Эти линии опасны поражением электрическим током при прямом касании человека проводов линии; для исключения подобных случаев работы на линии производятся только при снятом напряжении с линии и её заземлении.

Система электроснабжения депо является источником электромагнитного поля, которое воздействует на объекты природы. Электромагнитное поле оказывает негативное влияние на работников и население, проживающего вблизи (на центральную нервную, сердечно – сосудистую, гормональную и репродуктивную системы).

Работы по реконструкции системы электроснабжения, когда они проводятся вне помещения запрещаются при неблагоприятных погодных условиях: гроза, дождь, снег, ветер (при скорости свыше 12 м/с), а также в ночное время при неудовлетворительном освещении рабочего места.

**4.1.2 Организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасности работ**

Ответственными за безопасность при выполнении работ являются:

- лицо, выдающее наряд или отдающее распоряжение на производство работ;

- ответственный руководитель работ;

- лицо, отдающее приказ на производство работ (дежурный энергодиспетчер)

- производитель (руководитель) работ;

- наблюдающий;

- члены бригад.

Лицо, выдающее наряд или распоряжение, отвечает за необходимость выполнения работ, правильность предусмотренных мер, обеспечивающих безопасность выполнения работ (состав бригады, квалификацию производителя работ и членов бригады, границу зоны работы и ее категорию, достаточность переключений коммутационных аппаратов, количество и место установки заземляющих штанг и других средств защиты).

Ответственный руководитель работ (при работах по наряду) отвечает за организацию работ в целом, координирует работу различных бригад, устанавливает порядок применения машин и механизмов, наряду с производителем работ отвечает за правильную подготовку места работы и соблюдение работающими требования правил безопасности. Ответственному руководителю работ запрещается непосредственное участие в работе по наряду.

Энергодиспетчер должен убедиться, что лицу, назначенному производителем работ, предоставлено это право, а группа его и исполнителей соответствует категории выполняемых работ.

Список лиц, которые могут выписывать наряд, отдавать распоряжения, назначаться производителями работ и наблюдающими, должен находиться у энергодиспетчера.

Организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих лиц, зависят от категории работ.

В отношении мер безопасности установлены следующие категории работ:

- со снятием напряжения и заземлением;

- вдали от частей, находящихся под напряжением.

При выполнении работ со снятием напряжения и заземлением в зоне (месте) ее выполнения должно быть снято напряжение и заземлены те провода и устройства, на которых будет выполняться эта работа.

При выполнении работ вдали от частей, находящихся под напряжением, работающему в зоне (месте) работы нет необходимости и запрещено приближаться к электроопасным элементам на расстояние менее 2 м.

Организационными мероприятиями по обеспечению безопасности работающих являются:

- выдача наряда или распоряжения производителю работ;

- инструктаж выдающим наряд производителю работ;

- выдача разрешения на подготовку места работы;

- инструктаж производителем работ членов бригады и допуск к работе;

- надзор во время работы;

- оформление перерывов в работе, переходов на другое рабочее место, продления наряда и окончания работы.

Техническими мероприятиями, обеспечивающими безопасность работающих со снятием напряжения и заземлением, являются:

- снятие рабочего напряжения, вывешивание запрещающих плакатов и принятие мер против ошибочной подачи его на место работы;

- проверка отсутствия напряжения;

- наложение заземлений;

- освещение места работы в темное время суток*.*

**4.1.3 Технологическая карта по обеспечению безопасного производства работ при комплексной проверке состояния, ремонту и испытанию комплектной трансформаторной подстанции (КТП) 6 кВ**

1 Назначение

Технологической картой предусмотрено выполнение организационно – технических мероприятий, которые обеспечивают безопасность оперативно – ремонтного персонала при подготовке рабочего места на КТП 6 кВ.

2 Категория производимых работ

Со снятием напряжения с КТП; с подъёмом на высоту.

3 Условие выполнения

По наряду и приказу энергодиспетчера

4 Состав бригады

4.1 Производитель работ – лицо электротехнического персонала, с группой не ниже V.

4.2 Члены бригады – лица электротехнического персонала с группой IV – два человека.

5 Перечень механизмов, приборов, монтажных приспособлений, инструмента, защитных средств и сигнальных принадлежностей

Лестница приставная, 3м, шт..………………………..……………………..1

Термометр с длинным капилляром с пределом измерений до 150 С,шт…1

Мегомметр на 2500В, шт…………………………………………………….1

Мегомметр на 1000 В, шт……………………………………………………1

Вольтметр со шкалой 250 В, шт……………………………………………..1

Шаблон для проверки трубчатого разрядника, компл……………………..1

Щуп толщиной 0,05 мм, шт…………………………………………………..1

Провода для подключения, изолированные сечением 1,5-2,5 мм2, м……10

Линейка, компл………………………………………………………………..1

Шаблон, компл………………………………………………………………..1

Напильник, шт……………………………………………………………...…1

Наждачное полотно, лист…………………………………………………….1

Отвёртка, компл……………………………………………………………….1

Плоскогубцы изолированные, шт……………………………………………1

Ключи гаечные, компл………………………………………………………..1

Заземление переносное, компл……………..по числу, указанному в наряде

Закоротка трёхфазная, компл………………………………………………..1

Перчатки диэлектрические, пар……………………………………………..1

Жилет сигнальный, шт……………………………………………………….3

Каска защитная, шт…………………………………………………………..3

Сигнальные принадлежности, компл……………………………………….1

Аптечка, компл……………………………………………………………….1

6 Организационно – технические мероприятия.

6.1 Накануне работ передать энергодиспетчеру заявку на выполнение работ с указанием времени, места и характера работ.

6.2 Получить наряд на производство работ, после чего лицо, выдавшее наряд проводит целевой инструктаж производителю работ, зафиксировав его в журнале целевых инструктажей подписями обоих лиц, а также в наряде. от лица, выдавшего его.

6.3 Производитель работ получает наряд и проверяет его соответствие технологической карте составляет перечень необходимых переключений.

6.4 Получить приказ энергодиспетчера на отключение и выполнение работ на КТП.

6.5 По прибытии на место работы производитель работ проводит текущий инструктаж по технике безопасности членам бригады с росписью в наряде.

6.6 Подготовку рабочего места производят необходимыми отключениями в два лица, из которых контролирующим является производитель работ. Подготовка рабочего места на КТП заключаются в следующем:

Отключить рубильники со стороны низкого напряжения;

вывесить плакаты "НЕ ВКЛЮЧАТЬ РАБОТАЮТ ЛЮДИ", на приводах;

отключить высоковольтный разъединитель;

вывесить плакат "НЕ ВКЛЮЧАТЬ РАБОТАЮТ ЛЮДИ", на приводе;

Примечание: При наличии блокировки, исключающей вход за ограждение КТП, необходимо в первую очередь отключить высоковольтный разъединитель.

6.7 Подготовить и присоединить к контуру заземления переносные заземления;

6.8 Проверить отсутствие напряжения;

6.9 Установить заземление со стороны высокого напряжения, изъять низковольтные предохранители или установить закоротку со стороны низкого напряжения;

6.10 Вывесить плакаты ЗАЗЕМЛЕНО на приводы разъединителя и рубильников.

6.11 Поставить лестницу к КТП.

6.12 В месте подъёма на лестницу повесить плакат РАБОТАТЬ ЗДЕСЬ, на лестнице – ВЛЕЗАТЬ ЗДЕСЬ, на конструкциях соседнего оборудования, остающегося под напряжением, повесить плакат НЕ ВЛЕЗАЙ УБЪЁТ.

6.13 Растянуть верёвочное ограждение вокруг КТП и повесить на него плакаты СТОЙ, НАПРЯЖЕНИЕ, надписями внутрь ограждения. Эти плакаты установить там, де возможен подход к частям, остающимся под напряжением.

6.14 Допускающий оформляет наряд на рабочем месте, производит допуск бригады к работе и сдаёт подготовленное рабочее место производителю работ, оформляя соответствующую графу наряда – ЕЖЕДНЕВНЫЙ ДОПУСК К РАБОТЕ И ВРЕМЯ ЕЁ ОКОНЧАНИЯ.

6.15 Производитель работ даёт инструктаж членам бригады непосредственно на рабочем месте что фиксируется росписями в наряде.

6.16 При перерыве в работе бригада удаляется из РУ. Производитель работ оставляет наряд в папке действующих нарядов. Во время перерыва допускающему запрещено что-либо менять на рабочем месте. По окончании перерыва ни один из членов бригады не имеет права войти в РУ или ОРУ в отсутствии производителя работ. Бригада после перерыва приступает к работе после осмотра рабочего места допускающим и производителем работ и оформления повторного допуска в наряде;

Окончание работ, сдача-приемка рабочего места, закрытие наряда, ввод КТП в работу.

6.17 После полного окончания работы рабочее место приводится в порядок, бригада выводится из РУ, производитель работ расписывается в обоих экземплярах наряда об окончании работ. Допускающий совместно с производителем работ:

- вставляют низковольтные предохранители (или снимают закоротку со стороны низкого напряжения), снимают переносные заземления со стороны высокого напряжения;

- удаляют временные ограждения и плакаты "РАБОТАТЬ ЗДЕСЬ", "ЗАЗЕМЛЕНО", "СТОЙ;

- вводят КТП в работу, включив высоковольтный разъединитель и рубильники со стороны низкого напряжения. Проверяют вольтметром наличие напряжения на фидерах низковольтного шкафа и измеряют его величину.

6.18 Допускающий даёт уведомление энергодиспетчеру о полном окончании работ, выводе бригады, снятии заземлений, закрытии наряда и вводе КТП в работу.

**Заключение**

В заключении следует подвести итог работы над проектом. Формулируются основные результаты (как положительные так и отрицательные), приводятся выводы по всем разделам проекта (работы). Они должны содержать данные о суммарной эффективности предложенных в проекте мероприятий, охарактеризовать другие их преимущества (обеспечение условий труда, повышение надежности, безопасности работы и т.д.). Заключение в дипломном проекте занимает две-три страницы.

Список использованных источников

* 1. Поплавский А. Н., Краснов Б. Д., Недачин В. В. Стационарная электроэнергетика железнодорожного узла. – М.: Транспорт, 1986. 279 с;
	2. Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий: Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1984 г. 472 с;
	3. Справочник по проектированию электроснабжения промышленных предприятий / Под ред. Ю. Г .Барыбина, Л. Е. Федорова, М. Г. Зименкова и др. М.: Энергоатомиздат, 1990. 576 с;
	4. Правила устройства электроустановок. 6 – е издание. М.:Главгосэнергонадзор Росси, 1998 г, 607 с.
	5. Потребление и экономия электроэнергии в стационарной энергетике железнодорожного транспорта. Под общ. ред. А. Н. Поплавского. М., «Транспорт», 1976, 216 с;
	6. Блочная комплектная трансформаторная подстанция в бетонной оболочке (БКТПБ). Техническая информация ОАО "Элтехника". 2005 г;
	7. Электроснабжение нетяговых железнодорожных потребителей: Учебное пособие/ С. Н. Ожиганов, Н. В. Ожиганов; Ростов н/Д, 2006;
	8. Инструкция по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых подстанций, пунктов питания и секционирования железных дорог (ЦЭ-39)/ЦЭ МПС. – М.: Издательский дом "ЮДЖИ", 1993;
	9. Концепция модернизации устройств электроснабжения / Департамент электрификации и электроснабжения МПС РФ. – М., 1999.
	10. Справочник по электроснабжению железных дорог. Т1/ Под ред. К. Г. Марквардта. М.: Транспорт, 1980. – 256 с
	11. Интернет ссылка - http://zeldortrans-jornal.ru/publik/exibition/2006/febral-06-02\_3-pri.htm.
	12. Шугаев А. Внештатная позиция, газета «Гудок», 19.10.2006 г.
	13. Домбаев Ю.М. Доклад на технико-экономическом совете дороги. Ростов-на-Дону, 2005 г.
	14. Энергетическая стратегия ОАО «РЖД» на период до 2010 года и на перспективу до 2020 года. М. – 2004 г. 77 с., приложения 100 с.
	15. Сборник технических указаний, информационных материалов и руководящих документов по хозяйству электроснабжения железных дорог, разработанных в 2004 году / ОАО "РЖД" ; Департамент электрификации и электроснабжения. - М. : Трансиздат, 2005. - 183 с. : ил., табл., прил.
	16. Экономика железнодорожного транспорта. Под общ.ред. В.А. Дмитриева. – М.: Транспорт. 1997;
	17. Экономика предприятий по ремонту электроподвижного состава и устройств электроснабжения/Под ред. В.А. Дмитриева. М.: Транспорт, 1983.;
	18. Прайс – листы фирм, производящих электротехническую продукцию
	19. Технологические карты на техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт линейных устройств нетягового электроснабжения. (ЦЭ№187-5/1-3) Транспорт 2000г.
	20. Инструкция по технике безопасности при эксплуатации тяговых подстанций, пунктов электропитания и секционирования электрифицированных железных дорог (ЦЭ-402)/Департамент электрификации и электроснабжения МПС РФ. – М.: МПС, 1997;
	21. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2001;
	22. Сборник материалов по охране труда в хозяйстве электроснабжения железных дорог РФ/Департамент электрификации и электроснабжения МПС РФ. М.: ТРАНСИЗДАТ, 1998;
	23. Технологические карты на работы по содержанию и ремонту устройств контактной сети электрифицированных железных дорог. Книга 3. Техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт линейных устройств нетягового энергоснабжения на опорах контактной сети и самостоятельных опорах на обходах. М.: Трансиздат, 2000;
	24. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: Учебное пособие для вузов. – 2-еизд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984;
	25. Горожанкина Е.Н. Меры безопасности при выполнении работ персоналом хозяйства электроснабжения: Учебное иллюстрированное пособие для вузов, техникумов и колледжей железнодорожного транспорта и образовательных учреждений, осуществляющих начальную профессиональную подготовку. – М.: УМК МПС России,2002;
	26. Гарин В.М., Кленова И.А., Колесников В.И. Промышленная экология: Учебник/Под ред. В.М. Гарина. – Ростов н/Д, 2003.