Содержание

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

2

КП.1806. ТЭ-23.05.07.00.00ПЗ

Разраб.

Землянский

Пров.

Герасименко

Н. Контр.

Никитина

Утв.

. М.В

ТЕМА: ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО

ЦЕХА

Лит.

Листов

31

БПГК

Введение 2

1 Общий раздел 3

1.1 Характеристика производства, предприятия, цеха. 3

2 Расчетно-технический раздел 4

2.1 Характеристика потребителя электроэнергии. 4

2.2 Анализ электрических нагрузок. 4

2.3 Выбор рода тока и напряжения. 7

2.4 Расчет электрических нагрузок. 7

2.5 Компенсация реактивной мощности. 9

2.6 Выбор типа и числа подстанций. Выбор числа и мощности трансформаторов. 11

2.7 Расчет и выбор питающих и распределительных сетей до 1000В. 17

2.8 Расчет и выбор внутриплощадочной сети выше 1000В 19

2.9 Расчет токов короткого замыкания. 20

2.10 Выбор токоведущих частей и аппаратов по условиям короткого замыкания. 23

2.11 Расчет заземляющего устройства 25

Вопрос ТБ 27

Список использованных источников 30

## Введение

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

3

КП.1806. ТЭ-23.05.07.00.00ПЗ

Современная энергетика характеризуется нарастающей централизацией производства и распределением электроэнергии. Энергетические системы образуют одиннадцать крупных электрообъединений: Северо-запада, Центра, Средней Волги, Юга, Казахстана, Урала, Закавказья, Северного Кавказа, Средней Азии, Сибири и Востока. В состав единой энергетической системы страны (ЕЭС) входят девять энергообъединений, охватывающих почти 2/3 территории страны, где проживает более 80% населения.

Перед энергетикой в ближайшем будущем стоит задача всемирного развития и использования возобновляемых источников энергии: солнечной, геотермальной, ветровой, проливной и др.; развития комбинированного производства электроэнергии и теплоты для централизованного теплоснабжения промышленных городов.

Широкая автоматизация и механизация производственных процессов н основе применения электроэнергии требует от персонала осуществляющего эксплуатацию, проектирование и монтаж, электрифицированных устройств, в частности от техников-электриков, хороших знаний, теорий и практики электропривода и основ управления.

## 1 ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

4

КП.1806. ТЭ-23.05.07.01.00ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

## 

## 1.1 Характеристика производства, предприятия, цеха.

Отрасль промышленности - машиностроительная.

Предприятие предназначено для выпуска сельскохозяйственных машин.

Цех механический предназначенный для механической и термической обработки деталей машин. Режим работы – 3 смены по 8 часов каждая, помещение цеха сухое, нормальное, особо опасное.

Относительная влажность не превышает 60%.

Температура воздуха 350.

Особо опасное помещение характеризуется наличием двух условий повышенной опасности: токопроводящие железобетонные полы, возможность одновременного прикосновения человека к материалоконструкциям здания, технологическим аппаратам и механизмов, имеющие соединения с землей с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой стороны.

## 2 РАСЧЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

5

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.01ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

## 

## 2.1 Характеристика потребителя электроэнергии

Потребителями электроэнергии являются электроприемники цеха- промышленное оборудование установленное в соответствии с технологией цеха.

1. Конвейеры ΣPн = 350 кВт.
2. Краны ΣPн = 250 кВт.
3. Металлообрабатывающие станки ΣPн = 200 кВт.
4. Вентиляторы ΣPн = 100 кВт.
5. Прочая нагрузка ΣPн = 200 кВт.

Согласно заданию нагрузки потребители второй категории составляют 60%.

Потребители 2 категории 40%.

Краны работают в повторно- кратковременном режиме, а остальные приемники в длительном.

## 2.2 Анализ электрических нагрузок

Электрические нагрузки отдельных электрических приемников цеха зависят от технологического режима работы проводимых механизмов, аппаратов.

Изменение электрических нагрузок электроприемников всех звеньев системы электроснабжения во времени изображают в виде графиков нагрузки.

Суточный график нагрузки приведен в таблице 1.

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер ступени | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Продолжение таблицы 1.

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

6

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.02ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Период времени, час | 0-2 | 2-4 | 4-8 | 8-10 | 10-14 | 14-16 | 16-17 | 17-19 | 19-21 | 21-24 |
| P, %, Pм | 40 | 100 | 60 | 90 | 50 | 70 | 50 | 80 | 100 | 40 |

По суточному графику нагрузки определяем

1. Суточный расход электроэнергии Wa сут:

Wа сут=ΣPм ∙ tn сут = Р0-2 ∙ t0-2 + P2-4∙ t2-4 + P4--8∙ t4--8 + P8-10∙ t8-10+ P10-14·∙ t10-14+P14-16∙t14-16+P16-17∙t16-17+P17-19∙t17-19 + P19-21∙t19-21 + P21-24∙t21-24 = 2∙40+2∙100+4∙60+2∙90+4∙50+2∙70+1∙50+2∙80+2∙100+3∙40= 1570 кВт

где Wа сут - суточный расход электроэнергии

Рм - мощность каждого периода времени

tn сут - продолжительность каждого периода времени в сутки (час)

2) Определим коэффициент загрузки графика Кз.г.

Кз.г. = Wа сут / 2400= 1570 / 2400= 0,65 (2.1.)

Рабочие дни (3 смены по 8 часов) 300 дней

Траб = 300 ∙ 24 = 7200

Нерабочие дни- 65 дней Тнраб = 65 ∙ 24 = 1560

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер ступени | Р%, Рм | Число часов | Число часов в год tn год |
| 1 | 40 | 2 | 300 х 2 = 600 |
| 2 | 100 | 2 | 300 х 2 = 600 |
| 3 | 60 | 4 | 300 х 4 = 1200 |
| 4 | 90 | 2 | 300 х 2 = 600 |
| 5 | 50 | 4 | 300 х 4 = 1200 |

Продолжение таблицы 2.

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

7

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.02ПЗ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 6 | 70 | 2 | 300 х 2 = 600 |
| 7 | 50 | 1 | 300 х 1 = 300 |
| 8 | 80 | 2 | 300 х 2 = 600 |
| 9 | 100 | 2 | 300 х 2 = 600 |
| 10 | 40 | 3 | 300 х 3 = 900 |

По годовому графику нагрузки определяется:

1) Годовой расход электроэнергии Wа год

Wа год =Σ Рn ∙ tn год (2.2.)

где Wа год – годовой расход электроэнергии;

Рn – мощность каждого периода времени;

tn год– продолжительность каждого периода времени в год (час)

Wа год = 40 ∙ 600 + 100 ∙ 600 + 60 ∙ 1200 + 90 ∙ 600 + 50 ∙ 1200 + 70 ∙ 600 + 50 ∙ 300 + 80 ∙ 600 + 100 ∙ 600 + 40 ∙ 900= 471000 кВт

1. Число часов, используемых максимумов нагрузки Тmax

Тmax =Wа год / Рn = 471000 / 100 = 4710 час (2.3.)

где Wа год – годовой расход электроэнергии

Рn – мощность каждого периода времени

1. Время максимума потерь τ

τ = (0,124 + Т / 10000)2 ∙ 8760 (2.4.)

где τ - время максимальных потерь

Т - число максимальных нагрузок (час)

τ = (0,124 + 1200 / 10000)2 ∙ 8760 = 521;

τ = (0,124 + 900 / 10000)2 ∙ 8760 = 401;

τ = (0,124 + 600 / 10000)2  ∙ 8760 = 296;

τ = (0,124 + 300 / 10000)2 ∙ 8760 = 207;

## 2.3 Выбор рода тока и напряжения

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

8

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.04ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

Основными группами электроприемников, составляющими суммарную нагрузку объектов, являются электродвигатели производственных механизмов, сварочные установки, печные и силовые трансформаторы, электрические печи, выпрямительные установки, светильники всех видов искусственного света и др.

По роду тока различаются электроприемники, работающие: от сети переменного тока нормальной промышленной частоты f = 50 Гц; от сети

переменного тока повышенной или пониженной частоты; от сети постоянного тока.

По напряжению электроприемники классифицируются на две группы:

1) Электроприемники, которые могут получать питание непосредственно от сети 3,6 и 10 кВ.

2) Электроприемники, питание которых экономически целесообразно на напряжение 380-660 В.

Отдельные потребители электроэнергии исполняют для питания высокоскоростных электродвигателей токов повышенной частоты 180-400 Гц.

В данном цехе питание осуществляется от сети напряжением 380 В и частотой тока 50 Гц.

## 

## 2.4 Расчет электрических нагрузок

Расчет электронагрузок производится с целью рассчитать электрочасть, т.е. выбрать электрические аппараты и токоведущие части на всех участках системы электроснабжения, а также для выбора числа и мощности трансформаторов, на которые должно быть равномерно распределена электрическая нагрузка.

Электрические нагрузки промышленных предприятий определяется выбор всех элементов системы электроснабжения. Поэтому правильное определение электрических нагрузок является решающим фактором при проектировании и эксплуатации сетей.

Расчет начинают с определения максимальной мощности каждого электроприемника независимо от его технического процесса.

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

9

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.04ПЗ

Расчет производится по формуле.

Pmax = ΣPном ∙ Kс (2.5.)

Где Pmax – максимальная расчетная мощность

Кс - коэффициент спроса

Рном – номинальная мощность приемника

Pmax = 350 ∙ 0,2 = 70 кВт.

Pmax = 250 ∙ 0,2 = 50 кВт.

Pmax = 200 ∙ 0,2 = 40 кВт.

Pmax = 100 ∙ 0,7 = 70 кВт.

Pmax = 200 ∙ 0,65 = 130 кВт.

Затем производится расчет средней мощности нагрузки по формуле

Рсм=Рmax∙Кз.г. (2.6.)

где Рсм – средняя мощность нагрузки (кВт)

Рmax – максимальная активная мощность (кВт)

Кз.г. – коэффициент загрузки графика

Рсм =70 ∙ 0,57 = 39,9 кВт.

Рсм = 50 ∙ 0,57 = 28,5 кВт.

Рсм = 40 ∙ 0,57 = 22,8 кВт.

Рсм = 70 ∙ 0,57 = 39,9 кВт.

Рсм = 130 ∙ 0,57 = 74,1 кВт.

Рассчитать реактивную среднюю мощность по формуле

Qсм = Рсм ∙ tg ϕ (2.7.)

где Qсм – реактивная средняя мощность (кВар)

Рсм – средняя мощность нагрузки (кВт)

Qсм = 39,9 ∙ 1,73 = 69 кВар.

Qсм = 28,5 ∙ 1,73 = 49,3 кВар.

Qсм = 22,8 ∙ 1,33 = 30,3 кВар.

Qсм = 39,9 ∙0,75 = 29,9 кВар.

Qсм = 74,1 ∙ 0,86 = 63,7 кВар .

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

10

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.05ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

Реактивная максимальная мощность Qmax

Qmax = Qсм (2.8.)

где Qсм – реактивная средняя мощность (кВар)

Qmax – реактивная максимальная мощность (кВар)

Qmax = 69 кВар.

Qmax = 49,3 кВар.

Qmax = 30,3 кВар.

Qmax = 29,9 кВар.

Qmax = 63,7 кВар.

Определим сумму активной и реактивной мощности

ΣPmax = Pmax1+Pmax2+Pmax3+Pmax4+Pmax5 (2.9.)

где ΣPmax – сумма активной мощности (кВт)

Pmax1- Pmax5 – максимальная активная мощность (кВт)

ΣPmax = 39,9+28,5+22,8+39,9+74,1= 205,2 кВт

ΣQmax=Qmax1+ Qmax2 + Qmax3 + Qmax4 + Qmax5 (2.10.)

где ΣQmax – сумма максимальной реактивной мощности (кВар)

Qmax1- Qmax5 – максимальная реактивная мощность (кВар)

ΣQmax = 69+49,3+30,3+29,9+63,7= 242,2 кВар

Полная максимальная мощность Smax

Smax = (2.11)



Где Smax – полная максимальная мощность (кВ∙А)

ΣPmax – сумма максимальной активной мощности (кВт)

ΣQmax – сумма максимальной реактивной мощности (кВар)

Smax = √205,22 + 242,22 = 317,4 кВ∙А

## 2.5 Компенсация реактивной мощности

Электрическая сеть представляет собой единое целое, и правильный выбор средств компенсации для сетей промышленного предприятия напряжением до 1000 В, а так же в сети 6-10 кВ можно выполнить при совместном решении задач.

На промышленных предприятиях основные потребители реактивной мощности присоединяются к сетям до 1000 В. Компенсация реактивной мощности потребителей может осуществляться при помощи синхронных двигателей или батарей конденсаторов, присоединенных непосредственно к сетям до 1000 В, или реактивная мощность может передаваться в сети до 1000В со стороны напряжением 6-10 кВ от СД, БК, от генераторов ТЭЦ или сети энергосистемы.

При выборе компенсирующих устройств подтверждается необходимость их комплексного использования как для поддержания режима напряжения в сети, так и для компенсации реактивной мощности.

Мощность Qкб компенсирующего устройства (кВар) определяется как разность между фактической наибольшей реактивной мощностью Qм нагрузки потребителя и предельной реактивной мощностью Qэ представляемой предприятию энергосистемой по условиям режима ее работы:

Qкб = Qм – Qэ = Pmax [(tg ϕм- tg ϕэ)] (2.12)

где Qкб – расчетная мощность конденсаторной установки (кВар)

Qм – средняя активная нагрузка по цеху за максимально загруженную смену (кВар)

Qэ – реактивная мощность передаваемая предприятию из энергосистемы (кВар)

Рассчитаем мощность конденсаторной установки, для этого воспользуемся формулой:

Qкб= 205,2 ∙ (0,73 - 0,33) = 82,1 кВар (2.12)

Sм = (2.13)



где Sм – полная мощность конденсаторной установки (кВ∙А)

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

11

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.05ПЗ

ΣPmax – суммарная активная мощность (кВт)

ΣQmax – суммарная реактивная максимальная мощность (кВар)

Qкб – мощность конденсаторной установки (кВар)

Sм =√205,22 + (242,2-81,1)2 = 260,3 кВ∙А

## 2.6 Выбор типа и числа подстанций. Выбор числа и мощности трансформаторов

Выбор типа и схемы питания подстанций, а также числа трансформаторов обусловлен величиной и характером электрических нагрузок.

ТП должны размещаться как можно ближе к центру потребителей. Для этого должны применяться внутрицеховые подстанции, а также встроенные в

здание цеха или пристроенные к нему ТП, питающие отдельные цехи (корпуса) или части их.

ТП должны размещаться вне цеха только при невозможности размещения внутри него или при расположении части нагрузок вне цеха.

Число и мощность трансформаторов выбираются по перегрузочной способности трансформатора. Для этого по суточному графику нагрузки потребителя устанавливается продолжительность максимума нагрузки t (4) и коэффициент заполнения графика Кз.г. = Sср / Smax , где Sср и Smax – средняя и максимальная нагрузка трансформатора. По значениям Кз.г. и t определяется коэффициент кратности допустимой нагрузки [1; стр. 222]

Кн = Smax / Sном = Imax / Iном (2.14)

В данном проекте Кн = 1,23

Кн = 1,16 т.к. tmax = 4

Рассчитаем номинальную мощность трансформатора с учетом коэффициента кратности допустимой нагрузки и максимальной мощности с учетом расчетной мощности конденсаторной батареи

Sном тр-ра = Smax / Кн = 260,3 / 1,16 = 224,4 кВ∙А (2.15)

Произведем технико-экономическое сравнение между трансформатором типа ТМ 160/10 и ТМ 250/10

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

12

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.06ПЗ

SII =0,4 ∙ Smax = 0,4 ∙ 260,3 = 104,1 (2.16)

0,4 т.к. SII = 40%

1) Smax / 2 Sнт = 260,3 / 320 = 0,81 (2.17)

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

13

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.06ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

2) Smax / 2 Sнт = 260,3 / 500 = 0,52 (2.18)

Решения для заполнения таблицы трансформатора типа ТМ 250/10

τ находится по формуле τ = (0,124+Тст/10000)2 ∙ 8760

τ1 = (0,124 + 600 / 10000)2 ∙ 8760 = 296; τ2 = 296;

τ3 = (0,124 + 1200 / 10000)2 ∙ 8760 = 521; τ4 = 296; τ5 = 521; τ6 = 296;

τ7 = (0,124 + 300 / 10000)2 ∙ 8760 = 207;

τ8 = 296; τ9 = 296;

τ10 = (0,124 + 900 / 10000)2 ∙ 8760 = 401;

Кзт – коэффициент загрузки трансформатора, определяется в два действия:

1) К = Smax / 2 Sнт = 260,3 / 500 = 0,52 (2.19)

2) Кзт1 = Р% / К = 0,4 / 0,52 = 0,7

Кзт2 = 1/0,52 = 1,92 Кзт8 = 0,9/0,52 = 1,73

Кзт3 = 0,6/0,52 = 1,15 Кзт9 = 1/0,52 = 1,92

Кзт4 = 0,9/0,52 = 1,73 Кзт10 = 0,4/0,52 = 0,77

Кзт5 = 0,5/0,52 = 0,96

Кзт6 = 0,7/0,52 = 1,35

Кзт7 = 0,5/0,52 = 0,96

Данные трансформаторов по потерям приведены в таблице 3.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип трансформатора | Потери кВт | | Iх% | Uк% | Цена трансформатора, руб. |
| ΔРхх | ΔРк |
| ТМ-160/10 | 0,45 | 3,1 | 1,9 | 4,5 | 30000 |
| ТМ-250/10 | 0,61 | 4,2 | 1,9 | 4,5 | 40000 |

ΔW1.1 = n [(Δ Pхх + Кип ∙ Iх / 100 х Sнт) ∙ Тгод + Кз2 (Δ Рк + Кип ∙ Uк / 100 ∙ ∙ Sнт) τ] = 2 [(0,61 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 250) ∙ 600 + 0,72 (4,2 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 250) 296] = 2847 кВт∙ч/год

Δ W1.2 = 2 [(0,61 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 250) ∙ 600 + 1,922 (4,2 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 250) ∙ 296] = 12923 кВт∙ч/год

Δ W1.3 = 2 [(0,61 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 250) ∙ 1200 + 1,152 (4,2 + 0,1 ∙ 4,5/ 100 ∙ 250) ∙ 521] = 9942 кВт∙ч/год

Δ W1.4 = 2 [(0,61 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 250) ∙ 600 + 1,732 (4,2 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 250) ∙ 296] = 10736 кВт∙ч/год

Δ W1.5 = 2 [(0,61 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 250) ∙ 1200 + 0,962 (4,2 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 250) ∙ 521] = 7717 кВт∙ч/год

Δ W1.6 = 2 [(0,61 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 250) ∙ 600 + 1,352 (4,2 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 250) ∙ 296] = 7047 кВт∙ч/год

Δ W1.7 = 2 [(0,61 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 250) ∙ 300 + 0,962 (4,2 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 250) ∙ 207] = 2683 кВт∙ч/год

ΔW1.8 = 2 [(0,61 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 250) ∙ 600 + 1,732 (4,2 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 250) ∙ 296] = 10737 кВт∙ч/год

ΔW1.9 = 2 [(0,61 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 250) ∙ 600 + 1,922 (4,2 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 250) ∙ 296] = 12923 кВт∙ч/год

ΔW1.10 = 2 [(0,61 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 250) ∙ 900 + 0,772 (4,2 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 250) ∙ 401] = 4485 кВт∙ч/год

Решение для заполнения таблицы трансформатора ТМ 160/10 τ - будет с такими же значениями, как и у трансформатора типа ТМ 250/10

Кзт – коэффициент загрузки трансформатора определяется в два действия:

К = Smax / 2 Sнт = 260,3 / 320 = 0,81

2) Кзт1 = Р% / К = 0,4 / 0,81 = 0,49

Кзт2 = 1/0,81 = 1,23 Кзт8 = 0,9/0,81 = 1,11

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

15

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.06ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

Кзт3 = 0,6/0,81 = 0,74 Кзт9 = 1/0,81 = 1,23

Кзт4 = 0,9/0,81 = 1,11 Кзт10 = 0,4/0,81 = 0,49

Кзт5 = 0,5/0,81 = 0,62

Кзт6 = 0,7/0,81 = 0,86

Кзт7 = 0,5/0,81 = 0,62

Δ W2.1 = n [( Pхх +Кип ∙ Ix/100 ∙ Sнт) ∙ Тгод + Кз2 ( ΔРк + Кип ∙ Uк/100 ∙ Sнт) τ] = 2 [(0,45 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 160) ∙ 600 + 0,492 (3,1 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 160) ∙ 296] = 1448 кВт∙ч/год

Δ W2.2 = 2 [(0,45 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 160) ∙ 600 + 1,232 (3,1 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 160) ∙ 296] = 4326 кВт∙ч/год

ΔW2.3 = 2 [(0,45 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 160) ∙ 1200 + 0,742 (3,1 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 160) ∙ 521] =3989 кВт∙ч/год

ΔW2.4 = 2 [(0,45 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 160) ∙ 600 + 1,112 (3,1 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 160) ∙

296] = 3691 кВт∙ч/год

ΔW2.5 = 2 [(0,45 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 160) ∙ 1200 + 0,622 (3,1 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 160) ∙ 521] = 3340 кВт∙ч/год

ΔW2.6 = 2 [(0,45 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙160) ∙ 600 + 0,862 (3,1 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 160) ∙ 296] = 2577 кВт∙ч/год

ΔW2.7 = 2 [(0,45 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 160) ∙ 300 + 0,622 (3,1 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 160) ∙ 207] = 1060 кВт∙ч/год

ΔW2.8 = 2 [(0,45 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 160) ∙ 600 + 1,112 (3,1 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 160) ∙ 296] = 3691 кВт∙ч/год

ΔW2.9 = 2 [(0,45 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 160) ∙ 600 + 1,232 (3,1 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 160) ∙ 296] = 4326 кВт∙ч/год

ΔW2.10 = 2 [(0,45 + 0,1 ∙ 1,9/100 ∙ 160) ∙ 900 + 0,492 (3,1 + 0,1 ∙ 4,5/100 ∙ 160) ∙ 401] = 2093 кВт∙ч/год

n – количество трансформаторов

ΔР – паспортные данные трансформатора на холостом ходе

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

16

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.06ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

Кип – коэффициент равен 0,1 кВт/кВар

Ix – ток на холостом ходе трансформатора, выбирается по таблице

Sнт – номинальная мощность трансформатора

Тгод – период, умноженный на 300

ΔРк – потери КЗ трансформатора

Uк – потери КЗ трансформатора

Δ Wгод для трансформатора ТМ250/10

Δ Wгод = ΔW1 + ΔW2 + ΔW3 + ΔW4 + ΔW5 + ΔW6 + ΔW7 + ΔW8 + ΔW9 + ΔW10 = 2847 + 12923 + 9942 + 10736 + 7717 + 7047 + 2683 + 10737 + 12923 + 4485 = 82040 кВтч/год

Δ Wгод для трансформатора ТМ160/10

ΔWгод = ΔW1 + ΔW2 + ΔW3 + W4 + ΔW5 + ΔW6 + ΔW6 + ΔW7 + ΔW8 = 1448 + 4326 + 3989 + 3691 + 3340+ 2577 + 1060 + 3691 + 4326 + 2093 = 30541 кВтч/год

Экономическое сравнение трансформаторов рассчитывается по обоим вариантам.

Сэ = Са + Стр + Сп = Ка / 100 ∙ К + Ктр / 100 ∙ К + Ц ∙ ΔWгод

где К – капитальные затраты

Сэ – ежегодная стоимость эксплуатационных расходов

Са – стоимость амортизационных отчислений

Ка – процент отчислений на амортизацию 6,3ч6,4 %

Стр – ежегодная стоимость текущего ремонта

Ктр – процент отчислений на текущий ремонт 1%

Сп – стоимость годовых потерь электроэнергии

Ц – цена 1 кВт часа активной электроэнергии 1,35 руб.

Для трансформатора ТМ 250/10

Сэ1 = 6,3/100 ∙ 80000 + 1/100 ∙ 80000 + 1,35 ∙ 82040 = 116594 руб.

Для трансформатора ТМ 160/10

Сэ2 = 6,3/100 ∙ 60000 + 1/100 ∙ 60000 + 1,35 ∙ 30541 = 45610 руб.

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

17

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.06ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

Ток = К2 – К1 / Сэ1 – Сэ2 = 124600 – 80720 / 116594 – 45610 = 0,62

По этому, в данном проекте выгодно и экономично использовать трансформатор типа ТМ 160/10, т.е. данный проект используется 2 х 160.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Суточный трансформатор ТМ250/10 | | | | | | ΔРх = ΔРк Iх.х. = %Uк = % | |
| № | Период часов | Количество часов | Р мощн. в % | Т длит. ступени | τ | Кзг | **ΔW = n [(ΔPxx + Кип х Ix x Sнт)Тгод + + Кзт(ΔРкз + Кип х Uк х Sнт) τ]** |
| 1 | 0-2 | 2 | 40 | 600 | 296 | 0,49 | 1448 |
| 2 | 2-4 | 2 | 100 | 600 | 296 | 1,23 | 4326 |
| 3 | 4-8 | 4 | 60 | 1200 | 521 | 0,74 | 3989 |
| 4 | 8-10 | 2 | 90 | 600 | 296 | 1,11 | 3691 |
| 5 | 10-14 | 4 | 50 | 1200 | 521 | 0,62 | 3340 |
| 6 | 14-16 | 2 | 70 | 600 | 296 | 0,86 | 2577 |
| 7 | 16-17 | 1 | 50 | 300 | 207 | 0,62 | 1060 |
| 8 | 17-19 | 2 | 80 | 600 | 296 | 1,11 | 3691 |
| 9 | 19-21 | 2 | 100 | 600 | 296 | 1,23 | 4326 |
| 10 | 21-24 | 3 | 40 | 900 | 401 | 0,49 | 2093 |

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

18

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.07ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Суточный трансформатор ТМ160/10 | | | | | | ΔРх = ΔРк Iх.х. = %Uк = % | |
| № | Период часов | Количество часов | S мощн. в % | Т длит. ступени | τ | Кзг | **ΔW = n [(ΔPxx + Кип х Ix x Sнт)Тгод + + Кзт(ΔРкз + Кип х Uк х Sнт) τ]** |
| 1 | 0-2 | 2 | 40 | 600 | 296 | 0,49 | 1448 |
| 2 | 2-4 | 2 | 100 | 600 | 296 | 1,23 | 4326 |
| 3 | 4-8 | 4 | 60 | 1200 | 521 | 0,74 | 3989 |
| 4 | 8-10 | 2 | 90 | 600 | 296 | 1,11 | 3691 |
| 5 | 10-14 | 4 | 50 | 1200 | 521 | 0,62 | 3340 |
| 6 | 14-16 | 2 | 70 | 600 | 296 | 0,86 | 2577 |
| 7 | 16-17 | 1 | 50 | 300 | 207 | 0,62 | 1060 |
| 8 | 17-19 | 2 | 80 | 600 | 296 | 1,11 | 3691 |
| 9 | 19-21 | 2 | 100 | 600 | 296 | 1,23 | 4326 |
| 10 | 21-24 | 3 | 40 | 900 | 401 | 0,49 | 2093 |

## 

## 2.7 Расчет и выбор питающих и распределительных сетей до 1000В

Для этого определяем S по формуле:

Sм **=** (2.22)



1. Sм = кВа



2) Sм = кВа

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

19

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.07ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА



1. Sм = кВа



1. Sм = кВа



1. Sм = кВа



Sм – максимальная мощность электроприемника

Pmax – активная мощность электроприемника

Qmax – реактивная мощность электроприемника

Находим ток для каждого приемника по формуле:

I = Sн / Uн (2.23)



1. I = 98,29 / 657,4 = 149,5 А
2. I = 70,28 / 657,4 = 106,9 А
3. I = 50,18 / 657,4 = 76,3 А
4. I = 72,11 / 657,4 = 109,7 А
5. I = 144,76 / 657,4 = 220,2 А

Iр – рабочий ток на низкой стороне

Uн – номинальное напряжение

Sн – номинальная мощность

Рассчитаем Sэ по формуле:

Sэ = I / j (2.24)

Кабели с бумажной и провода с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с алюминиевыми жилами j = 1,4

1. Sэ = 149,5 / 1,4 = 106,8
2. Sэ = 106,9 / 1,4 = 76,4
3. Sэ = 76,3 / 1,4 = 54,5
4. Sэ = 109,7 / 1,4 = 78,4
5. Sэ = 220,2 / 1,4 = 157,3

Sэ – экономическое сечение кабеля

I – рабочий ток

j – экономический коэффициент

Выберем СП и СПУ для каждого приемника:

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

20

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.08ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

1. Сборка I = 149,5 А СПУ 75 проходит по току 250 А
2. Сборка I = 106,9 А СПУ 75 проходит по току 250 А
3. Сборка I = 76,3 А СПУ 75 проходит по току 250 А
4. Сборка I = 109,7 А СПУ 75 проходит по току 250 А
5. Сборка I = 220,2 А СПУ 75 проходит по току 250 А

Выберем сечение из подсчитанных данных по формуле:

Iдл = 0,9 ∙ Iq (2.25)

Iq – Эл. ток

1. S = 100 мм2

Iдл = 0,9 ∙ 170 = 153 А

2. S = 95 мм2

Iдл = 0,9 ∙ 140 = 126 А

3. S = 35 мм2

Iдл = 0,9 ∙ 95 = 85,5 А

4. S = 95 мм2

Iдл = 0,9 ∙ 95 = 85,5 А

5. S = 120 мм2 два кабеля по 120мм2

Iдл = (0,9 ∙ 200) ∙2 = 360 А

## 

## 2.8 Расчет и выбор внутриплощадочной сети выше 1000В

Для того чтобы выбрать внутриплощадочную сеть выше 1000В надо рассчитать по формуле:

Sвн = (2.26)



Sвн – мощность на высоком напряжении кВ∙А

Pвн – активная мощность на высоком напряжении кВт

Qвн – реактивная мощность на высоком напряжении кВа

Определяем активную и реактивную мощность на высокой стороне:

Pвн = Pmax + ΔP (2.27)

Qвн=Qmax+ ΔQ (2.28)

Pmax и Qmax берется из п.2.4 но для этого рассчитаем прочую нагрузку и добавим к другим значениям:

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

21

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.09ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

Pmax = Smax x cosϕ (2.29)

Qmax = Pmax x tgϕ (2.30)

где Pmax – максимальная активная мощность

Qmax – максимальная реактивная мощность

Smax – максимальная прочая нагрузка

cosϕ - средний косинус

tgϕ - средний тангенс от среднего косинуса

ΔP = 0,02 ∙ 2Sнт =0,02∙ 320 = 6,4 кВт (2.31)

ΔQ = 0,1 ∙2Sнт = 0,1 ∙ 320 = 32 кВар (2.32)

Рвн = 205,2 + 6,4 = 211,6 кВт

Qвн = 242,2 + 32 = 274,2 кВа

Sвн = кВ∙А



Найдем ток на высоком напряжении по формуле:

Iвн=Sвн/ Uн (2.33)



Iвн – ток на высоком напряжении

Sвн – полная мощность

Uн – напряжение на высокой стороне, равной 6 кВ

Iвн = 346,3 / 1,73 ∙ 6 = 33,3 А

Рассчитаем сечение нужное для внутриплощадочной сети

Sэ = Iвн / jэ (2.34)

Sэ = 33,3 / 1,4 = 23,8

Выбираем сечение S = 25 мм2

## 

## 2.9 Расчет токов короткого замыкания

В электрических установках могут возникать различные виды коротких замыканий, которые сопровождаются с резким увеличением тока. Все электрооборудование, устанавливаемое в системах электроснабжения, должно быть устойчивым к токам КЗ и выбираться с учетом величин этих токов.

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

22

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.09ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

Основными причинами возникновения коротких замыканий в сети могут быть: повреждение изоляции отдельных частей электроустановок; неправильные действия обслуживающего персонала; перекрытия токоведущих частей установок.

Короткое замыкание в сети может сопровождаться: прекращением питания потребителей, присоединенных к точкам, в которых произошло короткое замыкание; нарушение нормальной работы других потребителей, подключенных к неповрежденным участкам сети, вследствие понижения напряжения на этих участках; нарушением режима работы энергетической системы.

Рассмотрим расчет токов короткого замыкания данного проекта.

Для вычисления токов короткого замыкания по расчетной схеме составляют схему замещения, в которой указывают сопротивления всех источников и потребителей, и намечают вероятные точки для расчета токов короткого замыкания.

В данном проекте за базисное напряжение принимается номинальное напряжение Uном = 110 кВ, а за базисную мощность Sб = 100кВ∙А

Схема представляет собой систему неограниченной мощности. В данном случае для трансформаторов, напряжением короткого замыкания Uк = % (дается в каталогах) Uк = 10,5%

Для удобства расчетов токов короткого замыкания применим упрощенную схему замещения для точки К1 (индуктивная)

Расчет токов короткого замыкания произведен в относительных единицах.

-Хвл = x = = 0,008 (2.35)



х = х0 *l*1 = 0,099 ∙ 10 = 0,99 (2.36)

Uном=115 т.к. это Uном воздушных линий

-Хтр-ра = х = = (2.37)

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

23

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.09ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА



х – определяется по величине Uк (Uк 10-3)

Sном = 16 т.к. – это число и мощность трансформаторов ГПП = 2х16000

Хкабеля = хкаб = = (2.38)



Хкаб = 0,08 т.к. для кабельных линий U-ем 6-20 кВ величина х = 0,08 Ом/км

Упрощенная схема замещения для точки К1 (активная)

Rвл = r = = 0,035 (2.39)



r = r0 *l*1 = 0,43 ∙ 10 = 4,3 (2.40)

r0 = 0,43 при решении активного сопротивления данного трансформатора, этим сопротивлением можно пренебречь.

-Rкабеля = r = = (2.41)



для кабелей (кабельных линий) U-ем 6-20 кВ величина r = 0,26 Ом/км

Iб – базисный ток, определяемый по выбранной базисной мощности Sб

Iб = = = кА (2.42)



Z – полное сопротивление выраженное в относительных единицах и приведенное к базисной мощности

Z = (2.43)



ΣХ = 0,96 мОм

ΣR = 0,265 мОм

Z = мОм



Ток короткого замыкания для точки К1

Iкз1 = Iб / Z = 5,5 / 0,99 = 5,55 кА (2.44)

i ударн = к Iк = 1,41 ∙ 1,35 ∙ 5,55 = 10,57 (2.45)



К = Σх / Σr = 0,96 / 0,265 = 3,9

Также как и для точки К1 составляем упрощенную схему для точки К2 (индуктивного сопротивления) и (активного сопротивления)

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

24

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.10ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

Сопротивление шин

R0 = 0,017 Ом/м; х0 = 0,31 Ом/м

Sоткл. авт = 200 МВ∙А

Хсист = = = 60,5 мОм (2.46)



R шин = r0 *l* = 0,017 ∙ 10 = 0,17

Х шин = х0 *l* = 0,031 ∙ 10 = 0,31

Iкз2 = = = 5,08 кА (2.47)



ΣR = 0,435 мОм

ΣХ = 60,81 мОм

Z = = = 60,8 мОм



= 139,7



I уд = к Iк = 1,41 ∙ 1,3 ∙ 5,08 = 9,3 кА



## 2.10 Выбор токоведущих частей и аппаратов по условиям короткого замыкания

Для их выбора производится сравнение указанных расчетных величин с допускаемыми значениями для токоведущих частей и высоковольтного оборудования.

При этом обеспечения надежности и безаварийной работы расчетные величины должны быть меньше допустимых.

Для выбора предохранителя требуется вычисление Iраб. ВН

ΔР = 0,02 ∙ 2Sнт = 0,02 ∙ 320 = 6,4 кВт По формуле (2.31)

ΔQ = 0,1 ∙ 2Sнт = 0,1 ∙ 320 = 32 кВар

Рвн = Pmax + ΔP = 205,2 + 6,4 = 211,6 кВт По формуле (2.27)

Qвн = Qmax + ΔQт = 242,2 + 32 = 274,2 кВа (2.28)

Sвн = кВ∙А

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

25

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.10ПЗ



Iвн = = = 20,01 А (2.33)



Для этого тока рассчитаем сечение

Sэк = Iвн / j = 20,01 / 1,4 = 14,3 мм2

S = 25мм2 Iдл.доп = 110А ; I = 0,9 ∙ 110 = 99А

Предохранитель подходит если соблюдаются отношения:

Iном.пр-ля > Iраб вн, т.к. Iраб вн = 20,01 можно использовать предохранитель типа: ПКТ 103-6-100-31, который имеет Iном.пр-ля = 30.

Для выбора выключателя нагрузки используем данные тока короткого замыкания в точке К1, который равен 20 кА. При выборе выключателя нагрузки соблюдается следующее отношение:

Iном.откл > Iкз в данном проекте подходит выключатель нагрузки типа ВНР-10 / 400-10 3УЗ, который имеет Iном.откл = 400А и Iуд = 25А

Автоматический выключатель выбирается по номинальному току, который находится по номинальному току по формуле:

Iн = Sнт / U (2.48)



Iн = 110 / 1,73 ∙ 0,38 = 167,32 А

Сравнивая эту величину с величиной номинального тока расцепителя выбираем автоматический выключатель типа А3740Б

Iн > Iном.расцеп

Опорный изолятор выбирается по отношению: Fдоп > F

Fдоп = 0,6 Fраз (2.49)

Fдоп = 0,6 ∙ 7,5 = 4,5 кН, т.к. Fраз на изгиб = 7,5кН

F = = = кН



Исходя из этого, выбираем опорный изолятор типа ИО-10-7,50УЗ

т.к. F < Fдоп; 2 < 4,5

Шины в распределительных устройствах выбирают по номинальному току и напряжению, и проверяются по режиму КЗ.

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

26

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.11ПЗ

ΔР = 0,02 ∙ 2Sнт = 0,02 ∙ 320 = 6,4 кВт (2.31)

ΔQт = 0,1 ∙ 2Sнт = 0,1 ∙ 320 = 32 кВар (2.32)

Рвн = 567 + 16 = 583 кВт (2.27)

Sвн = кВ∙А



Найдем ток на высоком напряжении

Iвн = Sвн / U = 20,01 А; jэк = 1,1 А/мм2 т.к. Тmax< 5000ч.



Sэ = Iвн / jэ = 20,01 / 1,4 = 14,3

Sэ = 25мм2 Iдл = 0,9 ∙ 110 = 99А Iдл > Iвн

Iнн = Sнт / Uн = 160 / 1,73 ∙ 0,38 = 243,4 А (2.50)



Sэк = Iнн / jэк = 243,4 / 1,1 = 267,7 (2.51)

Jэк – экономическая плотность тока

Sэк – экономическая целесообразность сечения тока

Шины: S = 300мм2 50 х 6 мм2

## 2.11 Расчет заземляющего устройства

Заземляющее устройство предназначено для защиты человека от токов короткого замыкания. Необходимо определить число электродов заземления подстанции напряжением 10/0,4 кВ. На стороне с напряжением 10 кВ нейтраль изолирована, на стороне с напряжением 0,4 кВ наглухо заземлена.

Удельное сопротивление ρ = 100 Ом\м

Ток заземлен = 27А, напряжение U = 125В

Сопротивление заземляющего устройства для сети 10кВ

R3 = U3 / I3 = 125 / 27 = 4,63 Ом (2.56)

Сопротивление одиночного пруткого электрода

Rо = 0,227 ∙ ρ = 0,227 ∙ 100 = 22,7 (2.57)

Число заземлителей

n = Ro / η R3 = 22,7 / 0,7 ∙ 4 = 8 (2.58)

где η = 0,7 при d / 2 > 1

R3 = 4 Ом по нормам

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

27

КП.1806. ТЭ-23.05.07.02.11ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

Ro – сопротивление одиночного заземлителя

L – длина проводника

ρ - удельное сопротивление грунта

η - коэффициент экранирования

8 электродов

R = Ro / n x η = 22,7/ 8 ∙ 0,7 = 4,05 Ом

## Вопрос ТБ

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

28

КП.1806. ТЭ-23.05.07.03.00ПЗ

Порядок организации работ по наряду-допуску.

К работе на электросетях и электроустановках допускаются лица, имеющие удостоверение о присвоении им соответствующей квалификационной группы по электробезопасности.

Удостоверение выдается после сдачи экзамена на знание "Правил эксплуатации электроустановок потребителей", "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", "Единых правил безопасности при разработке полезных ископаемых открытым способом" и инструкций применительно к профессии или занимаемой должности.

Лица, обслуживающие электроустановки, при производстве работ должны иметь при себе удостоверение о присвоении квалификационной группы.

Работы в электроустановках производятся по наряду-допуску, распоряжению, в порядке текущей эксплуатации.

Наряд-допуск - это задание на безопасное производство работы, оформленное на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность выполнения работы, и пр.

Право выдачи нарядов-допусков и распоряжений предоставляется лицам электротехнического персонала предприятия, уполномоченным на это распоряжением лица, ответственного за электрохозяйство предприятия, подразделения. Указанные лица должны иметь квалификационную группу V (в установках напряжением до 1000 В - не ниже IV).

Список лиц, которые могут назначаться ответственными руководителями и производителями работ по нарядам-допускам и распоряжениям, а также наблюдающими за выполнением работ, утверждается ответственным за электрохозяйство предприятия, подразделения.

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

29

КП.1806. ТЭ-23.05.07.03.00ПЗ

При производстве работ по наряду-допуску или распоряжению с записью в оперативном журнале обязанности допускающего выполняют:

на экскаваторе - машинист экскаватора или специально назначенное лицо;

в распределительных устройствах и передвижных трансформаторных подстанциях - лицо оперативного и оперативно-ремонтного персонала или лицо, специально на это уполномоченное, с квалификационной группой не ниже IV;

на приключательных пунктах и комплектных трансформаторных подстанциях, к которым подключены экскаваторы, буровые станки - машинисты этих горных машин с квалификационной группой не ниже IV либо лицо оперативного или оперативно-ремонтного персонала с их уведомлением.

Выполнение работ в электроустановках напряжением выше 1000 В

По наряду-допуску оперативно-ремонтным и ремонтным персоналом выполняются работы:

на действующих воздушных линиях электропередачи напряжением выше 1000 В, связанные с подъемом на опору, приключательный пункт, КТП и др. выше 2 м от поверхности их установки;

ремонтные работы, выполняемые в электроустановках напряжением выше 1000 В со снятием напряжения или без снятия на токоведущих частях и вблизи них;

на действующих кабельных линиях из бронированных и гибких кабелей (ремонт, переукладка) на местах их прокладки.

В электроустановках напряжением до 1000 В оперативным, оперативно-ремонтным и ремонтным персоналом производятся по наряду-допуску ремонтные работы:

на воздушных линиях, осветительных сетях с подъемом на опору;

в распределительных устройствах, на щитах, сборках;

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

30

КП.1806. ТЭ-23.05.07.03.00ПЗ

на кабельных сетях.

## Список использованных источников

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

31

КП.1806. ТЭ-23.05.07.00.00ПЗ

НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА

1. Зюзин А.Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. – М.: Высшая школа, 1986.

2. Бондаренко В.Л. Справочник электромонтажника. – К.: Будивельник, 1976.

3. Белоруссов Н.И., Саакян А.Е., Яковлева А.И. Электрические кабели, провода и шнуры. Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1987.

4. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов. - М.: Высшая школа, 2001.

5. Липкин Б.Ю. Электроснабжение предприятий и установок. - М.: Высшая школа, 1990г.

6. Мовсеев Н.В. Справочник по монтажу электроустановок промышленных предприятий. М.: Энергоиздат, 1982.

7. Неклепаев Б.Н., Крюков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. – М.: Высшая школа, 1989.

8. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов. – М.: Энергоатомиздат, 1986.