МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

НИЖНЕВАРТОВСКИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ

##### КУСОВОЙ ПРОЕКТ

# Предмет: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Тема: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Специальность: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Группа: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Студент: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Проект принят с оценкой\_\_\_\_\_\_\_\_(\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2003г.

# Руководитель

# Курсового проекта \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

подпись

СОДЕРЖАНИЕ

# ВВЕДЕНИЕ 3

1. ОПИСАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ 4

1.1. Характеристика объекта 4

1.2. Описание схемы электроснабжения 5

1.3. Конструкция силовой и осветительной сети 6

2. РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ 7

2.1.Расчет освещения 7

2.2. Расчет электрических нагрузок 9

2.3.Компенсация реактивной мощности 13 2.4. Выбор трансформаторов питающей подстанции 14

2.5. Выбор места расположения питающей подстанции 17

2.6. Расчёт сети 0,38кВ 18

Выбор аппаратов защиты

2.7. Расчет сети напряжением выше 1кВ 24

2.8. Расчет токов короткого замыкания 25

2.9.Выбор оборудования питающей подстанции 28

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 30

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 32

ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

# ЛИСТ1.НГПК.1806.15.8304.МЭ На отдель-

# СХЕМА ПОДСТАНЦИИ 6/0,4-2х250 ОДНОЛИНЕЙНАЯ ных лис-

# ЛИСТ2.НГПК.1806.15.8304.МЭ тах

# ПЛАН СЕТИ ОСВЕЩЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

# Повышение уровня электрификации производства и эффективности использования энергии основано на дальнейшем развитии энергетической базы, непрерывном увеличении электрической энергии. Повышение эффективности совместного использования тепловых и гидравлических станций основано на ускоренном развитии ЕЭС страны, объединяющей кроме европейской части бывшего СССР также Урал, Казахстан и районы Заподной Сибири. Для передачи больших потоков электрической энергии из этих районов в европейскую часть страны сооружаются линии электропередач сверхвысокого напряжения 1150кВ переменного и 1500 постоянного токов. В настоящее время при наличии мощных электрических станций, объединённых в электрические системы, имеющии высокую надёжность электроснабжения, на многих промышленых предприятиях продолжается сооружение электростанций. Необходимость их сооружения обуславливается большой удалённостью от энергетических систем, потребностью в тепловой энергии для производственных нужд и отопления, необходимостью резервного питания ответственных потребителей. Проектирование систем электроснабжения ведётся в ряде проектных организаций. В результате обобщения опыта проектирования вопросы электроснабжения предприятий получили форму типовых решений. В настоящее время разработаны метода расчётов и проектирования цеховых сетей, выбора мощности цеховых трансформаторов, методика определения цеховых нагрузок и т. д. В связи с этим большое значение приобретают вопросы подготовки высоко квалифицированных кадров, способных успешно решать вопросы проектирования электроснабжения и практических задач.

## 1.ОПИСАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1.1.Характеристика объекта

Механический участок занимается ремонтом и изготовлением различных деталей и металлоконструкций, необходимых для основного производства. В состав цеха водят различные металлообрабатывающие станки, сварочное и грузоподъёмное оборудование, вентиляторы. Мощность электроприёмников цеха составляет от 5 до 105 кВт. Электроприёмники работают в длительном (металлообрабатывающий станки, вентиляторы) и в повторно кратковременном режимах (машины дуговой сварки, грузоподъёмное оборудование ). Электроприёмники цеха работают на переменном 3-х фазном токе (металлообрабатывающии станки, вентиляторы, грузоподъёмное оборудование ) и однофазном токе (машины дуговой сварки, освещение). Электроприёмники цеха относятся к третьей категории по требуемой степени надёжности электроснабжения. Окружающая среда в цехе нормальная, поэтому всё оборудование в цехе выполнено в нормальном исполнении. Площадь цеха составляет 1728м2

Исходные данные представлены в табл. 1, план объекта – на рис. 1

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  по плану | Наименование электроприем-ников | Кол-во | Рном,  кВт | Uном,  кВ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | Металлорежущий станок | 8 | 5 | 0,38 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8 | Металлорежущий станок | 5 | 5 | 0,38 |
| 3 | Карусельный станок с ЧПУ | 3 | 105 | 0,38 |
| 4 | Универсальный станок с ЧПУ | 1 | 70 | 0,38 |
| 10 | Вентилятор | 4 | 11 | 0,38 |
| 11 | Кран-балка, ПВ=25% | 2 | 5 | 0,38 |
| 14 | Машины дуговой сварки, ПВ=65% | 4 | 2,52 | 0,22 |

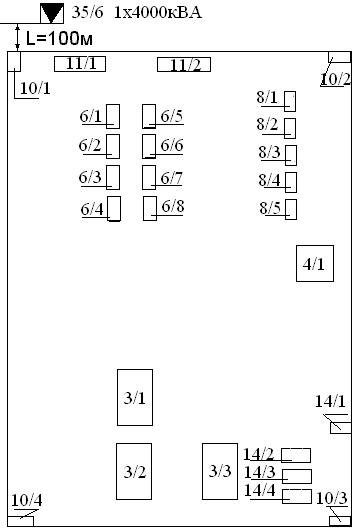


рис. 1

1.2.Описание схемы электроснабжения

Электроснабжение механического участка осуществляется от 2х трансформаторной подстанции 6/0,4кВ с мощностью трансформаторов по 250 кВА каждый. В свою очередь ТП6/0,4 кВ питается по взаиморезервируемым кабельным линиям ААБ 3х35, проложенных в земле, от вышестоящей подстанции 35/6кВ с трансформатором мощностью 4000кВА, которая запитывается от энергосистемы по одноцепной воздушной линии АС-25. На стороне 6кВ ТП 6/0,4 в качестве защитного коммутационного оборудования установлены масляные выключатели и разъединители. На стороне 0,4 кВ в качестве аппаратов защиты от токов короткого замыкания установлены предохранители.

1.3. Конструкция силовой и осветительной сети

Для приема и распределения электроэнергии на механическом участке установлены распределительные щиты. Электроприемники запитываются от ШР проводом, проложенным в трубах. В качестве аппаратов защиты от токов короткого замыкания применены предохранители.

Освещение цеха выполнено 55-ю светильниками Гс с лампами накаливания мощностью 500Вт. Осветительные сети выполняются проводом АПВ-2,5мм² проложенным в трубе.

Питание рабочего освещения производится от осветительного щитка ОЩВ-12, в котором в качестве аппаратов защиты от токов короткого замыкания и перегруза установлены автоматические выключатели.

2.РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Расчет освещения

Расчет освещения проводится по методу коэффициента использования

светового потока. В качестве источника света примем к установке лампы накаливания мощностью 500Вт.

Расчёт сводится к определению необходимого числа ламп в соответствии с нормированной освещённостью. Число ламп определяется по формуле:

N = E · Kз · Z · S / U · Фл, (1)

где E – нормированная освещенность, Е = 150лк [1, табл. П 15];

Z – коэффициент, учитывающий снижение светового потока при эксплуатации, Z = 1,1 [1, С. 344];

Kз – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения светового

потока по освещаемой поверхности, Kз = 1,3 [1, табл.19.1];

S – площадь помещения, м²;

Фл – световой поток одной лампы, Фл = 8200лм, [2, табл.3.12];

U – коэффициент использования светового потока, определяется в зависимости от типа светильника, лампы, показателя помещения и коэффициентов отражения: рn – от потолка, рс – от стен, рр – от рабочей поверхности.

Показатель помещения ι находим по формуле:

ι = (А · В)/ Нр · (А + В), (2)

где А – длина помещения, м;

В – ширина помещения, м;

Нр – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

ι = (36 · 48)/ 4 · (36 + 48) = 5,14

Для светильника Гс при: рn - 50℅, рс - 30℅, рр -10℅, ι=5,14 U=82% [2,прил.5,табл.3], определяем по формуле (2) число ламп:

N =150 · 1,3 · 1,1 · 1728/0,82 · 8200 = 55 шт

Примем к установке 55 светильников типа Гс с лампой накаливания Г220-500, которые установим в пять рядов по 11 светильников.

Находим число ламп аварийного освещения ( 25℅ от рабочего ).

55 · 0,25 = 14 шт

2.2.Расчет электрических нагрузок

Расчет силовых электрических нагрузок ведётся по узлу нагрузки ( шкаф распределительный, шинопровод, трансформаторная подстанция). Все приёмники данного узла нагрузки делятся на характерные технологические группы.

Для каждой группы по [3, табл. 4.1] находят коэффицент использования Ки, коэффициент активной мощности cos φ и коэффициент реактивной мощности tg φ.

Находят установленную мощность для каждой группы электроприёмников по формуле:

Руст=N \* Рном , (3)

где N – число электроприёмников;

Рном – номинальная мощность одного электроприёмника, кВт.

Для каждой технологической группы находят среднесменную активную Рсм и среднесменную реактивную Qсм мощности по формулам:

Рсм = Ки \* Руст , (4)

Qсм = Рсм \* tg φ, (5)

По узлу нагрузки находят суммарную установленную мощность ∑Pуст, активную суммарную среднесменную мощность ∑Pсм и сумарную среднесменную реактивную мощность ∑Qсм:

∑Pуст = ∑Pуст i , (6)

∑Pсм  = ∑Pсм i , (7)

∑Qсм = ∑Qсм i , (8)

где ∑Pуст i – суммарная установленная мощность i-ой технологической группы электроприёмников, кВт;

∑Pсм I - активная суммарная среднесменная мощность i-ой технологической группы электроприёмников, кВт;

∑Qсм I - суммарная среднесменная реактивная мощность i-ой технологической группы электроприёмников, кВт.

Определяют групповой коэффициент использования по формуле:

Ки.гр = ∑Pсм  / ∑Pуст , (9)

Определим модуль нагрузки:

m = Рном. max/Рном. min, (10)

где Рном. max - наибольшая активная номинальная мощность приёмника в группе, кВт;

Рном. min - наименьшая активная номинальная мощность приёмника в группе, кВт.

Определяют эффективное число приёмников.

При m ≤ 3, nэ = N.

Далее определяем в зависимости от группового коэффициента использования и эффективного числа электроприёмников коэффициент максимума Км [4, табл 2-7]

Определяют расчётную максимальную активную Рм и реактивную Qм мощности по формулам:

Рм = Км ∙ ∑Рсм, (11)

Qм = Lм ∙ ∑Qсм, (12)

где Lм – коэффициент максимума реактивной мощности.

Определяют полную максимальную мощность Sм и максимальный расчётный ток Iр:

Sм = √Рм2+ Qм2 , (13)

Iр = S/√3 ∙ Uном, (14)

Для остальных распределительных шкафов расчёт аналогичен, результаты сведены в табл. 2

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  по  плану | Кол-во | Руст  кВт | Ки | Мощность  сред-несменная | | Cos φ  tg φ | nэ | m | Км | Расчётная мощность | | | Iр А |
| Рсм  кВт | Qсм  кВАр | Р кВт | Q кВАр | S кВА |  |
| 10/1 | 1 | 11 | 0,65 | 7,15 | 5,2 | 0,8  0,73 | 8 | 2,2 | 1,7 | 17,8 | 14 | 22,6 | 34,4 |
| 11/1 11/2 | 2 | 5 | 0,05 | 0,25 | 0,43 | 0,5  1,73 |
| 6/1 6/2 6/3  6/4 6/5 | 5 | 25 | 0,12 | 3 | 7,05 | 0,4  2,35 |
| На шинах  ШР-1 | 8 | 41 | 0,25 | 10,4 | 12,68 |  |
| 10/2 | 1 | 11 | 0,65 | 7,15 | 5,2 | 0,8  0,73 | 8 | 2,2 | 1,7 | 19,5 | 16,6 | 25,6 | 39 |
| 6/6 6/7 6/8 8/1  8/2 8/3 8/4 | 7 | 35 | 0,12 | 4,2 | 9,87 | 0,4  2,35 |
| На шинах  ШР-2 | 8 | 46 | 0,25 | 11,4 | 15,07 |  |
| 10/3 | 1 | 11 | 0,65 | 7,15 | 5,2 | 0,8  0,73 | 2,5 | 2,8 |  | 87 | 106,8 | 138 | 212,3 |
| 8/5 | 1 | 5 | 0,12 | 0,6 | 1,41 | 0,4  2,35 |
| 14/1 14/2 14/3  14/4 | 4 | 10,2 | 0,3 | 3 | 7,9 | 0,35  2,58 |
| 4 | 1 | 70 | 0,17 | 11,9 | 13,7 | 0,65  1,15 |
| На шинах  ШР-3 | 7 | 96,1 | 0,24 | 22,7 | 28,1 |  |
| 10/4 | 1 | 11 | 0,65 | 7,15 | 5,2 | 0,8  0,73 |  |  |  |  |  |  |  |
| 3/1 3/2 3/3 | 3 | 315 | 0,17 | 53,6 | 61,6 | 0,65  1,15 |
| Освещение ОЩВ-12 | 55 | 27,5 |  |  |  |  |
| На шинах  ШР-4 |  |  |  |  |  |  | 9,5 |  |  | 293,4 | 325 | 438 | 674 |
| На шинах  ТП |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 439,7 | 462 | 638 | 982 |

2.3. Компенсация реактивной мощности.

Чтобы уменьшить потери мощности необходимо компенсировать реактивную нагрузку. Найдем необходимую мощность компенсирующего устройства:

Qку = α · PрΣ · (tg φ ср.вз. - tgφс ) , (15)

где α – коэффициент, учитывающий возможность снижения реактивной

мощности естественными способами, принимается равным 0,9 [4];

PрΣ – суммарная активная нагрузка на шинах 0,38кВТП;

tg φ ср.вз – средневзвешенное значение реактивного коэфициента мощности;

tgφс – реактивный коэфициент мощности, который необходимо достич после компенсации tgφс = 0,15 по заданию;

Qку = 0,9 · 439,7· ( 1,05 – 0,15 ) = 356,2 кВАр

tg φ ср.вз. = Q рΣ/PрΣ , (16)

tg φ ср.вз. = 462 / 439,7 = 1,05,

где РрΣ – суммарная расчётная активная нагрузка на шинах 0,38кВ ТП;

QрΣ – суммарная расчётная реактивная нагрузка на шинах 0,38кВ ТП.

По [5, табл. 10.11] выбираем комплектное компенсирующие устройство

УК – 0,38 – 150НУ3 и УК – 0,38 – 220НУ3. Мощность компенсирующего устройства 370 кВАр. Находим уточнённую расчётную нагрузку на шинах 0,38кВ ТП:

Sр = √ Рр∑2 + (Q рΣ - Qку)² (17)

Sр = √ 439,7² + ( 462 – 370)² = 452 кВА

2.4. Выбор трансформаторов питающей подстанци

Выбор числа и мощности трансформаторов для цеховых промышленных предприятий должен быть технически и экономически обоснованным, так как он оказывает существенное влияние на рациональное построение схем промышленного электроснабжения.

Критериями при выборе трансформаторов являются надёжность электроснабжения, условие обеспечения режима работы системы электроснабжения с минимумом потерь электроэнергии.

Учитывая, что электропреимники цеха относятся к потребителям 3-й категории по надёжности электроснабжения, на питающей подстанции можно установить трансформатор.

В соответствии с нагрузкой намечаем 2 варианта мощности трансформаторов:

1вар.- 1х630 кВА

2вар.- 2х250 кВА

Расчёт покажем на примере 2-ого варианта.

1)Определяем коэффициент загрузки трансформаторов:

Кз = Sр/N \* Sном.тр, (18)

где N – число устанавливаемых трансформаторов;

Sном.тр – номинальная мощность одного трансформатора

Кз = 452/2 \* 250 = 0,9 ,

2)Проверяем трансформаторы по аварийному режиму.

Так как масляные трансформаторы в аварийном режиме допускают перегрузку на 40% по 6 часов в сутки в течении 5 суток, то при отключении одного трансформатора второй с учётом допустимого перегруза пропустит

0,4·250 = 350кВА

Дефицит мощности составит

452-350 = 102кВА,

но т.к. электроприёмники относятся к 3 категории по надёжности электроснабжения, то часть их на время ремонта можно отключить.

3)Проверяем трансформаторы по экономически целесообразному режиму.

Находим стоимость потерь энергии:

Сn = Со∙N∙Tм[∆Рхх+Ки.п∙Iхх∙Sном.тр/100+Кз2∙(∆Ркз+Кип∙Uк∙Sном.тр/100)], (19)

где Со – стоимость одного кВт·ч, на текущий, Со = 0,81 руб/кВт∙ч;

Тм – число использования максимума нагрузки. Тм = 2000ч, [3, с. 38];

∆Рхх – потери мощности холостого хода, ∆Рхх=0,91кВт [5, табл. 27.6];

Ки.п – Коэффициент изменения потерь, Ки.п = 0,03 кВт/кВАр [5];

Iхх – ток холостого хода, Iхх= 2,3% [5, табл. 27.6];

∆Ркз – потери мощности короткого замыкания, ∆Ркз=3,7 [5, табл. 27.6];

Uк – напряжение короткого замыкания, Uк = 6,5% [5, табл. 27.6]

Сn=0,81∙2∙2000[0,74+0,03∙2,3∙250/100+0,9(3,7+0,03∙6,5∙250/100]=8576,6 руб,

Находим капитальные затраты:

К = N · Cс.тр, (20)

где Cс.тр – стоимость одного трансформатора, Cс.тр = [5, табл. 27.6];

Са = Ка · К (21)

Са = 0,12 · 1500 = 180руб

где Ка - коэффициент учитывающий отчисления на амортизацию и эксплуатацию, для трансформаторов Ка = 0,12 [5]

Находим суммарные ежегодные затраты:

С∑= Сn + Са (22)

С∑= 8576,6+ 180 = 8756,6руб

Для первого варианта расчёт аналогичен, результаты сведены в табл. 3

Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование параметров | Вариант 1  1 х 630 кВА | Вариант 2  2 х 250 кВА |
| Кз | 0,72 | 0,9 |
| ∆Рх.х, кВт | 1,31 | 0,74 |
| ∆Ркз, кВт | 7,6 | 3,7 |
| Uк, % | 5,5 | 6,5 |
| Iхх, % | 2 | 2,3 |
| Тм , ч | 2000 | 2000 |
| Со, руб/кВт∙ч | 0,81 | 0,81 |
| Сn, руб | 8557,5 | 8576,6 |
| К, руб | 1600 | 1500 |
| Ка, руб | 0,12 | 0,12 |
| Са, руб | 192 | 180 |
| С∑, руб | 8749,5 | 8756,6 |

Так как варианты по суммарным затратам отличаются менее чем на 3%:

(8756 –8749,5)\*100/8749,5 = 0,08%,

то варианты считаются равноценными, поэтому выбираем вариант с наименьшими капитальными затратами т. е. 2 х 250 кВА.

2.5. Выбор места расположения питающей подстанции

Место расположения ШР определяется по картограммам нагрузок в зависимости от мощности, запитанных от него электроприёмников.

Распределительные шкафы и цеховую трансформаторную подстанцию целесообразно устанавливать в центре электрических нагрузок (ЦЭН). Координаты ЦЭН определяют по формуле:

Хцэн = ΣХiРi/ ΣРном.i , (23)

Yцэн = ΣYiРi/ ΣРном.i , (24)

где Хi - координата i – го электроприёмника по оси абсцисс, м;

Yi – координата i – го электроприёмника по оси ординат, м;

Рном.i – номинальная мощность i – го электроприёмника, кВт.

Для трансформаторной подстанции берутся координаты всех ШР. Расчёты рассмотрим на примере ШР-1:

Покажем расчёт на примере ШР-1

Хцэн = (1,5 · 11 + 9 · 5 + (12,5 · 5) · 4 + 17 · 5 + 20 · 5) /46 = 496,5/46 = 11м ,

Yцэн = (50 · 11 + (50 · 5) · 2 + 45 · 5 + 42 · 5 + 39 · 5 + 36 · 5 + 45 · 5)/46 =

= 2085/46 = 45,5м,

Для остальных шкафов распределительных и подстанций расчёт аналогичен, результаты сведены в табл. 4

Таблица 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер ШР | Расчётные координаты (X;Y) | Координаты установки  (X;Y) |
| ШР-1 | (11;45,5) | (11;51) |
| ШР-2 | (25;41) | (25;51) |
| ШР-3 | (32;22) | (35,5;22) |
| ШР-4 | (15;8) | (15;1) |
| ТП | (19;7) | Вне цеха |

2.6. Расчёт сети 0,38кВ

Выбор аппаратов защиты

Выбор сечения проводника для отдельного электроприемника покажем на

примере вентилятора 10/1. Сечение питающего проводника выбираем по следующим условиям:

1. По допустимому нагреву

Iдоп ≥ Iр , (25)

где Iдоп – допустимый ток проводника, определяется сечением токоведущей жилы, ее материалом, количеством жил, типом изоляции и условиями прокладки, А;

Iр =Рном/√3 · U ·cosφ, (26)

Iр =11/√3 · 0,38 · = 21А,

Данному току соответствует провод АПВ сечением 4 мм² с Iдоп = 28 А [7, табл. 1.3.5]

1. Проверяем выбранное сечение по допустимым потерям напряжения:

∆Uдоп ≥ ∆Uр (27)

где ∆Uдоп – допустимые потери напряжения, ∆Uдоп = 5%

∆Uр – расчётные потери напряжения, %

∆Uр% = 105 · Рном · L (ro + xo tg φ)/ U ном² (28)

где L – длина проводника, км;

ro  - активное сопротивление 1км проводника, ro = 3,12Ом/км, [8, табл. 2-5];

xo - реактивное сопротивление 1км проводника, xo = 3,12Ом/км, [8, табл. 2-5];

∆Uр%= 105 · 11 · 0,012 · (3,12 + 0,073 · 0,75) / 380² = 0,28 %

т.к. и ∆Uр < ∆Uдоп , то сечение 4 мм² соответствует допустимым потерям напряжения.

В качестве аппарата защиты выбираем предохранитель по

следующим условиям:

Uном.пр > Uном , (29)

Iном.пр > Iр , (30)

Iпл.вс >Iпик / α, (31)

где Uном.пр – номинальное напряжение предохранителя, В;

Iном.пр - номинальный ток предохранителя, А;

Iпл.вс – номинальный ток плавкой вставки, А;

Iпик – пиковый ток, А;

α – коэффициент, учитывающий условия пуска, α = 2,5 [3, табл. 6.3]

Iпик = Кп ∙ Iр , (32)

где Кп – кратность пускового тока по отношению к току нормального режима, Кп = 5 [3];

Iпик = 21∙5 = 105А

Uном.пр > 380В , (33)

Iном.пр > 21А, (34)

Iпл.вс >105/2,5 = 42А , (35)

Выбираем предохранитель ПН-2 Iном=100А Iпл.вс=50А.

Проверяем выбранный провод на соответствие выбранному предохранителю по условию:

###### Iдоп ≥ Кз ∙ Iз , (36)

###### 

###### где Кз – кратность допустимого тока проводника по отношению к току срабатывания аппарата защиты, Кз=1 [3, табл. 6.5];

###### Iз – ток срабатывания защиты, Iз=50А.

т.к. 28 < 1 ∙ 50, то провод не соответствует аппарату защиты поэтому выбираем провод АПВ-16мм2, Iдоп = 60А [7, табл. 1.3.5]

### Расчёт для группы электроприёмников покажем на примере ШР-1.

В соответствии с условием (24) Iр = 34,4А. Выбираем провод АПВ-10мм2 [7, табл. 1.3.5].

По формуле (28) находим:

∆Uр%= 105 · 17,8 · 0,05 · (3,12 + 0,073 · 0,75) / 380² = 2 %,

Провод АПВ-10мм2 соответствует допустимым потерям напряжения, т.к. ∆Uр=2%≤∆Uдоп=5% [7]

В качестве аппарата устанавливаем предохранитель

Находим пиковый ток:

Iпик = Iр – Ки ∙ Iнб + Iпуск.нб (37)

где Iпик – пусковой ток наибольшего электроприёмника

Iпик = 34,4 – 0,65 ∙ 20,8 + 140 = 124,9

По условиям (29), (30), (31) выбираем предохранитель ПН-2 Iном.пр =100А, Iпл.вс =50А,

Проверяем предохранитель по селективности, однолинейная схема ШР-1 дона на рис. 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | |  | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Рис. 2

Предохранитель на вводе не селективен, поэтому выбираем предохранитель ПН-2 Iном.пр =100А, Iпл.вс =80А

Проверяем выбранный провод на соответствие выбранному предохранителю по условию (36), т.к. 34,4 ≤ 1 ∙ 80, то провод не соответствует аппарату защиты, поэтому находим, что данному предохранителю соответствует провод АПВ-35мм2 [7, табл. 1.3.5].

Для остальных электроприемников и шкафов распределительных расчёт аналогичен, результаты сведены в табл. 5

Таблица 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  линии | Трасса | | Проводник | | | Предохранитель | | | |
| Откуда | Куда | Марка | Сечение  мм² | Кол-во жил | Длина  м | Тип | Iном  А | Iпл. вс А |
| 1 | ТП 35/6 | ТП 6/0,4  ввод 1 | ААБ | 3\*35 | | 150 |  |  |  |
| 2 | ТП 35/6 | ТП 6/0,4  ввод 2 | ААБ | 3\*35 | | 150 |  |  |  |
| 3 | ТП 6/0,4  Секция1 | ШР-1 | АПВ | 35 | 4 | 55 | ПН-2 | 100 | 80 |
| 4 | ТП 6/0,4  Секция1 | ШР-2 | АПВ | 70 | 4 | 65 | ПН-2 | 250 | 150 |
| 5 | ТП 6/0,4  Секция2 | ШР-3 | СБ | 3\*185+1\*95 | | 85 | ПН-2 | 400 | 350 |
| 6 | ТП 6/0,4  Секция2 | ШР-4 | СБ | 2(3\*185+ 1\*95) | | 55 | ПН-2 | 600 | 600 |
| 7 | ШР-1 | 10/1 | АПВ | 16 | 4 | 15 | ПН-2 | 100 | 50 |
| 8 | ШР-1 | 6/1 | АПВ | 2,5 | 4 | 10 | ПН-2 | 100 | 40 |
| 9 | ШР-1 | 6/2 | АПВ | 2,5 | 4 | 15 | ПН-2 | 100 | 40 |
| 10 | ШР-1 | 6/3 | АПВ | 2,5 | 4 | 20 | ПН-2 | 100 | 40 |
| 11 | ШР-1 | 6/4 | АПВ | 2,5 | 4 | 25 | ПН-2 | 100 | 40 |
| 12 | ШР-1 | 6/5 | АПВ | 2,5 | 4 | 10 | ПН-2 | 100 | 40 |
| 13 | ШР-1 | 11/1 | АПВ | 2,5 | 4 | 5 | ПР-2 | 15 | 15 |
| 14 | ШР-1 | 11/2 | АПВ | 2,5 | 4 | 5 | ПН-2 | 15 | 15 |
| 15 | ШР-2 | 8/1 | АПВ | 10 | 4 | 10 | ПН-2 | 100 | 40 |
| 16 | ШР-2 | 8/2 | АПВ | 10 | 4 | 15 | ПН-2 | 100 | 40 |
| 17 | ШР-2 | 8/3 | АПВ | 10 | 4 | 20 | ПН-2 | 100 | 40 |
| 18 | ШР-2 | 8/4 | АПВ | 10 | 4 | 25 | ПН-2 | 100 | 40 |
| 19 | ШР-2 | 6/6 | АПВ | 2,5 | 4 | 25 | ПН-2 | 100 | 40 |
| 20 | ШР-2 | 10/2 | АПВ | 16 | 4 | 10 | ПН-2 | 100 | 50 |
| 21 | ШР-2 | 6/7 | АПВ | 2,5 | 4 | 25 | ПН-2 | 100 | 40 |
| 22 | ШР-2 | 6/8 | АПВ | 2,5 | 4 | 25 | ПН-2 | 100 | 40 |
| 23 | ШР-3 | 4 | АПВ | 50 | 4 | 10 | ПН-2 | 250 | 250 |
| 24 | ШР-3 | 8/5 | АПВ | 10 | 4 | 25 | ПН-2 | 100 | 40 |
| 25 | ШР-3 | 10/3 | АПВ | 16 | 4 | 25 | ПН-2 | 100 | 50 |
| 26 | ШР-3 | 14/1 | АПВ | 10 | 4 | 15 | ПН-2 | 100 | 30 |
| 27 | ШР-3 | 14/2 | АПВ | 10 | 4 | 20 | ПН-2 | 100 | 30 |
| 28 | ШР-3 | 14/3 | АПВ | 10 | 4 | 25 | ПН-2 | 100 | 30 |
| 29 | ШР-3 | 14/4 | АПВ | 10 | 4 | 25 | ПН-2 | 100 | 30 |
| 30 | ШР-4 | 3/1 | АПВ | 120 | 4 | 15 | ПН-2 | 400 | 400 |
| 31 | ШР-4 | 3/2 | АВВГ | 120 | 4 | 10 | ПН-2 | 400 | 400 |
| 32 | ШР-4 | 3/3 | АВВГ | 120 | 4 | 10 | ПН-2 | 400 | 400 |
| 33 | ШР-4 | 10/4 | АПВ | 16 | 4 | 15 | ПН-2 | 100 | 50 |

2.7. Расчет сети напряжением выше 1кВ

Определяем экономически целесообразное сечение по формуле:

Sэк = Iр/ Jэк , (38)

где Jэк – экономическая плотность тока, Jэк = 1,2 А/мм2 [3, табл. 6.8];

В соответствии с формулой (26)

Iр = 2 · 250 / √3 · 6 = 48А,

Sэк = 48 / 1,2 = 40 мм²,

Выбираем ближайшее стандартное сечение - 35 мм².

Выбираем кабель ААБ-3х35мм2.

Проверяем выбранный кабель на термическую стойкость к токам к.з. Термически устойчивое сечение к токам к.з. определяется по формуле:

Fm.y.= I∞ · √t пр / С, (39)

где I∞ - установившееся значение периодической составляющей тока к.з., I∞ = 2850А(см. разд. 2.8);

С – коэффициент, учитывающий разницу теплоты выделенной проводником до и после короткого замыкания, С = 95 [3, с. 200];

tпр – фиктивное время, при котором установившийся ток к.з выделяет то же количество теплоты, что и действительный ток к.з. за действительное время при tg = 0,15с, t пр = 0,2с, при β’’=2 [3, рис. 15.10].

Кабель ААБ 3 х 35 термически устойчив к токам короткого замыкания.

Окончательно выбираем кабель ААБ 3 х 35

2.8. Расчет токов короткого замыкания

Расчёт проводим в относительных единицах при базисных условиях. В соответствии с заданием и результатами проектирования составляем расчётную схему и схему замещения. Расчётная схема дона на рис. 3, схема замещения на рис. 4

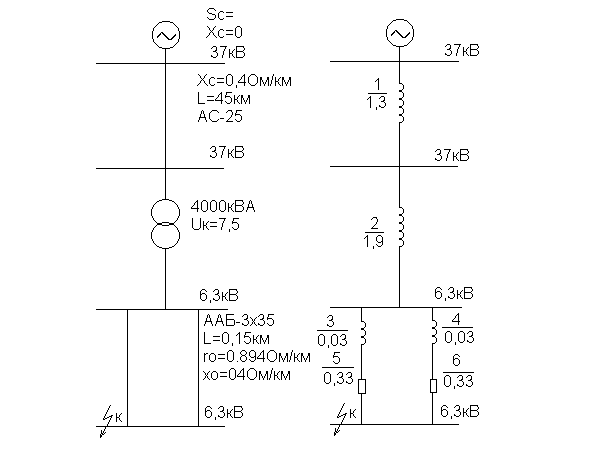


рис. 3 рис. 4

Примем что базисная мощность Sб = 100МВА, базисное напряжение Uб = 6,3кВ.

Сопротивление воздушной линии находится по формуле:

Хвл\*б = Хо ∙ L ∙ Sб/U2ном.ср , (40)

где Uном.ср – среднее номинальное напряжение ступени, кВ

Хвл\*б = 0,4 ∙ 45 ∙ 100/372 = 1,3 ,

Сопротивление трансформатора находится по формуле:

(41)



Определяем реактивное сопротивление кабельной линии по формуле (40):

Хкл\*б = 0,087 ∙ 0,15 ∙ 100/6,32 = 0,03

Находим активное сопротивление по формуле:

rкл\*б = rо ∙ L ∙ Sб/U2ном.ср.каб , (42)

rкл\*б = 0,894 ∙ 0,15 ∙ 100/6,32 = 0,33

Используя признаки параллельного и последовательного соединения сопротивлений находим активное и индуктивное результирующие сопротивления:

Хрез\*б = 1,3+1,9+0,015 =3,215,

Rрез\*б = 0,165,

Так как Rрез\*б ≤Хрез\*б /3 то Хрез\*б  = Zрез\*б.

Определяем ток короткого замыкания по формуле:

Iк.з. = Iб/Zрез\*б , (43)

где Iб – базисный ток, кА.

По формуле (14) находим базисный ток

Iб = 100/√3∙ 6,3 = 9,17кА,

Iк.з. = 9,17/3,215 = 2,85кА,

Определяем ударный ток:

Iу = 2,55 ∙Iк.з., (44)

Iу = 2,55 ∙2,85 = 5,4кА,

Находим мощность короткого замыкания:

Sк.з. = Sб/Zрез.\*б , (45)

Sк.з. = 100/3,215 = 31,10 МВА.

2.9.Выбор оборудования подстанции

Выбор разъединителей производим по следующим условиям:

Uном р > Uном (46)

Iном р > Iрасч (47)

i а. ≥ iy. (48)

It² ∙ t > Iк2 ∙ tпр (49)

где Uном р – номинальное напряжение разъединителя;

Iном р – Номинальный ток разъединителя;

i а – амплитудное значение предворительного сквозного тока к.з;

It – предельный ток термической стойкости;

t – время, в течении которого разъединитель выдерживает предельный ток термической стойкости.

Номинальные данные разъединителя находим по [6, табл. 31.7]

Выбор выключателя производим по следующим условиям:

Uном.в = Uном (50)

Iном.в > Iр (51)

i а. ≥ iy (52)

It² ∙ t > Iк2 ∙ tпр (53)

Iотк > Iк  (54)

Sотк ≥ Sк (55)

где Uном.в – номинальное напряжение выключателя;

Iном.в – номинальны ток выключателя;

Iотк – номинальный ток отключения выключателя;

Sотк – мощность отключения выключателя

Sотк =√3∙Iотк ∙ Uном.в (56)

Номинальные данные масленого выключателя находим [6, табл. 31.1].

Результаты выбора представлены в табл. 6

Таблица 6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Выкл. ВММ-10-320-10Т3 | | разъед. РВ – 6/400 | |
| Расчётные  данные | Католожные  данные | Расчётные  данные | Католожные  данные |
| Uном=6кВ  Iр=48,16 А  iy =5,9кА  I2к ∙ tпр = 6,5  Iк =2,85кА  Sк =31,1 МВА | Uном.в = 11кВ  Iном.в = 320А  i а =25кА  It2 ∙ t =400  Iотк =10кА  Sотк =190,3 МВА | Uном =6кВ  Iр =48,16А  Iy =5,9кА  I2к ∙ tпр =6,5 | Uном.р =6кВ  Iном.р =400А  Iа =  It2 ∙ t =1023 |

Выбираем автоматическии выключатели, установленые на стороне 0,4кВ подстанции по условиям:

Uном ав > Uном (57)

Iном ав > Iрасч (58)

Iт р > Iр (59)

Iэ.р > 1,25∙Iпик (60)

где Uном ав – номинальное напряжение автоматического выключателя;

Iном ав – номинальный ток автоматического выключателя;

Iт р – номинальный ток теплового расцепителя;

Iэ.р - ток срабатывания электромагнитного расцепителя.

По формуле (37) находим

Iпик = 982 – 0,17 ∙ 177 + 887,3 = 1839,21А

Uном ав > 380В

Iном ав > 982А

Iт р > 982А

Iэ.р > 2299А

Выбирем выключатель АВМ-10 Uном ав =400 Iном ав = 1000А Iт р =1000А

Iэ.р  = 5000А

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При проектировании получены следующие результаты:

1. Для соблюдения нормированной освещенности на механическом участке

необходимо установить 55 светильников.

2. В соответствии с силовой и осветительной нагрузками с учетом

экономических показателей для электроснабжения механического участка

необходимо установить на питающей подстанции 6/0,4кВ, два трансформатора мощностью 250кВА каждый.

3. Силовые сети 0,38кВ выбирались по допустимому нагреву с учетом допустимых потерь напряжения в соответствии с аппаратом защиты и выполнены кабелем марки ААБ, АВВГ, СБ, проводом АПВ

4. В качестве аппарата защиты выбрали предохранители.

Результаты проектирования даны в табл. 7:

Таблица 7

Спецификация

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование  электрооборудования | Марка  тип | Единица  измерения | Кол-во |
| Разъединитель трёхполюсный, Iном=320А, Uном=6кВ  Выключатель масляный  Uном =11кВ Iном=320А  Трансформатор маслянный мощностью – 250кВА  Автоматический выключатель  Uном =380В Iном=982А Iт.р=982А  Предохранитель  Iном=1000А Iпл.вс=800А  тоже Iном=400А Iпл.вс=350А  тоже Iном=250А Iпл.вс=250А  тоже Iном=100А Iпл.вс=100А | РВ 6/400  ВММ-10-320-10Т3  ТМ-250/6  АВМ-10  ПН-2  ПН-2  ПН-2  ПН-2 | шт  шт  шт  шт  шт  шт  шт  шт | 6  3  2  3  3  3  3  3 |
| Кабель на напряжение 6кВ  Сечением 3 х 35мм2 | ААБ | м | 135 |
| Светильник  Щиток рабочего освещения  Щиток аварийного освещения  Лампы | Гс  ОЩВ-12  ОЩВ-3  Г220-500 | шт  шт  шт  шт | 55  1  1  55 |
| Кабель на напряжение до 1кВ  сечением 3х185 + 1х95  сечением 70  сечением 16  Провод с алюминевыми жилами в поливенилхлоридной изоляцией  сечением 2,5  сечением 10  сечением 16  сечением 50  сечением 120 | СБ  АВВГ  АВВГ  АПВ  АПВ  АПВ  АПВ  АПВ | м  м  м  м  м  м  м  м | 15  125  35  135  180  65  10  60 |
| Предохранители  Iном=15  Iном=100  Iном=250  Iном=400  Iном=600 | ПН-2  ПН-2  ПН-2  ПН-2  ПН-2 | шт  шт  шт  шт  шт | 6  66  6  12  3 |

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цигельман И.Е. Электроснабжение гражданских зданий и

Коммунальных предприятий.- М.: Высшая школа, 1977

1. Епанешников М.М. Электрическое освещение.- М.: Высшая школа, 1973

3. Постников Н.П., Рубашов Г.М. Электроснабжение промышленных

предприятий.- Л.: Строййиздат, 1980

4. Липкин Б.Ю. Электро снабжение промышленных предприятий и установок.- М.: Высшая школа, 1981

1. Крючков И.П., Кувшинский Н.Н., Неклепаев Б.Н. Электрическая часть

станций и подстанций.- М.: Энергия, 1978

1. Справочник по электроснабжению и оборудованию /Под ред.

Федорова А.А., Барсукова А.Н. М., Электрооборудование, 1978

1. Правила устройства электроустановок /Минэнерго СССР.- М.: Энергия, 1980
2. Хромченко Г.Е. Проектирование кабельных сетей и проводок /Под общ. ред. Хромченко Г.Е. – М.:Высшая школа, 1973