**1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ**

**1.1 Роль подстанции в системе электроснабжении г.Донецка**

Данная подстанция типа К-42-400мз отдельно стоящая ТП6-10/0,4-0,23 кВ предназначена для электроснабжения электроэнергией определённого района г.Донецка. Эта подстанция предназначена для понижения напряжения с6 кВ до 0,4-0,23 кВ. От неё запитаны два жилых девятиэтажных дома, несколько десятков гаражей, продовольственный магазин “Смак”, частное предприятие „Промтехпласт” и авто школа. Данная подстанция К-42-400мз расположена в районе автошколы. Типовой проект отдельностоящей трансформаторной подстанции является корректировкой типового проекта трансформаторной подстанции типа К-42-400мз выполнены с планом типового проектирования. При корректировании типового проекта изменили:

1. Изменили расположение трансформаторов, установив их широкой стороной к двери, что обеспечивает более удобный доступ к пробке для отбора масла и т.д.
2. Механическую замковую блокировку заменили висячими замками, запирающим приводы.
3. Применили схему АВР на стороне 6-10 кВ с питанием отключенных и включенных катушек привода от конденсаторных блоков.
4. Сборные железобетонные конструкции приняли по действующей номенклатуре.

Подстанция предназначена для электроснабжения коммунально-бытовых и промышленных потребителей и рассчитан на установку двух трансформаторов 6-10/0,4-0,23 кВ.

При применении типового проекта в конкретных проектах количество вводов 6-10 кВ и выводов 0,4 кВ должно корректироваться при привязке. Подстанция с трансформаторами мощностью по 100 и 160 кВ\*А применяются в том случае, когда в ближайшие 2-3 года предполагается увеличитьee мощность трансформаторов.

* 1. **Связь подстанции с энергосистемой**

Данная подстанция типа К-42-400мз от ПГВ “Соцгород”-110/6 кВ, которая располагается в микрорайоне “Лазурный”; Запитана данная подстанция с помощью воздушной линии кабелями марки ААБ напряжением 6 кВ, сечением кабеля (3\*95мм2) а на стороне низкого напряжения – (3\*35мм2) типа ААШВ; длина питающей линии от подстанции “Соцгород” до данной подстанции 6/0,4-0,23 кВ составляет 4000 м. На напряжении 6 кВ приняты одинарная, секционированная на две секции двумя разъединителями система сборных шин. К каждой секции предусмотрено присоединение одного силового трансформатора и до двух линий. На каждой секции сборных шин предусмотрены заземляющие разъединители. В РУ 6 кВ к установке приняты выключатели нагрузки ВН3 или ВНП3.

Выбор плавких вставок предохранителей 6 кВ в трансформаторах должен производится с учётом обеспечения селективности с защитными аппаратами 0,4 кВ трансформаторов и линий 6 кВ. Величина проходной мощности ТП определяется параметрами аппаратуры, устанавливаемых на линиях ввода.

Присоединение силовых трансформаторов к щиту 400 В осуществляется через автоматы типа АВМ. При обслуживании защитных аппаратов 6 и 0,4 кВ трансформаторов одним и тем же персоналом, защитные аппараты на стороне 0,4 кВ трансформаторы могут не устанавливаться шины щита 400 В секционированы на две секции рубильником или автоматом в зависимости от отсутствия или наличия АВР; количество и нагрузки отходящих линий определяются конкретным проектом.

Присоединений линий к шинам 400 В предусматривается через рубильники и предохранители.

Сечение сборных шин 400 В принято, исходя из мощности трансформаторов 400 кВ\*А с учётом перегрузки его до 40% с проверкой на термическую и динамическую устойчивость при трёхфазном коротком замыкании.

**1.3 Характеристика потребителей электроэнергии**

Данная подстанция типа К-42-400мз отдельностоящая ТП6-10/0,4-0,23 кВ питает электроэнергией два жилых девятиэтажных дома, несколько десятков гаражей, продовольственный магазин “Смак”, частное предприятие „Промтехпласт” и автошкола.

Эти потребители можно по надёжности и безопасности электроснабжения отнисти ко второй категории надёжности.

**2.СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

**2.1 Расчёт электрических нагрузок**

Основными потребителями подстанции К-42-400мз (6/0,4-0,23 кВ) на стороне напряжением 0,4-0,23 кВ является потребители указанные в пункте 1.3. Данные потребителей 0,4-0,23 кВ приводим в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Данные потребителей 0,4-0,23 кВ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование потребителей | Cos | I,А |
| 1 | ЧП «Промтехпласт» | 0,85 | 450 |
| 2 | Жилые дома | 0,95 | 180 |
| 3 | Гаражи | 0,95 | 150 |
| 4 | Автошкола | 0,9 | 120 |
| 5 | Магазин | 1 | 60 |

**2.1.1Определение максимальных расчётных активных и реактивных** **нагрузок потребителей**

**2.1.1.1 Активная максимальная нагрузка потребителей “Pм1”определяется по формуле:**

; кВТ (2.1)



кВТ



**2.1.1.2 Реактивная расчётная максимальная нагрузка “Qм1”определяется по формуле**

кВАр (2.2)



кВАр



**2.1.2.1 Активная максимальная нагрузка потребителей “Pм2”определяется по формуле (2.1)**

; кВТ



кВТ



**2.1.2.2 Реактивная расчётная максимальная нагрузка “Qм2”определяется по формуле (2.2)**

кВАр



кВАр



**2.1.3.1 Активная максимальная нагрузка потребителей “Pм3”определяется по формуле (2.1)**

; кВТ



кВТ



**2.1.3.2 Реактивная расчётная максимальная нагрузка “Qм3”определяется по формуле (2.2)**

кВАр



кВАр



**2.1.4.1 Активная максимальная нагрузка потребителей “Pм4”определяется по формуле (2.1)**

; кВТ



кВТ



**2.1.4.2 Реактивная расчётная максимальная нагрузка “Qм4”определяется по формуле (2.2)**

кВАр



кВАр



**2.1.5.1 Активная максимальная нагрузка потребителей “Pм5”определяется по формуле (2.1)**

; кВТ



кВТ



**2.1.5.2 Реактивная расчётная максимальная нагрузка “Qм5”определяется по формуле (2.2)**

кВАр



**2.1.6 Итоговые данные по нагрузкам**

**2.1.6.1 Итоговые данные по максимальной активной мощности “Pм” находим по формуле**

Pр=Pр1+Pр2+Pр3+Pр4+Pр5 (2.3)

где Pр1-Максимальноактивная мощность ЧП «Промтехпласт»;

Pр2- Максимальноактивная мощность жилых домов;

Pр3- Максимальноактивная мощность гаражей;

Pр4- Максимальноактивная мощность автошколы;

Pр5- Максимальноактивная мощность магазина;

Pр=265+120+99+75+42=637 кВт

**2.1.6.2 Итоговые данные по максимальной реактивной мощности “Qм” находим по формуле:**

Qр=Qр1+Qр2+Qр3+Qр4+Qр5 (2.4)

где Qр1- максимальной расчётная реактивная мощность;

Qр2-максимальной расчётная реактивная мощность;

Qр3-максимальной расчётная реактивная мощность;

Qр4-максимальной расчётная реактивная мощность;

Qр5-максимальной расчётная реактивная мощность;

Qр=164+36+33+36=269 кВАр

**2.1.7 Потери мощности в силовых трансформаторах**

**2.1.7.1 Потери активной мощности в силовых трансформаторах “Pтр” находим по формуле**

Pтр=тр (2.5)



где n=2 число силовых трансформаторов на подстанции;

к1=0,02 – коэффициент, учитывающий доли потери активной мощности;

тр-400 кВА – номинальная мощность одного трансформатора.



Pтр=2\*0,02\*400=16 кВт

**2.1.7.2 Потери реактивной мощности в силовых трансформаторах “Qтр” находим по формуле**

Qтр=тр (2.6)



где n=2 число силовых трансформаторов на подстанции;

к2=0,11 – коэффициент, учитывающий доли потери реактивной мощности;

тр-400 кВА – номинальная мощность одного трансформатора.



Qтр=2\*0,11\*400=88 кВАр

**2.2 Выбор числа и мощность силовых трансформаторов**

**2.2.1 Согласно расчётным нагрузкам подстанции (смотри таблицу 2.1) находим расчётную мощность подстанции “Sр” по формуле**

Sр= (2.7)



Sр= кВА



2.3.2 Исходя из расчётной мощности подстанции Sр=690 кВА и необходимой надёжностью питания потребителей, принимаем два силовых трансформатора типа ТМ 400/6 мощностью 400 кВА каждый.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Sн  кВА | U1н  кВ | U2н  кВ | Iхх  % | Uкз  % | Pхх  кВт | Pкз  кВт | Цена  грн. |
| ТМ 400/6 | 400 | 6 | 0,4-0,23 | 2,1-3 | 4,5 | 0,92-1,08 | 5,5-5,9 | 30000 |

**2.2.3 Проверяем обеспеченность питания потребителей трансформаторами в нормальном режиме по условию**

Sн тр= Sн\*nраб>Sр (2.8)

где Sн=400 кВА- номинальная мощность трансформаторов;

nраб=2- число рабочих, обслуживающих этот трансформатор;

Sн тр=400\*2 = 800 кВА

Полученный результат удовлетворяет, т.е. 800>690 кВА, значит нормальное электроснабжение будет обеспечено.

**2.2.4 Учтём допустимый аварийный перегрев трансформаторов**

(2.9)



1,4\*400=560

560690



Но часть потребителей третей категории на время ремонта трансформаторов можно будет отключить.

**2.3 Компенсация реактивной мощности**

Компенсация реактивной мощности, или повышения коэффициента мощности электроустановок промышленных предприятий, имеет большое народнохозяйственное значение и является частью общей проблемы повышения КПД работы схемы электроснабжения и улучшения качества отпускаемой электроэнергией.

**2.3.1 Определяем мощность компенсирующего устройства**

“Qку”, исходя из необходимости повышения cos до величины 0,92,. Которой соответствует оптимальное значение tg, равное 0,42. Находим необходимую мощность по формуле

Qку=Pмакс(tg-tg) (2.10)



где Pмакс =653 – расчётный максимум активной нагрузки подстанции;

tg=-0,42 тангенс “фи” в период максимума нагрузок;



Находим tg по формуле



tg=Qмакс/Pмакс (2.11)



tg=357/653=0,55



Qку=653(0,55-0,42)=85 кВАр

## Выбираем компенсирующее устройство УКН-0,38 мощностью 85 кВАр

**2.3.2 Определяем мощность нашей подстанции с учётом компенсирующих устройств по формуле**

S т п =; кВАр (2.12)



S т п =; кВАр



**2.4 Расчёт питающих линий**

**2.4.1 В зависимости от возможности прокладки трассы принимаем кабельные линии в траншее**

По условию надёжности питания предусматриваем два ввода напряжением шины 6 кВ. Расчётная мощность каждой линии при отсутствии первой категории расчётная мощность равна половине мощности подстанции:

Sлр=Sn/2 кВА (2.13)

Sлр=710/2=355 кВА

**2.4.2 Определяем расчётный ток линии по формуле**

Iпр= А (2.14)



Iпр=А



**2.4.3 Экономическое сечение кабеля “Sэк” находим по формуле**

Sэк=Iпр/Jэк мм2 (2.15)

Sэк=34/1=34 мм2

Принимаем кабели ААШВ (3\*35); Iдл доп=125 А

**2.4.4 Проверяем по длительно допустимому току**

I’дл доп Iрасч



I’дл доп=определяется при заданных условиях прокладки и температуры активной среды.

I’дл доп=К1\*К2\* Iдл уст А (2.16)

где К1- поправочный коэффициент на фактор температуры окружающей среды;

К2-коэфициент учитывающий число работающих кабелей

Iдл доп- табличное значение допустимого тока для выбранного стандарта сечения.

I’дл доп=1\*0,92\*125=115 А

115>34 А

**2.4.5 Проверяем в аварийном режиме**

1,3\* Iдоп табл> Iрасч ар (2.17)

где 1,3 –коэффициент учитывающий перегрузку кабеля в аварийном режиме на 30% сверх номинальной нагрузки в течении 5-6 часов в сутки.

Iдоп табл=125 А

Iрасч ар=68 А

1,3\*115=149,5 А

149,5>68 А

Кабель проходит по всем характеристикам мы окончательно принимаем кабель ААШв (3\*35мм2) с Iдоп=125 А.

**2.5 Расчёт токов короткого замыкания**

**2.5.1 Расчёт ведём по [1] в относительных единицах Составим расчётную схему – рис 2.5.1**

**2.5.2 По расчётной схеме составляем схему замещения – рисунок 2.5.2**

Рисунок 2.5.2 Схема замещения

**2.5.3 Принимаем базисные условия**

Базисная мощность Sб= 100 МВА;

Базисное напряжение Uб= 6,3 кВ;

Определяем базисный ток

Iб= кА (2.5.1)



Iб= кА



**2.5.4 Сопротивления элементов схемы**

Системы:

X1=Sб/Sк (2.5.2)

X1=100/200=0,5

где Sб=100 МВА;

Sк=200 МВА – мощность отключения высоковольтного выключателя

Кабельной линии:

X2=X0, (2.5.3)



где X0=0,08 Ом/км – индивидуальное сопротивление 1 км кабельной линии.

=4 км – длина кабеля;



Sб= 100 МВА; Uн=6 кВ;

X2=0.08\*4(100/36)= 0.89

Силового трансформатора:

X3=, (2.5.4)



где Uк=4,5% - напряжение короткого замыкания трансформатора;

Sн т= 400 кВА = 0,4 МВА – номинальная мощность трансформатора.

X3=(4,5/100)\*(100/0,4)= 11,25

**2.5.5 Токи и мощность к.з. в точке К1**

Iпо1=Iб/Xрез, (2.5.5)

где Iб=9,17 кА – базисный ток;

Iпо1- периодическая составляющая тока короткого замыкания

Xрез1=X1+X2 – результирующее сопротивление цепи до точки К1

Xрез1=0,5+0,89=1,39

Iпо1=9,17/1,39=6,6 кА;

### Ударный ток короткого замыкания

Iу1= кА (2.5.6)



где =1,8 – ударный коэффициент принят по [1].



Iу1= кА



### Мощность короткого замыкания

Sк1=Sб/Xрез, (2.5.7)

Sк1=100/1,39=72 МВА

**2.5.6Токи и мощность короткого замыкания в точке К2:**

Iпо2=Iб/Xрез2, (2.5.8)

где Xрез2= X1+X2+X3

Xрез2=0,5+0,89+11,25=12,64

Iпо2=9,17/12,64=0,73 кА

### Ударный ток короткого замыкания

Iу2= кА



где =1,3 – ударный коэффициент принят по [1].



Iу2= кА



### Мощность короткого замыкания

Sк2=Sб/Xрез2,

Sк2=100/12,64=7,9 МВА

**2.6 Выбор и проверка аппаратуры**

**2.6.1 Проверяем кабель ввода ААШв (3\*35) на термическую устойчивость к тока короткого замыкания**

Для этого определяем тепловой импульс короткого замыкания

Вк=Iпо12(tоткл+Tа), (2.6.1)

где Iпо1= 6,6 кА;

tоткл= tзащ +tов – время отключения тока короткого замыкания; tзащ=1с время срабатывания релейной защиты; tов=0,12с - время отключения выключателя;

Ta=0,02с – постоянная времени затухания апериодической составляющей тока короткого замыкания.

Вк=6,62(1+0,12+0,02)=49,6 кА\*с2

Минимально термически устойчивое сечение кабеля

Smin=, (2.5.2)



где С= 85 термический коэффициент – принят по [1], с 245.

Smin=мм2,



что выше 35 мм2, принятых ранее.

Следовательно, кабель ААШв (3\*35) термически не устойчив.

Принимаем на вводе кабель ААШв (3\*95) с сечением жил 95 мм2; Iдоп табл=225А.

**2.6.2 Проверяем кабель ввода по потере напряжения в аварийном режиме**

R=P\* /S=0.0283\*4000/95=1.19 Ом



X=X0=0.08\*4=0.32 Ом.



, (2.6.3)



где =68 А – расчётный ток линии ввода в аварийном режиме;



R=1.19 Ом- активное сопротивление линии;

X=0.32 Ом – индуктивное сопротивление

cos =0.92; sin =0.39.



Кабель проходит по потери напряжения.

Окончательно принимаем к установке две кабельные линии в земляной траншее. Марка кабеля ААШв (3\*95 мм2).

**2.6.3 По расчётному току подстанции Iр=68 А принимаем в распределительном устройстве 6 кВ подстанции алюминиевые однополюсные шины сечением 30\*4 мм2 с Iдл доп=365 А**

При положении шин плашмя

I’дл доп=0,95\* Iдл доп А

I’дл доп=0,95\*365=347 А,

что выше 68 А.

Шины проходят по нагреву.

Проверяем шины на термическую стойкость:

Smin=, мм2



Smin= мм2,



что ниже (30\*4 мм2), то есть шины термически устойчивы.

**2.6.4 Проверяем шины на динамическую устойчивость к токам короткого замыкания. Расчёт ведём по [1]**

Сила, действующая на шины при трёхфазном коротком замыкании

F=, (2.6.4)



где =1- коэффициент формы для прямоугольных однополочных шин;



iу= 16,8 кА - ударный ток короткого замыкания

а= 260 мм – расстояние между соседними шинами в шкафах КРУ-XIII.

= 900 мм – расстояние между точками крепления шин на изоляторах



F=, Н



#### Изгибающий момент шин

М=; (2.6.5)



М= Н\*мм



Момент сопротивления шин при положении их плашмя и расположении в одной плоскости

W=bh2/6, (2.6.6)

где b=4 мм; h= 30 мм

W=4\*302/6=600мм3

#### Расчётное напряжение в материале шин

; (2.6.7)



Мпа,



что ниже =82,3 МПа



Окончательно принимаем алюминиевые однополюсные шины 30\*4 мм2

**2.6.5 Выбор выключателей ввода**

Предполагаем к установке малообъёмный масляный выключатель подвесного типа ВМПЭ-10-630-20 УЗ

Выбор и проверку его производим в табличной форме

Таблица 2.6.5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Условия выбора | Расчётные данные | Каталожные данные |
| Выбор по напряжению  Uуст<Uн | 6 кВ | 10 кВ |
| Выбор по рабочему току Iрасч<Iн | 68 А | 630 кА |
| Выбор по отключающей способности:  Iпо<Iн откл. | 6,6 А | 20 кА |
| Проверка на динамическую стойкость:  Iу<iпр скв | 16,8 кА | 52 кА |
| Проверка на термическую стойкость:  Вк<Im2\*tm | 49,6 кА2\*с | 202\*4=1600 кА2\*с |

Выключатель ВМПЭ-10-630-20 УЗ удовлетворяют условиям выбора и проверки и может быть принят к установке.

Привод встроенный электромагнитный типа ПЭВ-11а.

**2.6.6 Выбор трансформаторов тока ввода**

Предполагаем к установке трансформаторы тока типа ТПЛ-10 КУЗ-200-0,5/р

Выбор и проверку производим в табличной форме

Таблица 2.6.6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Условия выбора | Расчётные данные | Каталожные данные |
| 1 | Выбор по напряжению  Uуст<Uн | 6 кВ | 10 кВ |
| 2 | Выбор по рабочему току Iрасч<Iн | 68 А | 200 А |
| 3 | Выбор по отключающей способности:  Iпо<Iн откл. | 16,8 А | 50 кА |
| 4 | Проверка на динамическую стойкость:  Iу<iпр скв | 49,6 кА2\*с | 182\*1=324 кА2\*с |

**2.6.7 Выбор трансформаторов напряжения**

На каждой секции шин устанавливаем по два однофазных трансформатора напряжения с заземлением вводом типа З НОЛ. 07.10 УЗ, соединённых по схеме “Открытого треугольника”.

Соответствии класса точности

**2.7 Релейная защита силового трансформатора**

2.7.1 Принимаем к установке следующие защиты: на стороне 6 кВ максимально токовую отсечку от междуфазного короткого замыкания и максимально токовую защиту с выдержкой времени; на стороне 0,4 кВ – защиту от замыкания на землю, выполненную одним реле, подключенным через трансформатор тока в заземлённой нейтрале; от внутренних повреждений в трансформаторе – газовую защиту.

**2.7.2 Номинальные токи трансформатора**

I1н=, (2.7.1)



###### где I1н- первичный номинальный ток трансформатора;

U1н= 6 кВ – первичное номинальное напряжение трансформатора;

Sн= 400 кВА – номинальная мощность трансформатора

I1н==38,5 А;



I2н==578 А.



**2.7.3 Выбираем коэффициенты трансформации трансформаторов тока**

Rmm1=38,5/5; принимаем Rmm1=40

Rmm2=578/5; принимаем Rmm2=120

**2.7.4 Первичный ток срабатывания токовой отсечки**

Iсз=Rн\*Iк(3), (2.7.2)



где Rн=1,3 – коэффициент надёжности;

Iк(3)= 0,73 кА= 730 А.

Iсз=1,3\*730= 949 А

Ток срабатывания реле отсечки

Iср=, (2.7.3)



где =1 – коэффициент схемы при соединении трансформаторов тока в неполную звезду;



Rmm1=40 – коэффициент трансформации трансформатора тока

Iср==23,7 А.



###### Принимаем реле тока типа РТ-40/40

Ток уставки Iуст=24 А

Коэффициент чувствительности отсечки определяем при двухфазном коротком замыкании на вывод 6 кВ трансформатора.

Rr=; (2.7.3)



Rr=



где =6,6 кА = 6600 А.



Iсз= 949 А.

Rr==6>2.



Защита достаточно чувствительная.

**2.7.5 Первичный ток срабатывания максимальной токовой защиты с выдержкой времени**

Iсз=, (2.7.4)



где Rн=1,2 – коэффициент надёжности;

Rз= 2 – коэффициент запаса;

I1н=38,5 А – первичный номинальный ток трансформатора.

Rв=0,8 – коэффициент возврата реле.

Iсз==115,5 А



###### Ток срабатывания реле защиты

Iсз=; (2.7.5)



Iсз==2,88=2,9 А.



Принимаем реле типа РТ-40/10 с уставкой тока ЗА и реле времени типа ЭВ-124 с уставкой времени 1с.

Коэффициент чувствительности защиты

Rr==, (2.7.6)



где Iк(3)=730 А; Iсз=115,5

Rr==5,5>1,5.



Защита достаточно чувствительная.

**2.7.6 Ток срабатывания защиты от замыкания на землю на стороне 0,4 кВ**

Iсз=0,5\*I2н= 0,5\*578=289 А

Принимаем Iсз=290 А;

###### Ток срабатывания реле РТ-81

Iср===2,4 А.



Выдержка времени на реле 1с.

**2.7.7 Газовую защиту выполняем газовым реле типа РГЗ-61**

**4.1 ЗАЗЕМЛЕНИЕ ПОДСТАНЦИИ**

4.1.1 Подстанция получает питание двумя кабелями вводами напряжение 6 кВ. Сторона 6кВ имеет изолированную нейтраль, сторона 0,4 кВ – глухозаземлёную нейтраль.

Общая протяжность кабельной линии напряжением 6 кВ составляет 8 км; грунт в месте сооружения подстанции – супесок. Расчёт ведём по [1].

**4.1.2 Определяем ток замыкания на землю в сети 6 кВ;**

Iз===4,8 А.



**4.1.3 Сопротивление заземляющего устройства в сети 6 кВ;**

R3=U3/I3=125/48=26 Ом

где U3= 125 В по [1]., так как. Заземляющее устройство является общим для сетей напряжением 6 кВ и 0,4 кВ.

По ПУЭ сопротивление в сети 0,4 кВ не должно превышать 4 Ом.

Из двух значений сопротивлений выбираем меньшее, то есть Rзу<4 Ом

**4.1.4 В качестве вертикальных заземлений принимаем стержни диаметром 12 мм длиной 5 м. Из круглой стали. Удельное измерение сопротивление грунта Ом\*м; повышающий коэффициент .**



Расчётное сопротивление грунта Ом.



**4.1.5 Размещаем электроды по периметру подстанции по периметру подстанции с расстоянием между ними а=5м;**

число электродов n=P/a=50/5=10, где P=50 м – периметре подстанции.

**4.1.6 Коэффициент использования электродов - по [1].**



Проверим величину сопротивления контура.

Rзу=Rзо/n\*=10.2/10\*0.59=1.5 Ом



Сопротивление соединительной полосы не учитываем.

**4.2 Техники безопасности при осмотрах и ремонтах электрооборудования подстанции**

**4.2.1 Организация охраны труда на подстанции**

Для персонала электрохозяйств важнейшим вопросом охраны труда является электробезопастность, представляющая собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

# Организационные мероприятия по предупреждению поражения электрическим током состоят в регламентации действий дежурного и ремонтного персонала при выполнении им своих обязанностей,» отношении порядка работ и применения защитных средств.

Осмотры действующих электроустановок могут осуществляться одним лицом из числа дежурного персонала, имеющего квалификационную группу не ниже III.

При необходимости осмотр камер закрытых РУ с входом за ограждение разрешается одному лицу с квалификационной группой не ниже IV при условии, что в проходах расстояние от пола до нижних фланцев изоляторов составляет не менее 2м,а до не огражденных токоведущих частей - не менее 2,75м при 35 кВ и 3,5м при 110 кВ.

Оперативные переключения в РУ производятся по распоряжению или с ведома вышестоящего дежурного персонала, в введении которого находится данное электрооборудование. Распоряжения могут быть переданы устно или по телефону или по радио трубке с записью их в оперативном журнале.

Ремонтные и наладочные работы в действующих электроустановках напряжением выше 1000В должны производиться при соблюдении следующих условий:

а) на работу должно иметься соответствующее разрешение лица, уполномоченного на это:

1. наряд;
2. устное распоряжение;
3. радио- или телефонное распоряжение;

б) работа должна производиться не менее чем двумя лицами;

в) должны быть выполнены технические и организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность персонала. До начала ремонтных работ должны быть выполнены следующие технические мероприятия:

а) произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие ошибочной подаче напряжения к месту работы;

б) вывешены плакаты " Не включать - работают люди ", "Стой -высокое напряжение " и при необходимости установлены ограждения;

в) переносные заземления присоединены к "земле";

г) проверено отсутствие напряжения на части установки, предназначенной для работы;

д) наложены заземления и вывешены плакат м Работать здесь \*\*.

Как правило, все основные ремонтные в наладочные работы должны выполняться в электроустановках по наряду, являющемуся письменным распоряжением на производство работ с указанием времени начала и окончания работ, места работы, условий безопасного проведения, состава бригады и лиц, ответственных за безопасность работающих.

Ответственными за безопасность работ являются:

1. лицо, выдающее наряд;
2. ответственный руководитель работ;
3. лицо оперативного персонала -допускающий;
4. производитель работ;
5. при работе неэлектрического персонала - наблюдающий;
6. рабочие, входящие в состав бригады.

**4.1.2 Технические способы предупреждения травматизма**

В процессе эксплуатации электроустановок нередко возникают условия, при которых даже самое совершенное конструктивное исполнение установки не обеспечивает безопасность работающего, и поэтому требуется применение специальных защитных средств - переносных приборов и приспособлений, служащих для защиты персонала от поражения электрическим током, воздействия электрической дуги, продуктов горения и т.п. Эти средства не являются конструктивными частями самой электроустановки; они лишь дополняют стационарные защитные устройства - ограждения, блокировки, сигнализацию, заземление, зануление и т.п.

Технические меры защиты разделяются на группы. К ним относятся:

-применение малых напряжений. Номинальное напряжение не выше 42В применяется в целях уменьшения опасности поражения электрическим током;

- разделение электросети на отдельные электрически не связанные между собой участки с помощью разделительного трансформатора;

контроль, профилактика изоляции, обнаружение ее повреждений. Для этого применяют устройства контроля изоляции, которые осуществляют защиту человека от поражения путем ведения непрерывного измерения сопротивления изоляции с целью поддержания его значения на уровне, при котором при прикосновении человека к токоведущим частям ток через тело не превышает безопасного значения.

**4.3 Охрана окружающей среды**

Окружающей средой называется совокупность абиотической (мертвой) и биотической (живой) природы, окружающей растительный и животный органический мир. Живая природа - это единственный источник, из которого человек черпает все средства для своего существования. Человек активно вмешивается в живую природу.Одним из важнейших факторов влияния на среду обитания человека и всего животного мира является хозяйственная деятельность (промышленность, транспорт, строительство, сельское хозяйство), которая вносит существенные изменения в состояние биосферы. Выбросы в атмосферу отходов производства изменяют ее химический состав, стоки промышленных и городских загрязненных вод загрязняют почву и источники водоснабжения. Гидростроительство влияет на климат прилегающих районов, атомные взрывы и утечки ядерных энергоустановок повышают содержание радиоактивных элементов в атмосфере, в почве, в мировом океане. В результате нерациональной деятельности человека природе нанесен большой урон и это отрицательно скажется на существовании всего человеческого общества.

Охрана окружающей среды - это система мер, направленная на поддержание рационального взаимодействия между деятельностью человека и окружающей природной средой, обеспечивающая сохранение и восстановление природных богатств, рациональное использование этом решаются вопросы обеспечения сохранности природных комплексов, содействия восстановления и рационального использования природных ресурсов. Решение задач по охране природы предусматривает:

1. охрану атмосферного воздуха;
2. рациональное использование и охрану водоемов;
3. охрану и рациональное использование земель;
4. сохранение н рациональное использование биологических ресурсов;
5. улучшение использования недр и др.

На промышленных предприятиях для работающих окружающей средой является воздух рабочих зон помещений и прилегающих к ним территорий. Очень важную роль играет микроклимат производственных помещений, который характеризуется действующим на организм человека сочетанием температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также тепловыми и электромагнитными излучениями, содержанием в воздухе вредных веществ и наличием определенного уровня шума и вибрации. Важнейшей составной частью воздуха является кислород - около 21%, необходимый для существования всей живой природы. В результате сжигания биологического топлива количество кислорода в атмосфере уменьшается, а количество углекислого газа СО2 возрастает.

Углекислый газ потребляется растениями и на основе фотосинтеза служит источником формирования живого вещества.

Основной производитель кислорода это зеленая растительность. Поэтому для поддержания необходимого количества кислорода в атмосфере следует принимать меры к сохранению и расширению растительного мира, в первую очередь леса. Необходимо увеличивать площади зеленых насаждений в населенных пунктах, а также на территориях защитных зон вокруг производственных зданий и промышленных предприятий. Помимо выделения в атмосферу углекислого газа происходит интенсивное загрязнение воздуха промышленной пылью, вредными парами и газами. Защита атмосферного воздуха от вредных примесей осуществляется следующими мерами:

а) очисткой воздуха, выбрасываемого в атмосферу вентиляционными системами;

б) переводом котельных с твердого (уголь) и жидкого (мазут) топлива на газ;

в) изменением технологии производства с таким расчетом, чтобы они выделяли меньше пыли и других вредных веществ.

Охрана водоемов, особенно источников питьевой воды, имеет важное значение в сохранении здоровья людей. Качество пресной воды ухудшается вследствие сброса в реки и озера и в грунт неочищенных или плохо очищенных промышленных и прочих стоков. Производственные сточные воды после соответствующей очистки могут быть использованы повторно в техническом процессе. Для этого создаются системы оборотного водоснабжения. Очистка сточных вод в зависимости от характера их загрязнения осуществляется механическими, физико-химическими и биохимическими способами.

**4.5 Противопожарная защита**

Пожары на производстве представляют собой большую опасность для работающих и причиняют большой ущерб. Поэтому противопожарной защите предприятия, цехов и участков должно уделяться надлежащее внимание.

Помещения комплектных трансформаторных подстанций, а также трансформаторных подстанций по пожарной безопасности имеют категорию производства В. Соответственно степень огнестойкости зданий П.

Основными причинами возникновения пожаров является нарушение инструкций и Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей, а именно недопустимые опасные перегревы обмоток и магнитопроводов электрических машин и трансформаторов вследствие длительных перегрузок, которые могут привести к загоранию изоляции; электрическая дуга при неполном замыкании в сети на землю и между фаз и др. В процессе эксплуатации электроустановок необходимо контролировать температуру нагрева электрических машин, аппаратов, токоведущих частей, проводов и контактов. Для контроля температуры открытых токоведущих шив РУ следует использовать специальную термопленку, которая при нагревании изменяет цвет. Температуру масла в силовых трансформаторах контролируют термометром, который постоянно опущен в футляре в верхней части бака. Согласно ПТЭ температура масла в баке не должна превышать 93 С в не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 60°С. Маслонаполненные силовые трансформаторы, содержащие большое количество горючего минерального масла представляют собой большую пожарную опасность. Поэтому при монтаже трансформатора под ним сооружается маслоприемная бетонированная яма, в которую спускают горящее масло в случае разрыва бака и вытекания горящего масла при аварии. Яма покрывается стальной решеткой, поверх которой насыпают слой гравия. Мощные масляные трансформаторы оборудуются специальными газовыми реле, которые срабатывают в случае утечки из бака масла и недопустимого понижения его уровня, а также в случае, когда в результате межвитковых к.з. в обмотке вследствие разложения масла выделяются газы, заполняющие резервуар реле, отчего оно срабатывает на сигнал или на отключение.

Особенности тушения пожара в электроустановках определяются спецификой горючих материалов, применяемых в конструкциях электрооборудования, в некоторых горючих веществ, используемых при его эксплуатации. Наиболее распространенным средством для тушения пожара является вода, подаваемая к очагу горения в виде компактной струи или в распыленном виде.

Эффективность тушения водой объясняется ее большой теплоемкостью и теплотой парообразования, что особенно важно при тушении мазута и трансформаторного масла. Лучший эффект дает тушение распыленной водой.

Хороший результат при тушении пожара дает химическая пена.

Воздушно-механическая пена высокой кратности является основным средством тушения пожаров из-за возгорания трансформаторного масла

Также для тушения пожаров применяется углекислота, она может быть использована для тушения пожаров в закрытых помещениях. Вследствие низкой ее электрической проводимости ей можно тушить пожары в электроустановках, находящихся под напряжением.

Небольшой очаг пожара можно быстро потушить, засыпав горючее вещество песком, набросив на него асбестовое полотно или грубую шерстяную ткань.

Тушение пожара электрооборудования проводят при снятом напряжении, не допуская перехода огня на рядом расположенные установки. Тушить компактными струями воды горящее масло не рекомендуется во избежание увеличения площади пожара. При тушении кабелей, проводов, аппаратуры применяют углекислотные огнетушители типа ОУ-8, углекислотно-бром этиловый огнетушитель типа ОУБ-7, порошковый огнетушитель типа ОПС-10. Если напряжение снять невозможно, допускается тушение пожара компактными и распылительными водяными струями, при этом ствол пожарного рукава заземляют и работают в диэлектрических ботах и перчатках на расстоянии не менее 4,5 метра.

На подстанции должно быть отведено место для хранения основных элементов противопожарного оборудования - огнетушителя, ящика с сухим песком, листовой асбест и лопаты.

При эксплуатация огнетушителей необходимо систематически следить за их исправностью: проверять один раз в три месяца весовой заряд углекислоты, находящейся в огнетушителях, оберегать их от нагрева солнцем или другими источниками теплоты, а также от ударов. Доступ к средствам тушения пожара должен быть свободен.

Средством оповещения службы пожарной охраны о возникшем пожаре служит электрическая пожарная сигнализация. Система электрической пожарной сигнализации состоит из извещателей-датчиков, устанавливаемых в защищаемых помещениях, приемной станции, расположенной в помещении пожарной команды, источников питания и электрической сети, связывающей извещатели с приемной станцией.

Первичный (вводный) противопожарный инструктаж проходят все вновь принимаемые на работу работники электрохозяйства. Вторичный инструктаж проводится на рабочих местах работником, ответственным за пожарную безопасность цеха, производственного участка.

Во время первичного инструктажа работников электроустановки знакомят с действующими на предприятии противопожарными правилами и пожарном отношении, с возможными причинами пожара и практическими действиями в случае его возникновения.

При вторичном инструктаже даются сведения о производственных установках с повышенной пожарной опасностью, мерах предотвращения загорания, указываются места для курения, расположение средств первичного пожаротушения, объясняются правила поведения в случае возникновения пожара.

## **Перечень ссылок**

1. Липкий Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. -М.: Высшая школа, 1990.
2. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. -М.: Энергия, 1975.
3. Методические указания по курсовому проектированию. Методика выполнения технико-экономических расчетов. Днепропетровск, 1975.
4. Методические указания по курсовому проектированию. Выбор и проверка аппаратуры и токоведущих устройств. Днепропетровск, 1975.
5. Методические указания по курсовому проектированию. Методика выполнения расчетов релейной зашиты. Днепропетровск, 1975.

6. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий под общей редакцией Федорова А.А., Сербиновского Г.В. т. I и II. -М.: Энергия, 1973.