



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

«Авиационный колледж»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению курсового проекта
по дисциплине

«Внутреннее электрообеспечение промышленных и гражданских зданий»

Автор

Ахмедов Р.А.

Ростов-на-Дону, 2016



Аннотация

Настоящие методические указания являются руководящим материалом для студентов при выполнении курсового проекта по ПМ.02 МДК.02.02 Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий. Специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий.

Автор



Преподаватель
авиационного колледжа
Ахмедов Р.А.





Оглавление

Введение	4
Выполнение курсового проектирования	6
Введение	6
Общая часть	6
Общие сведения	6
Электроснабжение.....	8
Выбор числа и мощности силовых трансформаторов.....	9
Расчет токов короткого замыкания	13
Расчет питательной линии.....	22
Приложения	25
Библиографический список	29

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания не заменяют учебную, справочную и директивную литературу, а имеет задачу ознакомить студентов с объемом работы, последовательностью проектирования и рекомендовать методику проектирования.

Данная методразработка выполнена по теме: Распределительное устройство 6/0,4кВ и цеховая комплектная трансформаторная подстанция для потребителей II категории, а также можно использовать и при выполнении следующих тем курсового и дипломного проектирования.

1. Цеховая подстанция напряжением 10/0,4кВ, 35/6/0,4 кВ II категории.

2. Цеховая подстанция напряжением 6/0,4 кВ, 10/0,4 кВ, 35/6/0,4 кВ для потребителей III категории, но в этом случае устанавливается один трансформатор в п/ст.

3. Цеховая подстанция напряжением 6/0,4 кВ, 10/0,4 кВ, 35/6/0,4 кВ для потребителей II,III категории, с воздушным вводом.

4. Комплектация подстанции.

5. Цеховая подстанция отдельностоящие, внутрицеховые, пристроенные, встроенные относительно цеха.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать описательную и расчетную часть проекта. Все разделы записки следуют излагать кратко, о том, чтобы ее размер в целом не превышал 25-30 листов печатного текста.

Расчетно – пояснительная записка включает в себя.

Введение

1. Общую часть
2. Выбор числа, мощности и типа трансформаторов
3. Выбор высоковольтной линии
4. Расчет токов короткого замыкания
5. Выбор высоковольтного оборудования
6. Выбор низковольтного оборудования
7. Релейная защита
8. Блокировка, контроль, измерение на подстанции
9. Техника безопасности
10. Освещение п/ст, строительная часть, вентиляция
11. Специализация оборудования и материалов
12. Заземление подстанции

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

13. Заключение

ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ курсового проекта должна полностью соответствовать по расчетной части

1. План и разрезы подстанции
2. Однолинейная схема подстанции и план заполнения подстанции

Помимо этих основных чертежей могут быть выполнены и другие количество и наименование чертежей задаются преподавателям в зависимости от темы курсового проекта. Однако общее число листов не должно быть больше двух.

Чертежи выполняются в соответствии с правилами технического черчения, все обозначения должны соответствовать ГОСТу и требованиям ЕСКД.

ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Введение

Вводная часть курсового проекта должна отразить задачи решаемые энергетиками страны по созданию экономичных систем электроснабжения, увеличения выработки электроэнергии, снижению выработки электроэнергии, снижению капитальных затрат на сооружение подстанций и электрических сетей. Во введении необходимо кратко показать основные тенденции современного развития электроснабжения в соответствии с технико – экономическими задачами, стоящими перед промышленностью и энергостроителями.

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

В общей части курсового проекта описывается

а) схема электроснабжения подстанции в зависимости от задания схемы проектируемой подстанции, в зависимости от категории потребителей этой подстанции.

б) основное оборудование, которое применяется в проектируемой подстанций.

В общей части дается краткое описание подстанции. Цель этой части дать представление о спроектированной подстанции.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Курсовое проектирование ставит своей целью закрепить и систематизировать теоретические знания учащихся, научить их применять эти знания при решении вопросов производственно-технического характера, привить им навыки к самостоятельной работе с учебной и справочной литературой.

Курсовой проект включает в себя расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

Расчетно-пояснительная записка выполняется на писчей бумаге стандартного формата А4 210 x 297 мм. Текст располагается на одной стороне листа, справа и слева ограничивается полями. Все листы расчетно-пояснительной записки должны быть сброшюрованы в плотную папку и пронумерованы. Электротехническое обозначение на чертежах должны быть выполнены в соответствии с ГОСТами и с требования ЕСКД.

В задании на курсовое проектирование должны быть указаны

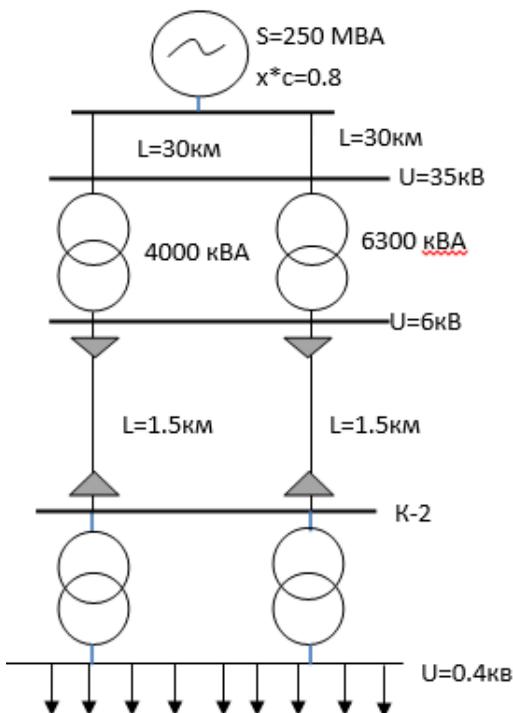
Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

1. Тема проекта
2. Исходные материалы, необходимых для выполнения проекта
3. Перечень вопросов, подлежащих разработке в курсовом проекте
4. Содержание графической части /наименование чертежей
5. Перечень рекомендуемой для выполнения проекта литературы

Исходные данные, необходимо для выполнения курсового проекта, могут быть получены студентами при обследовании объекта электрификации, заданы преподавателем или определены из соответствующей литературы.

Основные темы курсовых проектов, обычно прилагаемые студентам по МДК.02.02. Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

- 1) Электрический расчет сети на напряжение 6-35 кВ – воздушной или кабельной линии



Нагрузка фидеров в амперах														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
117	92	145	35	177	63	90	60	119	88	80	120	129	75	217

$t_{защ} = 0.6сек, t_{выкл} = 0.2сек, I_{зз} = 25А$, II категория потребителей.

Настоящим курсовым проектом рассматриваются вопросы электроснабжения цеховых потребителей.

а) курсовой проект разработан на основании следующих данных

- 1) Задание на курсовое проектирование
- 2) Технических условий и основных положений по проектированию электротехнической части промышленных предприятий.

б) Основные показатели проекта

- 1) Род тока трехфазной переменный 50 Гц
- 2) Напряжение
 - а) первичное 6000 В
 - б) вторичное 400 В
- 3) Установленная мощность силовых трансформаторов 6/0,4кв 2х630 кВА
- 4) Количество распределительных устройств 6кВ I КСО-366
- 5) Количество распределительных устройств 0,4кВ. I ЩО-70

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

По заданной схеме электроснабжение от системы мощностью 250МВА через воздушные линии протяженностью 30км электрическая энергия подается на сборные шины районной подстанции, где установлены понижающие трансформаторы мощностью: $T_1=4000кВа, T_2=6300кВа$

Нагрузки проектируемой подстанции относятся к потребителям второй категории. Согласно ПУЭ подстанции подключенными потребителями второй категории должны обеспечиваться электроэнергией по двум питающим линиям.

На проектируемой подстанции устанавливаются два трансформатора мощностью 630кВа каждый, которые питаются от распределительного устройства РУ-6,3кВ. Распределительное устрой-

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

ство оборудовано комплектными ячейками типа КСО-366. Электроэнергия от понижающих силовых трансформаторов подается на щит низкого напряжения, где установлены комплектные панели типа ЩО-70.

Мощность каждого трансформатора составляет 70% от суммарной мощности нагрузки. Все оборудования на подстанции выбрано по нормальному режиму и проверено на аварийный режим и на действие токов короткого замыкания. Трансформаторы, ячейки КСО-366, щиты ЩО-70 устанавливаются в отдельном помещении. Для защиты силовых трансформаторов в РУ-6кВ применяется релейная защита МТЗ. В подстанции предусмотрено заземляющее устройство, которое одновременно используется для установки до и выше 1000В. По технике безопасности на подстанции применяются

- 1) Комплект плакатов
- 2) Перчатки, боты, коврики, аптечка, клещи, очки, противогазы, штанги до 10кВ, указатель напряжения до 35кВ.

ВЫБОР ЧИСЛА И МОЩНОСТИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Выбор подстанции должен обуславливаться величиной и характером электрических нагрузок и размещением их на генеральном плане предприятия. Число трансформаторов в п/ст. определяется категорией потребителя. Максимальная мощность трансформаторов цеховых п\ст. при вторичном напряжении 0,4 кВ не должно превышать 1000кВА. Выбор мощности трансформаторов следует производить исходя из условий наивыгоднейшего режима его работы или загрузке 70%, а также при выходе из работы одного из них оставшийся обеспечивал бы питание всех потребителей I категории и основных потребителей II категории. При проектировании следует исходить из перспектив развития электроустановок на ближайшие 10 лет.

Необходимо расчет выполнить по технико-экономическим вариантам сравнений. Выбор экономически целесообразного варианта должен производиться по методу срока их окупаемости.

Пример выбора силовых трансформаторов на основании тех же данных.

Токовая нагрузка фидеров:

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

$$\sum I_{\phi} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + \dots + I_{15} = 1607 \text{ A}$$

Напряжение равно 0,4кВ

Определив токовую нагрузку определяем суммарную активную мощность подключенную к шинам низкого напряжения

$$P_1 = \sqrt{3}UI\cos\phi$$

$$P_1 = 1,73 * 0,4 * 1607 * 0,92 = 1024 \text{ кВт}$$

Определяем мощность с учетом коэффициента совмещения максимумов нагрузки

$$P = P_1 * K_{max} = 1024 * 0,85 = 370 \text{ кВт}$$

Определяем величину реактивной мощности

$$\sin\phi = 0,4 \text{ соответствует } \cos\phi = 0,92$$

$$Q = \sqrt{3}IU\sin\phi$$

$$Q_2 = 1,73 * 0,4 * 1607 * 0,4 = 445 \text{ кВар}$$

Определяем величину реактивной мощности с учетом коэффициента совмещения мах нагрузки:

$$K_{max} = 0,95$$

$$Q = Q_1 * K_{max}$$

$$Q = 445 * 0,95 = 423 \text{ кВар}$$

Получив величину активной и реактивной мощностей определяем полную мощность подстанции

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{870^2 + 423^2} = 966 \text{ кВА}$$

т.к в подстанции устанавливается два трансформатора, то следовательно нагрузка на один из них будет в два раза меньше:

$$S_{mp} = \frac{1}{2} S = 483 \text{ кВА}$$

Для выбора силовых трансформаторов выбираем два варианта

- 1) с установкой двух трансформаторов по 630 кВА
- 2) с установкой двух трансформаторов по 1000 кВА

Так как трансформаторы работают параллельно, то расчет ведется по

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

одному трансформатору

I вариант ТМ 630 6/0,4 кВ, II вариант ТМ 1000 6/0,4 кВ

Определяем коэффициент загрузки трансформатора в нормальном режиме

$$K_{\text{заг}} = \frac{S}{S_n}, \quad K_{\text{заг1вар}} = \frac{483}{630} = 0,7,$$

$$K_{\text{заг2вар}} = \frac{483}{1000} = 0,48$$

Определяем потери активной мощности для каждого варианта

$$\Delta P = \Delta P_{\text{ст}} + \Delta P_{\text{ал}} * K_3^2, \text{ где}$$

$\Delta P_{\text{ст}}$ – потери х.х. трансформатора выбираем по каталогу

$\Delta P_{\text{ал}}$ – потери к.з. трансформатора выбираем по каталогу

$$\Delta P_1 = 2,4 + 8 * 0,7^2 = 6,32 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_2 = 3,5 + 13 * 0,48^2 = 6,5 \text{ кВт}$$

Определяем потери реактивной мощности

$$\Delta Q = \frac{I_{\text{хх}}\%}{100} \times S_{\text{ном тр-ра}} + \frac{U_{\text{к}}\%}{100} \times S_{\text{ном тр-ра}} \times K_3^2, \text{ где}$$

$I_{\text{хх}}$ – ток х.х. трансформатора

$U_{\text{к}}$ – напряжение к.з. трансформатора

$$\Delta Q_{1\text{вар}} = \frac{3}{100} \times 630 + \frac{5,5}{100} \times 630 \times 0,7^2 = 35,8 \text{ кВАр}$$

$$\Delta Q_{2\text{вар}} = \frac{3}{100} \times 1000 + \frac{5,5}{100} \times 1000 \times 0,48^2 = 42,6 \text{ кВАр}$$

Определяем годовые потери электроэнергии при 3-х сменной работе

$$\cos \phi = 0,92, T_{\text{max}} = 4600 \text{ ч/год}, T_{\text{д}} = 8000 \text{ ч/год.}$$

$$\Delta A = \Delta P_{\text{ст}} \times T_{\text{д}} + \Delta P_{\text{ал}} \times T \times K_3^2, \text{ где}$$

T – время потерь определяем по учебнику [ЛЗ - стр. 93 рис.2.24]

$$\Delta A_{1\text{вар}} = 2,4 \times 8000 + 8 \times 2800 \times 0,7^2 = 30176 \text{ кВт} \times \text{час}$$

$$\Delta A_{2\text{вар}} = 3,5 \times 8000 + 13 \times 2800 \times 0,48^2 = 36386 \text{ кВт} \times \text{час}$$

Выбор трансформатора по экономическим соображениям

а) определяем величину эксплуатационных расходов

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

$$C = \beta * \Delta A + \frac{P_0}{100} * K, \text{ где}$$

β — удельная стоимость выработки электроэнергии 1 кВт×час

P_0 — потери электроэнергии – 7%

K — капитальные затраты

$$C_1 = 3 * 30176 + \frac{7}{100} * 2725 = 90718 \text{ руб}$$

$$C_2 = 3 * 36386 + \frac{7}{100} * 3705 = 109417 \text{ руб}$$

б) капитальные затраты данные принимаем по каталогу для силовых трансформаторов

$$K_1 = 2725 \text{ руб} \quad K_2 = 3705 \text{ руб}$$

Выгоден первый вариант, т.к у него капитальные затраты и эксплуатационные расходы меньше.

Выбор трансформатора по затратам

$$Z = C + P_n * K,$$

$$P_n = 0.125$$

$$Z_1 = 90718 + 0,125 * 2725 = 91058 \text{ руб}$$

$$Z_2 = 109417 + 0,125 * 3705 = 109880 \text{ руб}$$

Вывод:

Выгоден трансформатор 1-го варианта.

Определяем надежность питания при отключении одного из трансформаторов.

$$K_{зав} = \frac{S_n}{S_{тп-р}} * 100\%,$$

$$K_{зав} = \frac{966}{630} * 100\% = 153\%$$

$$K_{зав} = \frac{966}{1000} * 100\% = 96,6\%$$

В результате сделанных технико-экономических расчетов выбираем трансформатор первого варианта. Этот трансформатор имеет более высокий коэффициент загрузки, более выгоден по экономическим соображениям. При работе в аварийном режиме основные нагрузки 2 категории получают питание от оставшегося силового трансформатора. Следовательно, в проектируемой под-

станции устанавливаем два трансформатора типа ТМ 630 6\0.4кВ.

РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Расчеты токов короткого замыкания следует выполнить исходя из схемы электроснабжения, выданное в задании преподавателем или взятое из исходных данных при обследовании промышленного предприятия, с учетом нормального режима работы. Для расчёта ТКЗ, составляют расчетную схему установки, в которой учитывают все источники питания (генераторы, синхронные компенсаторы, энергосистемы) трансформаторы, воздушные и кабельные линии, реакторы и т.д.

По расчётной схеме составляется схема замещения, в которой указывается сопротивление всех элементов сети и намечаются точки для расчёта ТКЗ. Для расчёта сопротивлений задаются базовыми величинами: напряжение (U_{σ}) за базовое значение принимают среднее номинальное напряжение той ступени, где производится расчёт ТКЗ и базовой мощностью (S_{σ}). За базовую мощность принимаем значение кратное 10. Для удобства расчётов принимаем $S_{\sigma} = 100 \text{ МВ} \cdot \text{А}$. Расчет т.к.з производится для трех расчетных точек к.з, расположение расчетных точек к.з в схеме принимается такое, при котором выбираемое оборудование или проводники оказываются в наиболее тяжелых условиях за линией, на распределительном щите подстанции ниже 1000В.

Пример расчета токов короткого замыкания

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

Расчетная схема электроснабжения

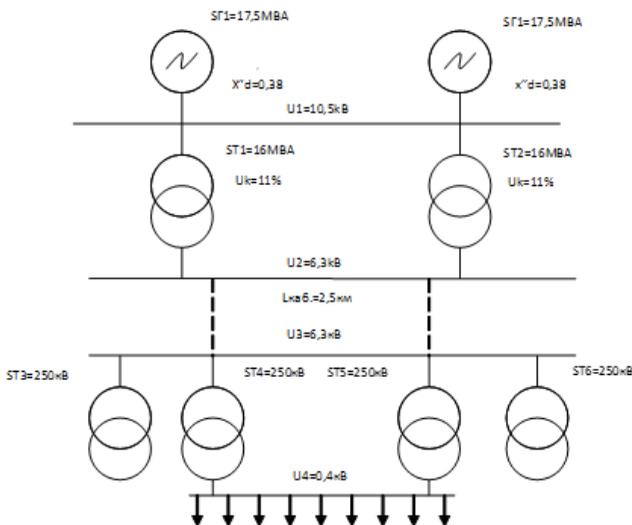


Схема замещения

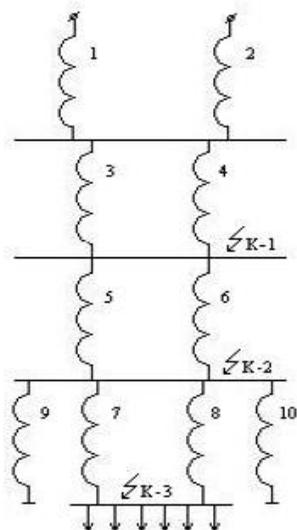


Схема №1

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

РАСЧЕТ ТОЧКИ К.З. К-1

Определяем индуктивное сопротивление генераторов, в относительных базисных единицах (ОБЕ)

$$X_1 = X_2 = X^*_{Б \text{ ген}} = x''d \times \frac{S_B}{\Sigma S_{ГЕН}}$$

$$X_1 = X_2 = X^*_{Б \text{ ген}} = 0,38 \times \frac{100}{17,5} = 2,17$$

Определяем индуктивное сопротивление силовых трансформаторов на ГПП в ОБЕ

$$X_3 = X_4 = X^*_{Б \text{ тр-ра}} = \frac{U_K \%}{100} \times \frac{S_B}{S_{ТП-РА}}$$

$$X_3 = X_4 = X^*_{Б \text{ тр-ра}} = \frac{11}{100} \times \frac{100}{16} = 0,68$$

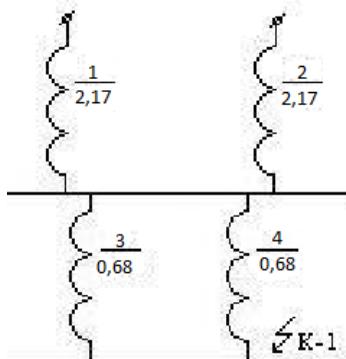


Схема №2

Определяем результирующее сопротивление точки "К-1":

$$X_{11} = X^*_{Б \text{ рез}} = \frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{2}$$

$$X_{11} = X^*_{Б \text{ рез}} = \frac{0,01}{2} + \frac{0,3}{2} = 0,15$$

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

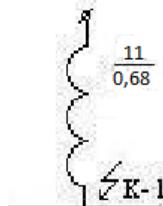


Схема №3

Определяем расчётное сопротивление точки "К-1" в ОБЕ

$$X^*_{\text{расч}} = X^*_{\text{Б рез}} \times \frac{\sum S_{\text{ГЕГ}}}{S_{\text{Б}}}$$

$$X^*_{\text{расч}} = 1,4 \times \frac{35}{100} = 0,5 \text{ т.к. } X^*_{\text{расч}} = 0,5 < 3, \text{ то точка к.з. "К-1"}$$

считается приближенной и дальнейший расчёт производим при помощи кривых затухания [Л4 стр.136 рис.8.10]

Определяем коэффициент кратности для моментов времени

$$K_{t=0} = 2, K_{t=0,2} = 1,6, K_{t=\infty} = 1,8$$

Определяем номинальный ток источников питания

$$I_{\text{нип}} = \frac{S_{\text{ГЕГ}}}{1,73 \times U} = \frac{35}{1,73 \times 10,5} = 1,9 \text{ кА}$$

Определяем значение начального сверхпереходного тока

к.з.

$$I''_0 = K_{t=0} \times I_{\text{нип}} = 2 \times 1,9 = 3,8 \text{ кА}$$

Определяем значение тока к.з. через 0.2 секунды

$$I_{0,2} = K_{t=0,2} \times I_{\text{нип}} = 1,6 \times 1,9 = 3,04 \text{ кА}$$

Определяем значение установившегося тока к.з.

$$I_{\infty} = K_{t=\infty} \times I_{\text{нип}} = 1,8 \times 1,9 = 3,42 \text{ кА}$$

Определяем ударный ток к.з.

$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} \times K_{\text{у}} \times I''_0, \text{ где}$$

$K_{\text{у}}$ – коэффициент ударный = 1.8, т.к. $X^*_{\text{расч}} < 3$

$$i_{\text{уд}} = 1,41 \times 1,8 \times 3,8 = 9,6 \text{ кА}$$

Определяем значение начальной сверхпереходной мощно-

сти

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

$$S''_0 = K_{t=0} \times S_{\text{ном. ген}} = 2 \times 35 = 70 \text{ МВА}$$

Определяем значение мощности через 0.2 секунды

$$S_{0.2} = K_{t=0.2} \times S_{\text{ном. ген}} = 1,6 \times 35 = 56 \text{ МВА}$$

Определяем значение установившейся мощности к.з.

$$S_{\infty} = K_{t=\infty} \times S_{\text{ном. ген}} = 1,8 \times 35 = 63 \text{ МВА}$$

РАСЧЕТ ТОЧКИ К.З. К-2

Для дальнейшего расчёта необходимо выбрать сечение питающей КЛ, в соответствии с ПУЭ сечение КЛ необходимо выбрать по экономической плотности тока

Определяем номинальный ток нагрузки

$$I_{\text{ном}} = \frac{S_{\text{НАГР}}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{500}{1,73 \times 6,3} = 45,8 \text{ А}$$

Определяем экономическую плотность тока по ПУЭ [ЛЗ стр.85]

$$j_{\text{эк}} = 1,2 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}$$

Определяем экономическое сечение

$$F_{\text{эк}} = \frac{I_{\text{НОМ.НАГР}}}{j_{\text{ЭК}}} = \frac{45,8}{1,2} = 38 \text{ мм}^2 \text{ т.к. такого сечения не}$$

существует, принимаем стандартное сечение $F = 35 \text{ мм}^2$

Определяем индуктивное сопротивление КЛ в ОБЕ

$$x_5 = x_6 = x_{*Б \text{ вЛ}} = X_0 \times L \times \frac{S_B}{U^2} = 0,08 \times 2,5 \times \frac{100}{6,3^2} = 0,5$$

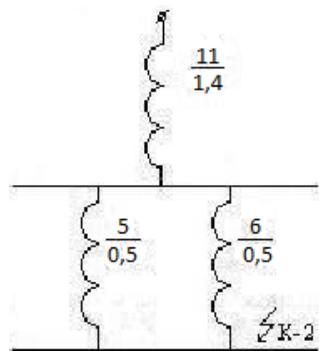


Схема №4

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

Определяем активное сопротивление КЛ

$$R_{\Omega} = \frac{l}{j_{AL} \times F}, \text{ где}$$

j_{AL} – удельная проводимость AL , $j_{AL} = 32 \text{ М/Ом.мм}^2$

$$R_{\Omega} = \frac{l}{j_{AL} \times F} = \frac{2500}{32 \times 35} = 2.2 \text{ Ом}$$

Определяем активное сопротивление КЛ в ОБЕ

$$r_5 = r_6 = r_{\Omega} \times \frac{S_B}{U_H^2} = 2.2 \times \frac{100}{6.3^2} = 5,5 \text{ т.к.} \quad r =$$

$5,5 > \frac{1}{3} \times X = \frac{1}{3} \times 0.5 = 0.16$, то активное сопротивление КЛ для дальнейшего расчёта необходимо учитывать

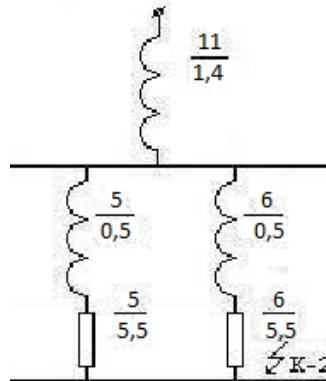


Схема №5

Определяем результирующее сопротивление точки "К-2" в ОБЕ

$$x_{12} = x_{*Б РЕЗ}^{K-2} = \sqrt{\left(\frac{r_6 \times r_5}{r_5 + r_6}\right)^2 + \left(\frac{x_5 \times x_6}{x_6 + x_5}\right)^2} + x_{11} = 3,2$$

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

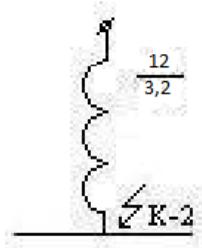


Схема № 6

Определяем расчётное сопротивление точки "К-2"

$$x_{*РАСЧ} = x_{*БРЕЗ}^{К-2} \times \frac{S_{ГЕН}}{S_B} = 3,2 \times \frac{35}{100} = 1,12 \text{ т.к. } x_{*РАСЧ}$$

$= 1,12 < 3$, то точка к.з. "К-2" считается приближенной и дальнейший расчёт производим при помощи кривых затухания по справочнику.

Определяем коэффициент кратности для моментов времени

$$K_{t=0} = 0,9, K_{t=0,2} = 0,8, K_{t=\infty} = 1,1$$

Определяем значение начального сверхпереходного тока к.з.

$$I''_0 = K_{t=0} \times I_{НИП} = 0,9 \times 3,2 = 2,8 \text{ кА}$$

Определяем значение тока к.з. через 0.2 секунды

$$I_{0,2} = K_{t=0,2} \times I_{НИП} = 0,8 \times 3,2 = 2,5 \text{ кА}$$

Определяем значение установившегося тока к.з.

$$I_{\infty} = K_{t=\infty} \times I_{НИП} = 1,1 \times 3,2 = 3,5 \text{ кА}$$

Определяем ударный ток к.з.

$$i_{уд} = \sqrt{2} \times K_y \times I''_0 = 1,41 \times 1,8 \times 2,8 = 7,1 \text{ кА}$$

Определяем значение начальной сверхпереходной мощности

$$S''_0 = K_{t=0} \times S_{НОМ.ГЕН} = 0,9 \times 35 = 31,5 \text{ МВА}$$

Определяем значение мощности через 0.2 секунды

$$S_{0,2} = K_{t=0,2} \times S_{НОМ.ГЕН} = 0,8 \times 35 = 28 \text{ МВА}$$

Определяем значение установившейся мощности к.з.

$$S_{\infty} = K_{t=\infty} \times S_{НОМ.ГЕН} = 1,1 \times 35 = 38,5 \text{ МВА}$$

РАСЧЕТ ТОЧКИ К.З. К-3

Определяем индуктивное сопротивление трансформаторов на КТП

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

$$x_7 = x_8 = x_{*БТП-РА} = \frac{U_K \%}{100} \times \frac{S_B}{S_{НОМ.ТП-РА}} = \frac{6.5}{100} \times \frac{100}{0.25} = 26$$

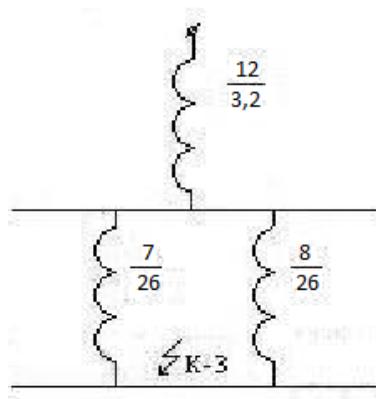


Схема № 7

Определяем активное сопротивление трансформаторов

$$r_{\Omega} = \frac{\Delta P_{AL}}{S_{НОМ.ТП-РА}} = \frac{3.7}{250} = 0.014 \text{ Ом}$$

Определяем активное сопротивление в ОБЕ

$$r_7 = r_8 = r_{\Omega} \times \frac{S_B}{S_{НОМ.ТП-РА}} = 0.014 \times \frac{100}{0.25} = 5.6 \text{ т.к. } r =$$

$5.6 < \frac{1}{3} \times X = \frac{1}{3} \times 26 = 7,8$, то активное сопротивление трансфор-

матора для дальнейшего расчета не учитываем

Определяем результирующее сопротивление точки "К-3"

$$x_{13} = x_{*БРЕЗ}^{К-3} = x_{12} + \frac{x_7 + x_8}{x_7 + x_8} = 3.2 + 13 = 16.2 \text{ Ом}$$

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

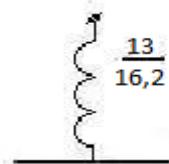


Схема №8

Определяем расчётное сопротивление точки "К-3"

$$x_{*РАСЧ} = x_{*БРЕЗ}^{К-3} \times \frac{S_{ГЕН}}{S_B} = 16,2 \times \frac{35}{100} = 5,67 \text{ так как}$$

$x_{*расч} = 5,67 > 3$, точка К-3 считается удалённой, то дальнейший расчёт производим аналитическим методом

Определяем базисный ток

$$I_B = \frac{S_B}{1,73 \times U} = \frac{100}{1,73 \times 0,4} = 144,5 \text{ кА}$$

Определяем значение токов к.з.

$$I''_0 = I_{0,2} = I_{\infty} = \frac{I_B}{x_{*брез}} = \frac{144,5}{16,2} = 8,9 \text{ кА}$$

Определяем ударный ток к.з.

$$i_{уд} = \sqrt{2} \times K_y \times I''_0 = 1,41 \times 1,8 \times 8,9 = 22,5 \text{ кА}$$

Определяем значение начальной сверхпереходной мощно-

сти

$$S''_0 = S_{0,2} = S_{\infty} = \frac{S_B}{x_{*брез}} = \frac{100}{16,2} = 6,1 \text{ МВА}$$

Результаты расчётов приводим в таблицу №1

Таблица №1

№ п/п	Наименование точки к.з.	Х*Б рез	Х*Б расч	I _{ншт} I _Б	I _{кз} (кА)				МОЩНОСТЬ КЗ (МВА)		
					I'' ₀	I _{0,2}	I _∞	i _{уд}	S'' ₀	S _{0,2}	S _∞
1	точка "К-1"	1,4	0,5	1,9	3,8	3,04	3,42	9,6	70	56	63
2	точка "К-2"	3,2	1,12	1,9	2,8	2,5	3,5	4	31,5	28	38,5
3	точка "К-3"	16,2	5,67	144,5	8,9	8,9	8,9	22,5	6,1	6,1	6,1

РАСЧЕТ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЛИНИИ

Система электроснабжения должна удовлетворять надежности и бесперебойности питания, экономности, удобству и безопасности эксплуатации, обеспечить легкую возможность расширения и надлежащее качество электроэнергии /уровень, напряжение, стабильность, частоты и т.п /.

Питание электроэнергией предприятия и цехов с 1 и 2 категорий следует осуществлять не менее чем по двум линиям допускается питание электроприемники 2 категории по одной воздушной линии, но с обязательным резервированием, питанием кабелей, допускается одной линией по расщепленной не менее чем на два кабеля, присоединенных через самостоятельные разъединители как в начале, так и в конце линии. При этом нормальный режим должен быть рассчитан на работу одного из кабелей. Пропуская способность питающих линий определяется нагрузкой приходящей в нормальном режиме на линию, а так же при аварийном режиме, т.е. при выходе из работы одной из питающих линий, оставшаяся в работе линия должна покрыть 60-80% все расчетной нагрузки. Полное резервирование применяется в тех случаях, когда все электроприемники относятся к 1 категории.

Выбор питательных линий производится:

- Длительную допустимость нагрузки по нагреву
- С учетом экономической плотности тока
- Термической устойчивости к токам.

Выбранное сечение проверяется на аварийный режим.

Нагрузка подстанции в амперах равна

$$I_n/cm = \frac{S_n/cm}{\sqrt{3}U}$$

Мощность подстанции равна 1260 ква, напряжение равно 6кв. тогда

$$I_n/cm = \frac{1260}{1.73 * 6} = 120A$$

Нагрузка одной линии при нормальном режиме равна половине нагрузки п\станции:

$$I_n = \frac{1}{2} I_n/cm = 60A$$

Определяем нагрузку одной линии при аварийном ре-

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

жиме

$$I_{авар.} = I_n / ct = 120 * 0.8 = 60A$$

По длительно допустимой нагрузке равно 60а выбираем сечение кабеля марки ААБ. т.к у нас в траншее проложено два кабеля вводим поправочный коэффициент равный 0,92 на число лежащих кабелей, тогда получим длительно-допустимую нагрузку

$$I_{доп} = 80 * 0,92 = 736A$$

$$I_{доп} = U_{доп} * K_n$$

По этому значению из таблиц определяем сечение кабеля: ААБ 6/3х25/с учетом поправочного коэффициента.

$$I_{доп} = I_{доп} > I_n,$$
$$736A > 60A$$

J- экономическая плотность тока А/мм² определяется по таблицам в зависимости от материала и конструкции проводов, а также от времени использования их максимальной нагрузки.

И_н- ток нагрузки при нормальном режиме.

Выбор кабеля на термическую устойчивость.

$$S_{эк} = \frac{I}{c} \sqrt{t_{\phi}}, S_m = I \frac{\sqrt{t}}{c}$$

Проверка на нагрев от токов короткого замыкания для двух параллельно лежащих кабелей производится исходя от точки короткого замыкания расположенной за линией, т.е в точке К-2. Время действия токов короткого замыкания сказывается из времени действия защиты плюс время действия выключателя

$$t_{кз} = t_3 + t_b = 0.6 + 0.2 = 0.8сек$$

Значение фиктивного времени периодического тока определяем по кривым определяется в зависимости от $t_{кз} * \beta$,

$$\beta = \frac{I_2}{I} = \frac{3.2}{3.2} = 1$$

Определяем сечение кабеля

$$S_{min} = \frac{3200}{88} \sqrt{0.7} = 23mm^2$$

С- постоянная для кабелей с алюминиевыми жилами до 10 кв равна 80.

По S_{min} выбираем ближайшее большее стандартное значение сечения, т.е выбираем кабель ААБ6\3х25\}. Принимаем

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

наибольшее найденное нами сечение. Кроме сечения выбранного по экономической плотности, т.е ААБ6/3х25/. Проверяем выбранное сечение на аварийный режим:

$$I_{\text{доп}} * K_{\text{п}} > I_{\text{аварий}}$$

$$I_{\text{доп}} = 105, I_{\text{аварий}} = 96\text{А}$$

$$105\text{А} * 1,3 > 96\text{А}$$

$K_{\text{п}}$ - дает возможность перегрузки линии на 30% и равен 1,3.

Окончательно выбираем кабель выбранный по термической устойчивости и проверенный в аварийном режиме ААБ 6/3х25/.

ПРИЛОЖЕНИЯ

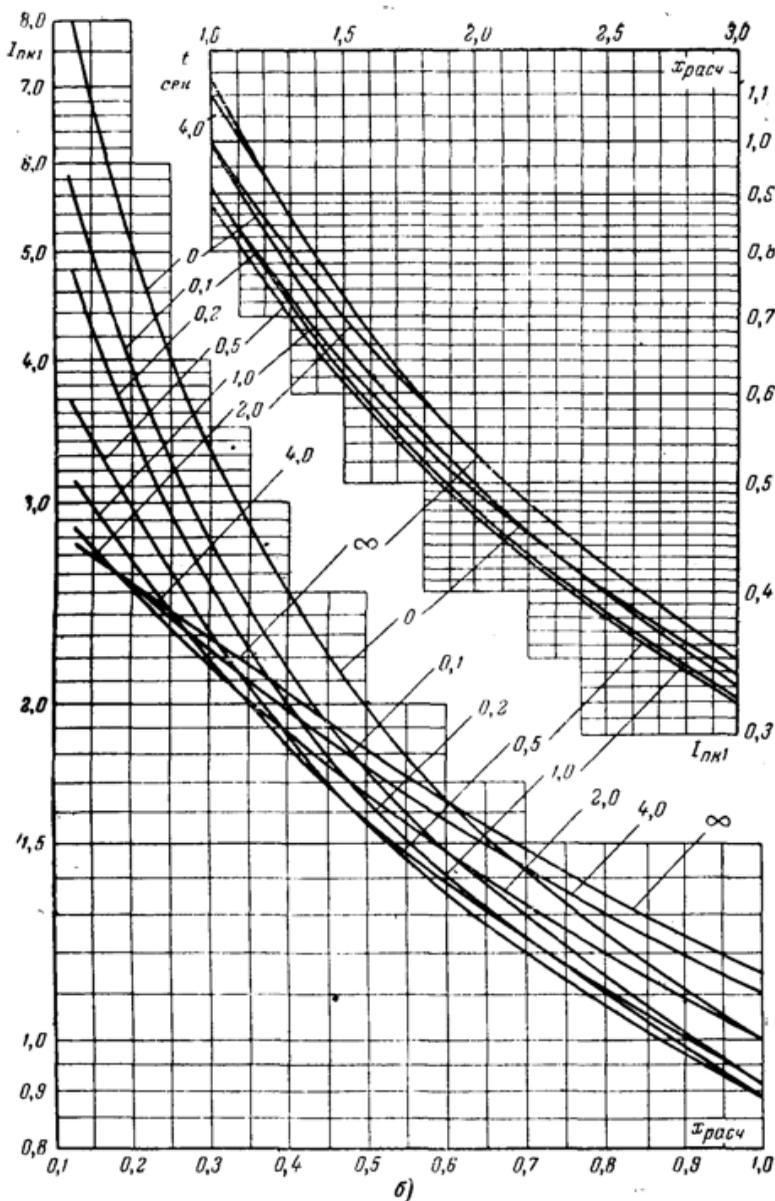
Поправочные коэффициенты на число работающих кабелей, проложенных рядом в земле и трубах

Расстояние между кабелями, мм	Число кабелей					
	1	2	3	4	5	6 и более
100	1	0,9	0,85	0,8	0,78	0,75
200	1	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1	0,93	0,9	0,87	0,86	0,85

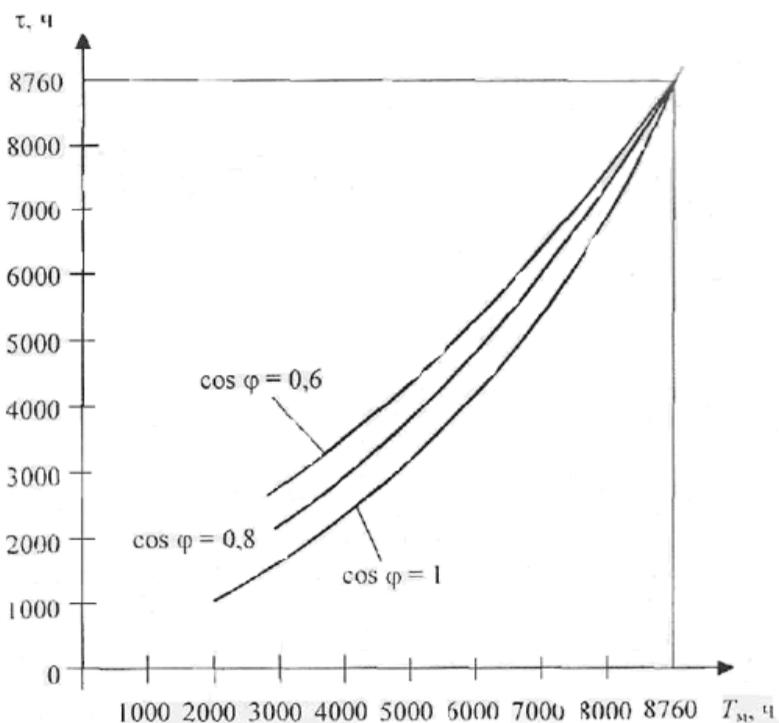
П-12 поправочные коэффициенты на температуру земли и воздуха для определения допустимых токов нагрузок на силовые кабели, шины и голые и изолированные провода

Расчетная температура среды °С	ованная температура жил °С	Поправочный коэффициент при фактической температуре среды °С											
		-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
15	0	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68
25	80	1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74
25	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,06	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
15	65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
25	65	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
15	60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,47
25	60	1,36	1,31	1,25	1,20	1	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54
15	55	1,22	1,17	1,12	1,07	1,03	0,93	0,86	0,79	0,71	0,61	0,50	0,36
25	55	1,41	1,35	1,29	1,23	1,00	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
15	50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,00	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54	0,37	-
25	50	1,48	1,41	1,34	1,26	1,00	1,09	1,00	0,89	0,78	0,63	0,45	-

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий



Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий


 Рис.2.3 Зависимость времени потерь τ от T_{\max}

Проводники	Экономическая плотность тока, A/mm^2 , при числе часов использования максимума нагрузки в год		
	более 1000 до 3000	более 3000 до 5000	более 5000
Неизолированные провода и шины:			
медные	2,5	2,1	1,8
алюминиевые	1,3	1,1	1,0
Кабели с бумажной и провода с резиновой и поливинил-хлоридной изоляцией с жилами:			
медными	3,0	2,5	2,0
алюминиевыми	1,6	1,4	1,2
Кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией с жилами:			
медными	3,5	3,1	2,7
алюминиевыми	1,9	1,7	1,6

 Экономическая плотность тока Amm^2

Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

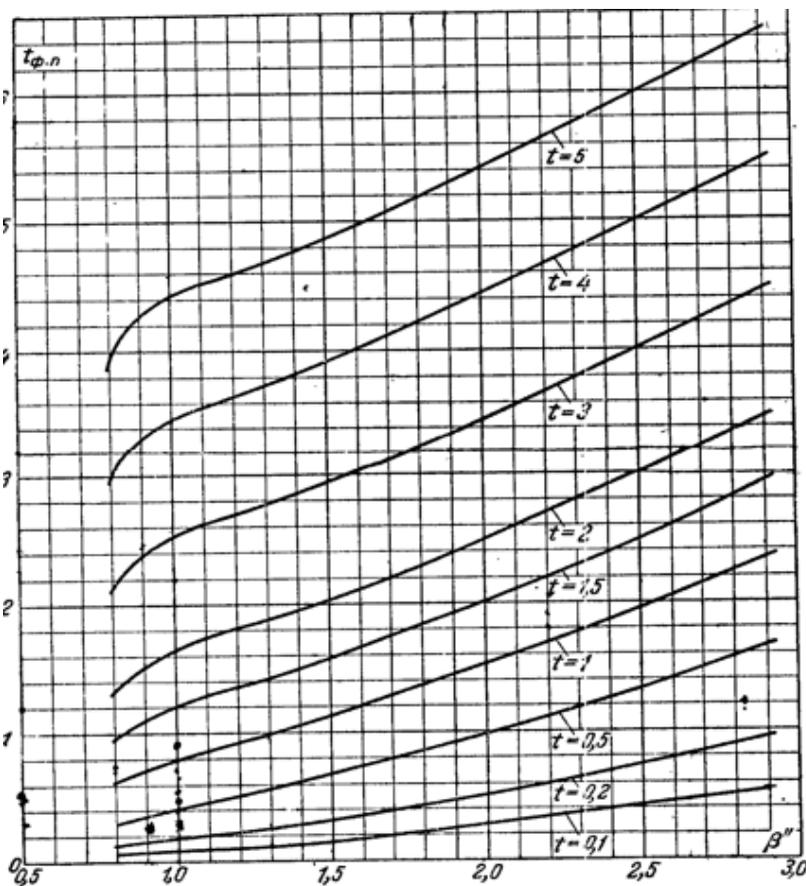


Рис. 7-6. Кривые фиктивного времени периодической слагающей тока короткого замыкания с учетом автоматических регуляторов возбуждения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. "Электроснабжение промышленных предприятий и установок", под редакцией Б.Ю. Липкина, Москва, "Высшая школа", 1990
2. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию (Том I), под редакцией А.А. Федорова, Москва, "Энергоатомиздат", 1986
3. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию (Том II), под редакцией | А.А. Федорова, Москва, "Энергоатомиздат", 1987
4. ПУЭ седьмое издание «Сибирское университетское издательство» Новосибирск. 2006
5. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. Учебное пособие. Ю. Сибикин, Инфра-М, 2015