Министерство науки и образования Р.Ф.

Волжский филиал ГОУ ВПО Мар. ГТУ.

Специальность 270116

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

По предмету: «Электроснабжение промышленных предприятий и установок» на тему: Электроснабжение ремонтно-механического цеха»

Выполнил студент Журавлёв В.А.

Группа МЭ 41сз.

Руководитель

проекта Моргунов Е.П.

Волжск 2010

Содержание

1. Общая часть

1.1 Введение

1.2 Краткое описание технологического процесса

1.3 Выбор напряжения и рода тока

1.4 Выбор схемы электроснабжения

2. Расчётная часть

2.1 Расчёт мощности цеха

2.2 Расчёт числа и мощности трансформаторов

2.3 Расчёт силовой сети

2.4 Расчёт ответвлений к станкам

2.5 Расчёт токов КЗ

2.6 Выбор и проверка аппаратуры и токоведущих частей с высокой и низкой стороны

2.7 Выбор компенсирующих устройств

2.8 Расчёт заземления

Список литературы

1. Общая часть

1.1 Введение

К области электроснабжения относятся: производство, передача и распределение электроэнергии. Электроэнергию вырабатывают электростанции, которые подразделяются на гидравлические и тепловые. Последние в свою очередь делятся на конденсаторные, противодавленческие и смешанные.

Основными потребителями электроэнергии являются промышленные предприятия, которые обычно находятся либо в соответствующих сырьевых районах, либо в близи населённых пунктов промышленных районов.

Очевидно, что месторасположения заводов и фабрик не может совпадать с местом строительства гидростанций и крупных конденсационных станций.

Чем мощнее электростанция, тем больше фабрик, заводов или цехов она может снабжать электроэнергией и тем значительнее будет обслуживаемый ей район. Следовательно, при любых условиях возникает необходимость в передаче электроэнергии от электростанции к потребителям.

Передача электроэнергии осуществляется посредством линий электропередач и трансформаторов, устанавливаемых на повышающих и понижающих подстанциях.

Промышленными потребителями электроэнергии в большинстве случаев являются электродвигатели и светильники, количество которых весьма велико. Поэтому при передаче электроэнергии, одновременно должно происходить её постепенное распределение и разделение, сначала между крупными потребителями, а затем между всё более и более мелкими.

Распределение электроэнергии осуществляется в распределительных устройствах подстанций и в распределительных пунктах.

В электроснабжении предприятий все связанные со станциями вопросы имеют важное значение.

1.2 Краткое описание технологического процесса

Ремонтно-механический цех относится к вспомогательным цехам завода. Он обслуживает все цеха основного и вспомогательного производства завода, производит текущий и капитальный ремонт и изготавливает запасные части к оборудованию.

Электроприёмники цеха не связаны между собой технологическим процессом, их работа происходит независимо друг от друга и остановка одного или нескольких из них не вызывает остановки других электроприёмников.

В основном производстве механизмы РМЦ служат для обработки металлов.

В большинстве случаев такие цеха разбиваются на отделения, например: механическое, сварочное, кузнечное, сборочное, и т.д. Которые выполняют те или иные заказы основных цехов в соответствии с их требованиями.

Среда в цехе – нормальная.

По степени надёжности электроснабжения – относится к третьей категории.

1.3 Выбор напряжения и рода тока

Приёмники электрической энергии современных промышленных предприятий могут быть подразделены на группы, различающиеся по мощности, режиму работы, напряжению, роду тока.

Большая часть электроприёмников – электродвигатели производственных механизмов, электрическое освещение, электрические печи, электросварочные установки – являются, как правило, потребителями трёхфазного переменного тока промышленной частоты- 50 Гц.

Согласно ГОСТ 721-62, номинальные линейные напряжения электрических сетей в электроустановках до 1000 В должны соответствовать при трёхфазном переменном токе: 220, 380, 660 В.

Наибольшее распространение на промышленных предприятиях имеют установки переменного напряжения 380/220В с глухо – заземлённой нейтралью. Выбор данного напряжения и рода тока обеспечивает возможность использования общих трансформаторов для питания силовой и осветительной нагрузки, а также снижение потерь электроэнергии в цеховых сетях - по сравнению с напряжением 220/127В.

Указанное напряжение следует применять во всех случаях, где этому не препятствуют какие – либо местные условия и если технико – экономическими расчётами не доказана целесообразность применения более высокого напряжения. Наибольшая мощность трёхфазных электроприёмников, питаемых от системы напряжением 380 / 220В, не должна превышать величины, допускающей применение контакторов на ток 600 А.

1.4 Выбор схемы электроснабжения

Выбираем магистральную схему электроснабжения.

При магистральной схеме электроснабжения питающие магистрали присоединяются к распределительным щитам вторичного напряжения цеховых трансформаторных подстанций или непосредственно к трансформаторам по схеме блока: трансформатор – магистраль.

Дальнейшее распределение энергии производится распределительными магистралями, присоединёнными к главной магистрали с помощью коммутационных и защитных аппаратов.

Магистральные схемы, в отличие от радиальных, находят применение при нагрузках, которые распределены относительно равномерно по площади цеха.

Достоинство магистральной схемы питания заключаются в сравнительно небольшом количестве отходящих линий, уменьшающем расход цветных металлов, и уменьшения габаритов распределительных установок.

2. Расчётная часть

2.1 Расчёт мощности цеха

Расчёт мощности цеха производится методом коэффициента максимума.

Составляется таблица №-2

Питающая линия №1

Группа А. Ки = 0,14

№ 2 – 7 кВт

№ 1 - 10 кВт

№ 3 – 1 кВт

№ 4 – 7 кВт

№ 5- 16.2 кВт

№ 6 - 10 кВт

№ 7 – 4.5 кВт

№ 8 – 2.8 кВт

№ 9 – 2.8 кВт

Питающая линия №2

Группа А. Ки = 0.14

Группа Б. Ки = 0.16

№ 10 – 2.8 кВт

№ 11 – 0.6 кВт

№ 12 – 6.325 кВт

№ 13 – 3.525 кВт

№ 14 – 10 кВт

№ 15 – 0.6 кВт

№ 16 – 4.5 кВт

№ 17 – 6.2 кВт

Группа В. Ки = 0.25

№ 18 – 7 кВт

№ 19 – 2.8 кВт

№ 20 – 12.65 кВт

№ 21 – 7.5 кВт

№ 22 – 2.8 кВт

№ 23 – 4.5 кВт

Питающая линия № 3

Группа А. Ки = 0.14

Группа Б. Ки = 0.25

№ 24 – 4.5 кВт

№ 25 – 4.5 кВт

№ 26 – 4.5 кВт

№ 27 – 4.5 кВт

№ 28 – 0.6 кВт

№ 29 – 0.6 кВт

№ 30 – 20 кВт

Питающая линия № 4

Группа А. Ки = 0.14

Группа Б. Ки = 0.3

№ 31 – 4.5 кВт

№ 32 – 1 кВт

№ 33 – 4.5 кВт

Группа В. Ки = 0.8

№ 34 – 9.7 кВт с ПВ=65%

№ 35 – 4.5 кВт

Питающая линия № 5

Группа А. Ки = 0.1

Группа Б. Ки = 0.25

%№ 37 – 10 кВт

№ 41 – 1.4 кВт с ПВ=40

Группа В. Ки = 0.5

Группа Г. Ки = 0.8

№ 36 – 30 кВт

№ 39 – 7 кВт

№ 38 – 4.5 кВт

Расчёт:

1) Определяем для питающей линии 1 общую мощность Рн, кВт. (графа 4)

Группа А: Рн = 4×7+1+2×7+3×4.5+2×2.8+4×2.8=73.3 кВт.

Группа Б: Рн = 5×10+2×16,2+6×10=142,4 кВт.

Всего по линии 1 ∑Рн = 73,3+142,4 = 215,7 кВт.

2) Определяем для питающей линии 2 общую мощность Рн, кВт. (графа 4)

Группа А: Рн=5×0,6+6,325+ 3,525+3×0,6+4×4,5+ 6,2+7+2×2,8+2×7,5+ 2,8+3×4,5 = 82,75 кВт.

Группа Б: Рн = 10+2×12,6 = 35,3 кВт.

Группа В: Рн = 2,8 кВт.

Всего по линии 2 ∑Рн = 82,75+35,3+2,8 = 120,85 кВт.

3) Определяем для питающей линии 3 общую мощность Рн, кВт. (графа 4)

Группа А: Рн = 2×4,5+2×0,6 = 10,2 кВт.

Группа Б: Рн = 4,5+4×4,5+4,5+0,6+2×20 = 67,06 кВт.

Всего по линии 3 ∑Рн = 10,2+67,06 = 77,26 кВт.

4) Определяем для питающей линии 4 общую мощность Рн, кВт. (графа 4)

Группа А: Рн = 4,5+2×1+4,5 = 10 кВт.

Группа Б: так как все электроприёмники должны быть приведены к ПВ = 100% то приведём сварочные аппараты с ПВ = 65%

и Рн=9,7 кВт. К ПВ=100%

Рн = Рп×√ПВп [4,стр.68 (3,10)]

Рн = 9,7×√0,65 = 7,8 кВт.

Мощность Группа Б. Рн = 3×7,8 = 23,4 кВт.

Группа В: Рн = 2×4,5 = 9 кВт.

Всего по линии 4 ∑Рн = 10+23,4+9 = 42,4 кВт.

5) Определяем для питающей линии 5 общую мощность Рн, кВт. (графа 4)

Группа А: так как все электроприёмники должны быть приведены к ПВ = 100% то приведём кран-балку с ПВ = 40% и Рн=1,4 кВт. К ПВ=100%

Рн = Рп×√ПВп [4,стр.68 (3,10)]

Рн = 1,4×√0,4 = 0,9 кВт

Мощность Группа А. Рн = 0,9 кВт.

Группа Б: Рн = 10 кВт.

Группа В: Рн = 7 кВт.

Группа Г: Рн = 30+4,5+2×4,5 = 43,5 кВт.

Всего по линии 5 ∑Рн = 0,9+10+7+43,5 = 61,4 кВт.

Итого по цеху ∑Рн = 215,7+120,85+77,26+42,4+61,4 = 517,6 кВт.

6) Для каждой питающей линии определяем отношение:

Рн max

m = -----------[2,стр.16,(1,4)](1)

Pн min

Где Рн max и Рн min – соответственно наибольшая и наименьшая мощности двух электроприёмников в данной линии (графа 5)

16.2

Питающая линия 1: m = ---------- = 16.2(1)

1

12,65

Питающая линия 2: m = ---------- = 21,1 (1)

0,6

20

Питающая линия 3: m = ---------- = 33,3(1)

0,6

7,8

Питающая линия 4: m = ---------- = 7,8(1)

1

30

Питающая линия 5: m = ---------- = 33,3(1)

0,9

30

Итого по цеху: m = -------- = 50(1)

0,6

Коэффициент использования Ки и cos ф определяем из таблиц:

[4 стр. 66-69]. (графа 6 и 7)

По значениям cos ф определяем tg ф (графа 7)

7) Активная и реактивная мощность смены определяется по формулам:

Рсм = Ки × Рн [4 стр. 103, (4,18)] (графа 8)(2)

Где - Рсм – активная мощность смены, кВт.

Ки - коэффициент использования(графа 6)

Рн – общая мощность кВт.

Qсм = Рсм × tg ф[4,стр. 103,(4,19)](графа 9)(3)

Где – Qсм – реактивная мощность смены, кВар.

Рсм – активная мощность смены, кВт.

tg ф – (графа 6)

Питающая линия 1:

Группа А: Рсм = 0,14×73,3 =10,3 кВт.(2)

Qсм = 10,3× 1,73 = 17,8 кВар(3)

Группа Б: Рсм = 0,16 × 142,4 = 22,8 кВт.(2)

Qсм = 22,8 × 1,33 = 30,3 кВар.(3)

Всего по линии 1:

∑Рсм = РсмА + РсмБ = 10,3+22,8 = 33,1 кВт.

∑Qсм = Qсм1 + Qсм2 = 17,8 + 30,3 = 48,1 кВар.

Питающая линия 2:

Группа А: Рсм = 0,14 × 82,75 = 11,6 кВт. (2)

Qсм = 11,6 × 1,73 = 20 кВар.(3)

Группа Б: Рсм = 0,16 × 35,3 = 5,6 кВт.(2)

Qсм = 5,6 × 1,33 = 7,5 кВар.(3)

Группа В: Рсм = 2,8 × 0,25 = 0,7 кВт.(2)

Qсм = 0,7 × 0,75 = 0,5 кВар.(3)

Всего по линии 2: ∑Рсм = РсмА + РсмБ + РсмВ = 11,6+5,6+0,7=17,9 кВт.

∑Qсм = Qсм А + Qсм Б + Qсм В = 20+7,5+0,5 = 28 кВар.

Питающая линия 3:

Группа А: Рсм = 10,2 × 0,14 = 1,4 кВт. (2)

Qсм = 1,4 × 1,73 = 2,4 кВар.(3)

Группа Б: Рсм = 67,06 × 0,25 = 16,8 кВт.(2)

Qсм =16,8 × 0,75 = 12,6 кВар.(3)

Всего по линии 3: ∑Рсм = РсмА + РсмБ = 1,4+16,8 = 18,2 кВт.

∑Qсм = Qсм А + Qсм Б =2,4+12,6 = 15 кВар.

Питающая линия 4:

Группа А: Рсм = 10 × 0,14 = 1,4 кВт.(2)

Qсм = 1,4 × 1,73 = 2,4 кВар.(3)

Группа Б: Рсм = 23,4 × 0,3 = 7 кВт.(2)

Qсм = 7 × 2,29 = 16 кВар. (3)

Группа В: Рсм = 9 × 0,8 = 7,2 кВт. (2)

Qсм = 7,2 × 0,62 =4,5 кВар. (3)

Всего по линии 4: ∑Рсм = РсмА + РсмБ + Рсм В = 1,4+7+7,2=15,6 кВт.

∑Qсм = Qсм А + Qсм Б + Qсм В = 2,4+16+4,5 = 22,9 кВар.

Питающая линия 5:

Группа А: Рсм = 0,9 × 0,1 = 0,09 кВт.(2)

Qсм = 0,09 × 1,73 = 0,15 кВар.(3)

Группа Б: Рсм = 10 × 0,25 = 2,5 кВт.(2)

Qсм = 2,5 × 1,17 =2,9 кВар.(3)

Группа В: Рсм = 7 × 0,5 = 3,5 кВт.(2)

Qсм = 3,5 × 1,02 = 3,6 кВар.(3)

Группа Г: Рсм = 43,5 × 0,8 = 34,8 кВт.(2)

Qсм = 34,8 × 0,62 = 21,6 кВар.(3)

Всего по линии 5 ∑Рсм = 0,09+2,5+3,5+34,8 = 40,8 кВт.

∑Qсм = 0,15+2,9+3,6+21,6=28,3 кВар.

Итого по цеху: ∑Рсм =33,1+17,9+18,2+15,6+40,8 = 125,6 кВт.

∑Qсм = 48,1+28+15+22,9+28,3 = 142,3 кВар.

8) Средневзвешенные значения коэффициента использования Ки по каждой линии и цеху, определяем по формуле:

∑Рсм

Ки = ---------[2, стр. 11,(1.1)] (4)

∑Рн

Где ∑Рсм – суммарная активная мощность смены кВт.

∑Рн – суммарная общая мощность кВт.

33,1

Питающая линия 1: Ки = --------- = 0,15(4)

215,7

17,9

Питающая линия 2: Ки = --------- = 0,15(4)

120,85

18,2

Питающая линия 3: Ки = --------- = 0,23 (4)

77,26

15,6

Питающая линия 4: Ки = --------- = 0,37(4)

42,4

40,8

Питающая линия 5: Ки = --------- = 0,67(4)

61,4

125,6

Итого по цеху: Ки = --------- = 0,24(4)

517,6

9) Среднее значение tg ф по линиям и цеху определяем по формуле:

∑Qсм

tg ф = ----------[2,стр. 26](5)

∑Рсм

Где ∑Qсм – суммарная реактивная мощность смены, кВар.

∑Рсм – суммарная активная мощность смены кВт.

48,1

Питающая линия 1: tg ф = ---------- = 1,45(5)

33,1

28

Питающая линия 2: tg ф = ---------- = 1,6(5)

17,9

15

Питающая линия 3: tg ф = ---------- = 0,82(5)

18,2

22,9

Питающая линия 4: tg ф = ---------- = 1,47(5)

15,6

28,3(5)

Питающая линия 5: tg ф = ---------- = 0,7

40,8

142,3

Итого по цеху: tg ф = ---------- = 1,13(5)

125,6

10) По среднему значению tg ф определяем среднее значение cos ф по линиям и цеху

Питающая линия 1: tg ф = 1,45 cos ф = 0,57

Питающая линия 2: tg ф = 1,6cos ф = 0,53

Питающая линия 3:tg ф = 0,82cos ф = 0,77

Питающая линия 4:tg ф = 1,47cos ф =0,56

Питающая линия 5:tg ф = 0,7cos ф = 0,82

Итого по цеху: tg ф = 1,13cos ф = 0,66

11) Эффективное число электроприёмников nэ (графа 10) определяем следующим способом:

Питающая линия 1:

nэ определяем по 2 – му способу так как n больше 5 и

Ки меньше 0,2

Обозначим n1 – число эл.приёмников имеющих мощность больше половины наибольшего по мощности эл.приёмника данной линии.

Тогда находим величину n\* :

.n1

. n\* = -------- [2, стр.18,(1.6)](6)

n

т. е. отношение этого количества к общему их числу. Далее определяем суммарную номинальную мощность этих приёмников -Рн1

Определяем отношение Рн1 к общей номинальной мощности всех эл.приёмников

Рн1

Р\* =---------- [2стр. 18,(1.6)](7)

∑Рн

По Р\* и n\* определяем nэ\* по таблице ( Цигельман стр. 464)

Тогда nэ определяем по формуле :

nэ = nэ\* ×n [2 стр 18, (1,7)] (8)

n = 29

Рmax = 16,2 кВт. 16,2 / 2 = 8,1

n1 = 5+2+6 = 13

Рн1 = 5×10+6×10+2×16,2 = 142,4 кВт.

n\* = 13 / 29 = 0,45 (6)

Р\* = 142,4 / 215,7 = 0,66 (7)

nэ\* = 0,81( Цигельман стр. 464)

nэ = 0,81 × 29 = 23,5 (8)

Питающая линия 2:

nэ определяем по 2 – му способу так как n больше 5 и

Ки меньше 0,2. аналогично линии 1:

n = 28

Рmax = 12,6512,65 / 2 = 6,33

n1 = 1+1+2+2 = 6

Рн1 = 10+7+2×12,65+2×7,5 = 50,3 кВт.

n\* = 6 / 28 = 0,21 (6)

Р\* = 50,3 / 120,85 = 0,42 (7)

nэ\* = 0,76( Цигельман стр. 464)

nэ = 0,76 × 28 = 21,3 (8)

Питающая линия 3:

nэ определяем по 4 – му способу так как m больше 3 и

Ки больше 0,2. по формуле:

2 ∑Рн

. nэ = --------- [6, стр.194,(8,27)] (9)

Рmax

Рн = 77,26 кВт.Pmax =20 кВт.

nэ = 2×77,26 / 20 = 7,7 (9)

Питающая линия 4:

nэ определяем по 4 – му способу так как m больше 3 и

Ки больше 0,2.

Рн = 42,4 кВт.Рmax = 7,8 кВт

nэ = 2×42,4 / 7,8 = 10,9 (9)

Питающая линия 5:

nэ определяем по 4 – му способу так как m больше 3 и

Ки больше 0,2.

Рн = 61,4 кВтРmax = 30 кВт

nэ = 2×61,4 / 30 = 4 (9)

Итого по цеху:

nэ определяем по 4 – му способу так как m больше 3 и Ки больше 0,2.

Рн = 517,6 кВт.Рmax = 30 кВт

nэ = 2×517,6 / 30 = 34,5 (9)

12) по Ки и nэ определяется коэффициент максимума Км по таблице [4,стр.71,(3.7)] (графа 11):

Питающая линия 1: Км = 1,65

Питающая линия 2: Км = 1,65

Питающая линия 3: Км = 2,1

Питающая линия 4: Км = 1,6

Питающая линия 5: Км = 1,46

Итого по цеху: Км = 1,34

13) Определяем максимальную активную Рм и реактивную Qм мощности по линиям и цеху по формулам:

Рм = Км × ∑Рсм [4,стр.103,(4,17)](графа 12) (10)

Qм = Км × ∑Qсм[4,стр.105,(4.26)](графа 13) (11)

Питающая линия 1: Рм = 1,65 × 33,1 = 54,6 кВт. (10)

Qм = 1,65 × 48,1 = 79,4 кВар. (11)

Питающая линия 2: Рм = 1,65 × 17,9 = 29,5 кВт. (10)

Qм = 1,65 × 28 = 46,2 кВар. (11)

Питающая линия 3: Рм = 2,1 × 18,2 = 38,2 кВт. (10)

Qм = 2,1 × 15 = 31,5 кВар. (11)

Питающая линия 4: Рм = 1,6 × 15,6 = 25 кВт. (10)

Qм = 1,6 × 22,9 = 36,6 кВар. (11)

Питающая линия 5: Рм = 1,46 × 40,8 = 59,5 кВт. (10)

Qм = 1,46 × 28,3 = 41,3 кВар. (11)

Итого по цеху:Рм = 1,34 × 125,6 = 168,3 кВт. (10)

Qм = 1,34 × 142,3 = 190,6 кВар. (11)

14) Определяем максимальную полную мощность Sм и максимальный ток Iм по линиям и цеху по формулам:

Sм = √Рм² + Qм²[4.стр.105,(4.27)](графа 14) (12)

Sм

Iм = --------[6,стр.185,(8.16)](графа 15)(13)

√3×Uн

Где Uн напряжение равное 380 В.

Питающая линия 1:

Sм = √54,6² + 79.4² = 96.4 кВа.(12)

Iм = 96,4\*10³ / 1,73\*380 = 146,5 А.(13)

Питающая линия 2:

Sм = √29,5² + 46,2² = 54,8 кВа.(12)

Iм = 54,8\* 10³/ 1,73\*380 = 83,3 А. (13)

Питающая линия 3:

Sм = √38,2² + 31,5²= 49,5 кВа.(12)

Iм = 49,5\* 10³/ 1,73\*380 = 75,2 А.(13)

Питающая линия 4:

Sм = √25²+36,6²= 44,3 кВа.(12)

Iм = 44,3\*10³/ 1,73\*380 = 67,3 А.(13)

Питающая линия 5:

Sм = √59,5²+ 41,3²= 72,4 кВа.(12)

Iм = 72,4 \*10³/ 1,73\*380 = 109 А.(13)

Итого по цеху:

Sм = √168,3²+190,6²= 254,3 кВа.(12)

Iм = 254,3\*10³/ 1,73\*380 = 386,4 А.(13)

2.2 Расчёт числа и мощности трансформаторов

Число трансформаторов определяем в зависимости от категории потребителей. Обычно:

Для 1-ой категории – два трансформатора (можно один но обязательно АВР на стороне НН.

Для 2-ой категории - один трансформатор при условии наличия складского резерва.

Для 3-ей категории - один трансформатор.

Мощность трансформаторов цеховой подстанции Sтр выбираем по расчётной максимальной мощности цеха Sм (графа 14 таб.2) с учётом коэффициента возможного расширения производства Кр, который берётся в пределах: 1,1 – 1,4

Sтр = Кр × Sм (14)

Где Кр = 1,2

Sтр = 1,2 × 254,3 = 305 кВа.(14)

Далее по каталогу (СЭС том 2 стр.245) выбираем трансформаторы для двух расчётных вариантов.

1) Определяем приведённые потери в трансформаторах для каждого варианта:

ΔР’= ΔРхх+Кп×ΔQхх+Кз ²×( ΔРкз+Кп×ΔQкз) (15)

Где: Кп – коэффициент потерь. Для цеховых подстанций принимается Кп=0,12

Sм

Кз=-------- - коэффициент загрузки по мощности. (15.1)

Sтр[5,стр.188]

ΔРхх и ΔРкз – величины потерь холостого хода и короткого замыкания. (берутся из каталога)

Реактивные мощности потерь вычисляются по формулам:

Iхх%

ΔQхх= Sтр× -------[5,стр.182](16)

100

Где Iхх% - ток холостого хода (берётся из каталога)

Uкз%

ΔQкз= Sтр× -------- [5,стр.182](17)

100

Где Uкз% - напряжение короткого замыкания (берётся из каталога)

2) Определяем годовые потери электроэнергии:

Wг = ΔР’×Тв(18)

Где Тв=2500ч. – время использования максимальной нагрузки (из задания)

3) Определяем стоимость потерь:

С= с×Wг[4,стр.153,(5.43)](19)

Где с – стоимость одного кВт ×ч. с=2руб.

4) Находим капитальные затраты:

К =1,23×Стр(20)

Где 1,23 – коэффициент учитывающий затраты на транспортировку и монтаж.

Стр – стоимость трансформатора в рублях. (при 2-ух трансформаторах берётся 2×Стр)

По результатам расчётов выбирается вариант с меньшими капитальными и эксплуатационными затратами. Для этого по второму варианту берутся расчёты для двух трансформаторов, а именно:

ΔР’=2×ΔРхх+Кп×2×ΔQхх+Кз ²×(2×ΔРкз+Кп×2×ΔQкз)(21)

Где: Кп=0,12

Sм

Кз=---------[5,стр.188](22)

2Sтр

Вариант 1:

Кз= 254,3 / 400 =0,63 (15.1)

ΔQхх=400×(3/100)=12 кВар. (16)

ΔQкз=400×(4,5/100)=18 кВар.(17)

ΔР’=1,08+0,12×12+0,63²×(5,9+0,12×18)=5,7 кВт.(15)

Wг=5,7×2500=14158,5 кВт×ч.(18)

С1=2×14158,5=28317 руб. (19)

К1=1,23×1100000=1353000 руб. (20)

Варинат 2:

Кз=254,3 / (2×160)=0,79(22)

ΔQхх=160×(2,4/100)=3,8 кВар.(16)

ΔQкз=160×(4,7/100)=7,52 кВар.(17)

ΔР’=2×0,54+0,12×2×3,8+0,79²×(2×3,1+0,12×2×7,52)=6,3 (21) кВт.

Wг=6,3×2500=15750 руб.(18)

С2=2×15750=31500 руб. (19)

К2=1,23×2×550000=1353000 руб.(20)

Так как К1=К2 то выбираем вариант с меньшей стоимостью потерь т. е. вариант 1 - ТМ 400/10

2.3 Расчёт силовой сети

Выбор кабельной линии от заводской подстанции до цеховой с проверкой его на нагрев и потери напряжения

1) Определяем номинальный рабочий ток цехового трансформатора Iр по формуле:

Sн

Iр=-----------[6,стр.157,(7,8)](23)

√3×Uвн

Где Sн – номинальная мощность цехового трансформатора.

Uвн – напряжение трансформатора с высокой стороны кВ.

Iр=400 / (1,73×10)=23,12 А. (23)

2) Определяем экономическое сечение кабеля по формуле:

Iр

Sэк=-------- [5,стр.204,(9,1)](24)

jэк

где jэк – экономическая плотность тока А/мм² из таблицы (4,стр.151) jэк=1,6 А/мм² (для кабелей с Al жилами при Тв=2500ч)

Sэк=23,12/1,6=14,45 мм² (24)

По Sэк выбираем сечение кабеля [4,стр139]

Выбираем АСБ 3 ×16 мм² ; Iдоп=75 А. ; r0=2.08 Ом×км. ; Х0=0,07 Ом×км. ; Uн=10кВ. (r0 и Х0 из конспекта)

3) Проверка на нагрев:

Должно соблюдаться условие: Iр≤ Iдоп

23,12<75 условие выполняется.

4) Потери напряжения в кабеле находим по формуле:

√3×100×L×Ip

ΔU%=--------------------×(r0×cos ф+Х0×sin ф)[4,стр.152](25)

Uн (в)

Где L – длина линии в км.

cos ф = 0,66 (таб.№2 графа 7 по цеху)

sin ф =0,75 из cos ф

ΔU%=(1,73×100×0,3×23,12)/10000×(2,08×0,66+0,07×0,75)= =0,17 % (25)

ΔUдоп – не более 5% (из конспекта)

Должно соблюдаться условие: ΔU%≤ ΔUдоп%

0,17%<5% - условие выполняется.

Выбор шинопроводов и кабельной линии по цеху с проверкой на нагрев и потери напряжения.

Выбранные линии:

Линия №1 – шинопровод.

Линия №2 – шинопровод.

Линия №3 – шинопровод.

Линия №4 – шинопровод.

Линия №5 – КЛ+СП

1) Определяем экономическое сечение шинопроводов и кабеля по формуле:

Iм

Sэк=---------(27)

1,4×jэк

Iм – расчётный ток по линии (таб.№2 графа 15)

jэк – из таблицы [4,стр.151] для каждой линии.

2) Выбираем стандартное сечение шинопровода из таблицы [4,стр.372] а кабельной линии из [4,стр.107(4.8)]

3) Проверяем выбранные линии на нагрев. Должно выполнятся условие:

Iм ≤ Iдоп(28)

Где Iдоп – допустимые токи выбранного шинопровода или кабеля.

4) Проверяем выбранные линии на потери напряжения:

√3×100×Iм×L

ΔU% =------------------- (r0×cos ф +х0 ×sin ф)(29)

Uн

Где L –длина линии в (км.); r0 и х0 – из конспекта

sin ф из cos ф

Uн=380 В

Должно выполнятся условие:

ΔU%≤ ΔUдоп%(30)

Где ΔUдоп% =5%

Расчёт:

Линия №1 – шинопровод: L=0,032 км. jэк=1,6

Sэк=146,5/(1,4×1,6)=65,4 мм²(27)

Выбираем: S=75 мм²; Iдоп=265 А. [4,стр.372]

r0=0,475 Ом/км ; х0=0,2 Ом/км

Проверяем: 146,5 А < 265 А(28)

Условие выполняется.

ΔU%=(1,73×100×146,5×0,032)/380×(0,475×0,57+0,2×0,82)=0,92%(29)

0,2%<5% Условие выполняется.(30)

Линия №2 – шинопровод L=0,032 км. Jэк=1,6

Sэк=83,3/(1,4 ×1,6)=37,2 мм²(27)

Выбираем: S=45 мм² ; Iдоп=165 А [4,стр.372]

r0=0,475 Ом/км; х0=0,2 Ом/км

Проверяем:83,3 А < 165 А Условие выполняется. (28)

ΔU%=(1,73 ×100 ×83,3 ×0,032)/380 ×(0,475 ×0,77+0,2 ×0,63)=0,5%(29)

0,5% <5%Условие выполняется.(30)

Линия №3 – шинопроводL=0,016 jэк=1,6

Sэк=75,2/(1,4 ×1,6)=33,6 мм²(27)

Выбираем: S=45 мм² ; Iдоп=165 А [4,стр.372]

r0=0,475 Ом/км х0=0,2 Ом/км

Проверяем: 75,2 А <165 АУсловие выполняется. (28)

ΔU%=(1,73 ×100 ×75,2 ×0,016)/380 ×(0,475 ×0,77+0,2 ×0,63)=0,27%(29)

0,27% <5%Условие выполняется.(30)

Линия №4 – шинопровод L=0,022 км. Jэк=1,6

Sэк=67,3/(1,4 ×1,6)=30 мм²(27)

Выбираем: S=45 мм² ; Iдоп=165 А [4,стр.372]

r0=0,475 Ом/км х0=0,2 Ом/км

Проверяем: 67,3 А <165 АУсловие выполняется.(28)

ΔU%=(1,73 ×100 ×67,3 ×0,022)/380 ×(0,475 ×0,56+0,2 ×0,83)=0,28%(29)

0,28% <5%Условие выполняется.(30)

Линия №5 – КЛL=0,01км. Jэк=1,6

Sэк=109/(1,4×1,6)=48,7мм²(27)

Выбираем: S=50мм²; Iдоп=110 А[4,стр.107(4.8)]

r0=0,67 Ом/км х0=0,06 Ом/км

Проверяем:109 А<110 АУсловие выполняется. (28)

ΔU%=(1,73×100×109×0,01)/380×(0,67×0,82+0,06×0,57)=0,28%(29)

0,28%<5%Условие выполняется.(30)

2.4 Расчёт ответвлений к станкам

1) Рассчитываем ответвление к самому удалённому станку

Станок №6;

Р=10кВт; . η=88% [3,стр.63] ; cos ф=0,89 [3,стр.63] U=380В

L=0.059 км.

Находим расчётный ток двигателя:

Р

Iр= --------------------- (31)

√3×U×cos ф×η

η– КПД двигателя в (о. е.)

Iр=10000/(1,73×380×0,89×0,88)=19,4 А (31)

По условиям нагрева выбираем стандартное сечение (Липкин стр.139)

Sст=4мм² ; Iдоп=27 А ; r0=8,35 Ом/км.; х0=0,1 Ом/км

Проверяем:

19,4 А<27 А Условие выполняется.(28)

ΔU%=(1,73×100×19,4×0,059)/380×(8,35×0,89+0,1×0,45)=3,9%(29)

3,9%<5%Условие выполняется.(30)

Проверяем суммарную потерю напряжения от цеховой подстанции до самого удалённого Эл.двигателя:

ΔU%лин=0,92%

∑ΔU%=ΔU%лин+ΔU%отв=0,92+3,9=4,82%

4,82% <5%Условие выполняется.(30)

Определяем номинальный ток для каждого станка (31) и выбираем стандартное сечение

1) Рн= 10кВт; cos ф= 0,89 η=0,88

Iн=10000 /(1,73×380 ×0,89 ×0,88)=19,4 А. Sст=4 мм²

2) Рн=4,5 кВт; cos ф= 0,85 η=0,86

Iн=4500 /(1,73×380 ×0,85 ×0,86)=9,4 А. Sст=4 мм²

3) Рн=2,8 кВт; cos ф=0,84 η=0,835

Iн=2800 /(1,73×380 ×0,84 ×0,835)=6,1 А. Sст=4 мм²

4 ) Рн=0,6 кВт; cos ф= 0,7 η=0,705

Iн= 600/(1,73×380 ×0,7 ×0,705)=1,8 А. Sст=4 мм²

5 ) Рн=6,325 кВт; cos ф=0,87 η=0,885

Iн=6325 /(1,73×380 ×0,87 ×0,885)=12,5 А. Sст=4 мм²

6 ) Рн=7 кВт; cos ф= 0,87 η=0,885

Iн= 7000/(1,73×380 ×0,87 ×0,885)=13,9 А. Sст=4 мм²

7 ) Рн=1 кВт; cos ф= 0,8 η=0,78

Iн=1000 /(1,73×380 ×0,8 ×0,78)=2,4 А. Sст=4 мм²

8 ) Рн=16,2 кВт; cos ф= 0,89 η=0,89

Iн=16200 /(1,73×380 ×0,89 ×0,89)=31,1 А. Sст=6 мм²

9 ) Рн=3,525 кВт; cos ф= 0,85 η=0,86

Iн=3525 /(1,73×380 ×0,85 ×0,86)=7,3 А. Sст=4 мм²

10 ) Рн=6,2 кВт; cos ф= 0,87 η=0,885

Iн=6200 /(1,73×380 ×0,87 ×0,885)=12,2 А. Sст=4 мм²

11) Рн=12,65 кВт; cos ф= 0,89 η=0,885

Iн=12650 /(1,73×380 ×0,89 ×0,885)=24,4 А. Sст=4 мм²

12) Рн=20 кВт; cos ф=0,9 η=0,9

Iн=20000 /(1,73×380 ×0,9 ×0,9)=37,5 А. Sст=10 мм²

13) Рн=30 кВт; cos ф= 0,85 η=0,905

Iн=30000 /(1,73×380 ×0,85 ×0,905)=59,3 А. Sст=16 мм²

14) Рн=7,5 кВт; cos ф=0,87 η=0,885

Iн=7500 /(1,73×380 ×0,87 ×0,885)=14,8 А. Sст=4 мм²

15) Рн=7,8 кВт; cos ф= 0,87 η=0,885

Iн=7800 /(1,73×380 ×0,87 ×0,885)=15,4 А. Sст=4 мм²

16) Рн=0,9 кВт; cos ф=0,8 η=0,78

Iн=900 /(1,73×380 ×0,8 ×0,78)=2,19 А. Sст=4 мм²

2.5 Расчёт токов короткого замыкания

Расчёт токов короткого замыкания ведется в следующей последовательности:

1) Определяем сопротивления заводских трансформаторов по формуле:

Uкз% Sб

Х= ----------- × ---------[5,стр.101](32)

100 Sн

Где Uкз% - из (СЭС т.2 стр.245)

Sн – номинальная мощность трансформатора МВа.

За базисную мощность Sб, принимаем мощность системы 120 МВа)

Х2= 10,5/100 ×120/16=0,8 о.е.(32)

2) Определяем сопротивление кабельной линии:

Sб

Х= Х0 ×ℓ × ---------[6,стр.312 (12.46)](33)

Uб²

Sб

r= r0 × ℓ × ---------[6,стр.312 (12.47)](34)

Uб²

Х0 и r0 из конспекта; ℓ - длина линии в км.; Uб –базисное напряжение = 10.5 кВ.

Х3= (0,07×0,3) ×(120/10,5²)=0,02(33)

r3=(2,08×0,3) ×(120/10,5²)=0,68.(34)

3) Определяем сопротивление цехового трансформатора:

Sб

Х=√Uкз² - r\*² × -------[6,стр.312 (12.4)](35)

Sн

Uкз% - из (СЭС т.2 стр.245)

ΔРкз

r\* = -------- [6,стр.310,(12,41)](36)

Sн

ΔРкз – потери в меди трансформатора кВт. (СЭС т.2 стр.245)

r\*= 5,9/400=0,015 (36)

Х4=√0,045² - 0,015²×(120/0,4)=12,6(35)

Sб

r4= r\* × ---------[6,стр.311,(12,42)](37)

Sн

r4 = 0,015 ×(120/0,4)=4,5(37)

4) Базисный ток для каждой точки КЗ:

Sб

Iб= --------- (кА)[4,стр.76,(3.39)](38)

√3×Uб

Iб1=120/(1,73 ×10,5)=6,6 кА(38)

Iб2=120/(1,73 ×0,4)=173,9 кА(38)

5) Результирующее сопротивление для каждой точки КЗ:

∑Х1= Х1 + Х2/2+ Х3=1,2+0,8/2+0,02=1,62

∑r1= r3=0,68 так как ∑r1> ∑Х1/3 0,68>0,54 то находим полное сопротивление Z

Z1=√∑Х1²+∑r1² [4,стр76(3.4)](39)

Z1=√1,62²+0,68²=1,76(39)

∑Х2= ∑Х1 + Х4=14,68

∑r2=∑r1+r4=0,68+4,5=5,18 так как ∑r2> ∑Х2/3 5,18>4,8 то находим полное сопротивление Z

Z2=√14,68²+5,18²=15,57(39)

6) Действительное значение начального тока КЗ

Iб1

I1" = ------ = 6,6/1,76=3,8 кА. [5,стр.104](40)

Z1

Iб2

I2" = ------ = 173,9/15,57=11,1 кА.(40)

Z2

7) Мгновенное значение ударного тока:

¡уд1 =√2×Куд×I1" =√2×1,3×3,8=7 кА.[5,стр.104](41)

Куд – ударный коэффициент из графика (4,стр.69) т. к. ∑Х1/∑r1=2,5 то Куд=1,3

¡уд2 =√2×1,37×11,1=21,5 кА(41)

∑Х2/∑r2=2,8 Куд=1,37

8) Действующее значение ударного тока:

Iуд1 =I1" ×√1+2(Куд-1)²=3,8×√1+2(1,3-1)=4,1 кА [5,стр104] (42)

Iуд2 =11,1×√1+2(1,37-1)²=12,5 кА(42)

9) Мощность тока КЗ:

Sкз=√3×I" ×Uн[5,стр105](43)

Sкз1=1,73 ×3,8 ×10=65,7 МВа(43)

Sкз2=1,73 ×11,1 ×0,4=7,3 МВа(43)

10) Установившийся ток КЗ:

I1∞=К∞×Iб1=0,54×6,6=3,56 кА [6,стр.319,(12,53)](44)

К∞=0,54 из таблицы т.к Z1=1.76 < 3

I2∞=I2" =11.1 кА т.к. Z2>

2.6 Выбор и проверка аппаратуры и токоведущих частей с высокой и низкой стороны

1) Выбор шин РУ-0.4 кВ.

Определяем ток трансформатора:

Sн

I= -------- =400/(1,73×0,38)=606 А.(45)

√3×Uн

Выбираем сечение шины (4,стр.355) :

Sст=250 мм² ; Iдоп=665 А ; r0=0,18 ; Х0=0,06 ; 50×5 мм.

Расчётную напряженность с учётом токов КЗ определяем по формуле:

1,76×10-³×ℓ²× ¡уд²

.σрасч= ----------------------- [4,стр.84,(3.74)](46)

a ×w

где: ℓ - длина пролёта между креплениями (см) =150 см.

a – расстояние между фазами =40 см.

w – момент сопротивления шин (см³)

при укладке шин плашмя:

в×h

w = -------- = (0.5×5²)/6=2.083 см³[4,стр.85,(3,75)](47)

6

Где в=0,5 – толщина, а h=5 – ширина шины в см.

σрасч=(1,76 ×10-³×150²×21,5²)/(40×2,083)=219,7 кг/см²(46)

Алюминиевые шины σдоп=700 кг/см ²

219,7<700 условие выполняется.

2)Выбор изоляторов

Определяем расчётную нагрузку на опорные изоляторы при КЗ:

ℓ

Fрасч=1,76 ×10-² × ----- × ¡уд²[5,стр.129] (47)

a

Fрасч=1,76 ×10-² ×(150/35) ×21,5²=30,5 кг (47)

Выбираем изоляторы (из каталога) ОФ1-375 Fразр=375 кг

Должно выполняться условие: Fрасч ≤ 0,6 ×Fразр

30,05≤225условие выполняется.

3) Проверка КЛ 10 кВ выбранного ранее на термическую устойчивость при КЗ:

Минимальное сечение:

I1∞

Smin= ------- × √tn[6,стр.388,(13,17)](48)

C

Где: С– коэффициент принимаемый для Al - 95

tn - приведённое время , определяется по кривой(4,стр.86) в зависимости от действительного времени КЗ – t (из задания) и β"

I1"

β"= --------- =3,8/3,56=1,06tn=0,22 сек

I1∞

Smin=(3560/95) × √0,22=17,6 мм ²Sвыбр=16 мм²(48)

Smin ≤ Sвыбр 17,6 >16 условие не выполняется.

Выбранное сечение КЛ не удовлетворяет условиям термической устойчивости.

Уменьшим время действия защиты до tn =0,15 сек

Smin=(3560/95) × √0,15=14,5 мм².

14,5<16 условие выполняется.

4) Выбор разьеденителя:

Выбирается по Uн и Iн (СЭС т.2 стр160)

РВ 10/400 Iампл=50 кА. ; Iэфф=29 кА.

Таблица №7

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| условие | Расчётные данные (К1) | Паспортные данные | Сравнение |
| ¡уд ≤ Iампл | ¡уд =7 кА | Iампл=50 кА | 7 кА< 50 кА |
| Iуд≤ Iэфф | Iуд=4,1 кА | Iэфф=29 кА | 4,1< 29 кА |

5) Выбор предохранителей

Высоковольтные предохранители выбираются по каталогу (СЭС т2 стр177)

ПК 10/30 вид установки – внутренний.

Таблица №8

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| условие | Расчётные данные | Паспортные данные | Сравнение |
| Iрасч ≤ Iн | Iрасч=23,12 А | Iн=30 А | 23,12 < 30 |
| U ≤ Uн | U=10 кВ | Uн=10 кВ | 10=10 |
| I1" ≤ Iотк | I1"=3,8 кА | Iотк=12 кА | 3,8 < 12 |
|  |  |  |  |

6) Выбор автоматов:

Выбираются по Uн , Iн и конструктивному исполнению. (1 стр242)

Таблица №9

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № линии | Ток  линии | Тип  автомата | ном.ток  автомата | Ток сраб.  Расцепит. | Сравнение  Iрасч≤Iрасц |
| От  тран-ра | 386,4 А | А3140 | 600 А | 400 А | 386,4<400 |
| 1 | 146,5 А | А3130 | 200 А | 150 А | 146.5<150 |
| 2 | 83,3 А | А3120 | 100 А | 100 А | 83.3<100 |
| 3 | 75,2 А | А3120 | 100 А | 80 А | 75.2<80 |
| 4 | 67,3 А | А3120 | 100 А | 80 А | 67.3<80 |
| 5 | 109 А | А3130 | 200 А | 120 А | 109<120 |

7) Выбор силового пункта

Выбирается по Iн , Uн и количеству отходящих групп. (СЭС т2 стр372-386)

Линия №5 - 7 групп.

Таблица №10

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № СП | Тип | Число групп и ном.  Токи предохранит. |
| 1 | СП 62 10/1 | 7 групп  5×100 А  2×250 А |

2.7 Выбор компенсирующих устройств

1) Определяем компенсирующую мощность:

Qк=α×Рм×(tg ф1 - tg ф2) [2,стр.170 (6,1)](49)

α –коэффициент принимаемый – 0,9 учитывающий возможность естественного повышения cos ф

Рм – таб.№2 графа 12 по цеху.

tg ф1 - соответствует cos ф до компенсации (таб 2 графа 7)

tg ф2 - соответствует cos ф =0,95 после компенсации .

cos ф1=0,66 tg ф1= 1,13 cos ф2=0,95 tg ф2=0,32

Qк=0,9 ×168,3 ×(1,13-0,32)=122,7 кВар.(49)

2) По Qк выбираем тип и количество конденсаторов на каждую фазу (СЭС т2 стр231)

КС 2-0,38-36 Q=36кВар ; С=794 мкФ - 4шт.

Qкр=4 ×36=144 кВар

3) Величина разрядных сопротивлений на каждую фазу:

6 Uф²

Rраз=15 ×10 × -----------[6стр,229 (9,8)](50)

Qкр

Rраз=15000000 ×(0,23²/144)=5510 Ом.

4) В качестве разрядных сопротивлений выбираем лампы накаливания мощностью – 15 вт. Определяем сопротивление одной лампы:

Uф²

Rл= --------- =230² /15=3526 Ом.

Рл

Количество ламп:

Rраз

N= -------- = 5510/3526=1,6 = 2 шт.

Rл

5) сечение кабеля для присоединения батареи конденсаторов:

Расчётный ток:

Qкр

I= --------- =144/(1,73 ×0,38)=219,2 А

√3 ×Uн

Выбираем сечение по условиям нагрева для трёхжильного Al кабеля до 3 кВ (4,стр.139) в воздухе.

Iдоп=220 А S=120 мм²

6) Ток срабатывания автомата:

1,2 × Qк

Iср ≥ ---------- =(1,2 ×144)/(1,73 ×0,38)=261,8 А(51)

√3 ×Uн

7) Выбор автомата (4 стр134):

А 3144; Iн=600 А ; Iрасц=300 А

8) Схема включения конденсаторной батареи:

2.8 Расчёт заземления

Заземлением называется соединение с землёй металлических не токоведущих частей электроустановок.

1) Сопротивление заземляющих устройств до 1000 В должно быть не более 4 Ом. (ПУЭ) Rз=4 Ом.

Выбираем материал – угловая сталь50 ×50 ×5 мм.

Длина 2,5 м.

2)Сопротивление одного уголка

Rоу=0,034 ×ρ= 0.034 ×0.4 ×10 =136 Ом.(52) [6,стр.446,(19,5)]

.ρ –удельное сопротивление грунта (6 стр,444) грунт-глина(из задания)

3) Предварительное количество уголков:

Rоу

.n1=-------- =136/4=34 шт.[6,стр.448](53)

Rз

4) Количество уголков с учётом коэффициента использования η=0,74 - расположение по контуру (Цигельман стр.447,448)\

n1

n= ----- =34/0,74=45,9(54)

η

количество уголков – 46 шт.

Список литературы

(1) Вольман Н.С. Электроснабжение целюлозно-бумажных комбинатов. 1964г.

(2) Загоровский Е.Н., Речин Ш.Ш. Электроснабжение промышленных предприятий 1974 г.

(3) Карковский Г.А. Справочник по асинхронным двигателям и пускорегулирующей аппаратуре 1969 г.

(4) Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок 1981 г.

(5) Фёдоров А.А. Сербиновский Г.В. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий 1973 г.

(6) Цигельман И.Е. Тульчин И.К. Электроснабжение. Электрические сети и освещение 1970 г.