#

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение

высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(

институт

)

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

(

кафедра

)

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**(**

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ)**

по учебному курсу «\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_»

Вариант \_\_\_\_

*)*

*(*

*при наличии*

Студент

(

И.О. Фамилия

)

Группа

(

И.О. Фамилия

)

Преподаватель

(

И.О. Фамилия

)

Тольятти 2018

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

От двух электростанций неограниченной мощности и напряжения А и В по воздушным линиям электропередачи запитаны четыре потребителя 1, 2, 3, 4 в соответствии со схемой, приведенной на рис.1.



Рис. 1 – Схема электрической сети.

Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Исходные данные

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Длина участка линии, км | Мощность нагрузки, МВт | cos $φ$ |
| А-1 | 1-2 | 2-В | А-3 | 3-4 | 4-В | Р1 | Р2 | Р3 | Р4 |
| 44 | 32 | 18 | 32 | 21 | 22 | 34 | 43 | 44 | 30 | 0,84 |

Требуется выбрать марки проводов для каждого участка сети.

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение……………………………………………………………………... 4

1 Расчет предварительного распределения мощности………………. 5

2 Выбор номинального напряжения электрической сети…………….7

3 Выбор сечений проводов по экономической плотности тока……...8

4 Проверка выбранных сечений по условиям короны………………..10

5 Проверка выбранных сечений по допустимой токовой нагрузке….10

Заключение……………………………………………………………….…...15

Список использованных источников………………………………………..16

ВВЕДЕНИЕ

Электрическая сеть - это устройство, соединяющее источники питания с потребителями электроэнергии. От свойств и работы электрической сети зависит качество электроснабжения потребителей. К электрическим сетям предъявляются определённые технико-экономические требования. Поэтому электрические сети должны тщательно рассчитываться, специально проектироваться и квалифицированно эксплуатироваться.

Электрическая сеть является существенным звеном в цепи электроснабжения потребителей и поэтому влияет на изменение показателей качества электроэнергии. Практически важно, чтобы электроэнергия доставлялась потребителям с допустимыми показателями ее качества. Также, электрическая сеть, как любое инженерное сооружение должна быть экономичной. Это значит, что должны применяться наиболее совершенные технические решения, должно обеспечиваться более полное и рациональное использование применяемого оборудования, за работой электрической сети должен осуществляться систематический контроль.

Проектирование электрической сети, включая разработку конфигурации сети и схемы подстанции, является одной из основных задач развития энергетических систем, обеспечивающих надёжное и качественное электроснабжение потребителей.

В связи с этим, в рамках составления проекта районной электрической сети необходимо проведение ряда расчетов, в рамках которых производится определение предварительного распределения мощности, выбор номинального напряжения электрической сети, выбор сечений проводов по экономической плотности тока, а затем их проверка по условиям короны и допустимой токовой нагрузке. Далее, для выбранных проводников производится расчет удельных механических нагрузок, и выбираются схемы электрических подстанций, после чего выполняется технико-экономический расчет электрической сети.

# 1 Расчет предварительного распределения мощности

Схема электроснабжения потребителей 1 и 2 приведена на рис. 2



Рис. 2 - Схема электроснабжения потребителей 1 и 2

Рассчитаем мощность для участка А-1:

$$P\_{A1}=\frac{P\_{1}·\left(l\_{12}+l\_{2B}\right)+P\_{2}·l\_{2B}}{l\_{A1}+l\_{12}+l\_{2B}}=\frac{34∙\left(32+18\right)+43·18}{44+32+18}=26,32 МВт$$

Рассчитаем мощность для участка 2-В:

$$P\_{2В}=\frac{P\_{2}·\left(l\_{12}+l\_{A1}\right)+P\_{1}·l\_{A1}}{l\_{A1}+l\_{12}+l\_{2B}}=\frac{43∙\left(32+44\right)+34·44}{44+32+18}=50,68 МВт$$

Проведем проверку баланса мощностей:

$$P\_{A1}+P\_{2В}=P\_{1}+P\_{2}$$

$$26,32+50,68=34+43$$

$$77 МВт=77 МВт$$

Рассчитаем мощность для участка 2-1:

$$P\_{21}-P\_{2В}+P\_{2}=0$$

$$P\_{21}=P\_{2В}-P\_{2}=50,68-43=7,68 МВт$$

Изобразим схему электроснабжения потребителей 3 и 4 (рис. 3)



Рис.3 - Схема электроснабжения потребителей 3 и 4

Рассчитаем мощность для участка А-3:

$$P\_{A3}=\frac{P\_{3}·\left(l\_{34}+l\_{4B}\right)+P\_{4}·l\_{4B}}{l\_{A3}+l\_{34}+l\_{4B}}=\frac{44∙\left(21+22\right)+30·22}{32+21+22}=34,02 МВт$$

Рассчитаем мощность для участка 4-В:

$$P\_{4В}=\frac{P\_{4}·\left(l\_{34}+l\_{A3}\right)+P\_{3}·l\_{A3}}{l\_{A3}+l\_{34}+l\_{4B}}=\frac{30∙\left(21+32\right)+44·32}{32+21+22}=39,98 МВт$$

Проведем проверку баланса мощностей:

$$P\_{A3}+P\_{4В}=P\_{3}+P\_{4}$$

$$34,02+39,98=44+30$$

$$74 МВт=74 МВт$$

Рассчитаем мощность для участка 4-3:

$$P\_{А3}+P\_{43}-P\_{3}=0$$

$$P\_{43}=P\_{3}-P\_{А3}=44-34,02=9,98 МВт$$

# 2 Выбор номинального напряжения электрической сети

Рассчитаем номинальное напряжение для участка А-1:

$$U\_{нA1}=4,34·\sqrt{l\_{A1}+0,016·P\_{A1}·10^{3}}=4,34·\sqrt{44+0,016·26,32·10^{3}}$$

$$U\_{нA1}=93,6 кВ$$

Рассчитаем напряжение для участка 2-1:

$$U\_{н21}=4,34·\sqrt{l\_{12}+0,016·P\_{12}·10^{3}}=4,34·\sqrt{32+0,016·7,68·10^{3}}$$

$$U\_{н12}=54,01 кВ$$

Рассчитаем напряжение для участка 2-В:

$$U\_{н2В}=4,34·\sqrt{l\_{2В}+0,016·P\_{2В}·10^{3}}=4,34·\sqrt{18+0,016·50,68·10^{3}} $$

$$U\_{н2В}=114,95 кВ$$

Рассчитаем напряжение для участка А-3:

$$U\_{нА3}=4,34·\sqrt{l\_{А3}+0,016·P\_{А3}·10^{3}}=4,34·\sqrt{32+0,016·34,02·10^{3}}$$

$$U\_{нА3}=104,19 кВ$$

Рассчитаем напряжение для участка 4-3:

$$U\_{н43}=4,34·\sqrt{l\_{34}+0,016·P\_{34}·10^{3}}=4,34·\sqrt{21+0,016·9,98·10^{3}}$$

$$U\_{н34}=58,34 кВ$$

Рассчитаем напряжение для участка 4 - В:

$$U\_{н4В}=4,34·\sqrt{l\_{4В}+0,016·P\_{4В}·10^{3}}=4,34·\sqrt{22+0,016·39,98·10^{3}}$$

$$U\_{н4В}=111,64 кВ$$

На основании полученных данных для данной электрической сети принимаем номинальное напряжение $U\_{н}=110 кВ.$

# 3 Выбор сечений проводов по экономической плотности тока

Рассчитаем ток нормального рабочего режима и сечение провода F для участка А-1:

$$I\_{A1}=\frac{P\_{A1}·10^{3}}{\sqrt{3}·U\_{H}·\cos(φ)}=\frac{26,32·10^{3}}{\sqrt{3}·110·0,83}=164,46 А $$

$$F\_{A1}=\frac{I\_{A1}}{J\_{Э}}=\frac{164,46}{1,1}= 149,5 мм^{2} ,$$

где $\cos(φ)$ – коэффициент мощности сети;

 $J\_{Э}$ – экономическая плотность тока для заданных условий работы линий, А/мм2. Значение $J\_{Э}$ при Тм=4960 ч принимаем равным 1,1 А/мм2 в соответствии с таблицей 1.3.36 ПУЭ [1].

На основании полученных данных выбираем провод АС 150/24$.$

Рассчитаем ток нормального рабочего режима и сечение провода для участка 2-1:

$$I\_{21}=\frac{P\_{21}·10^{3}}{\sqrt{3}·U\_{H}·\cos(φ)}=\frac{7,68·10^{3}}{\sqrt{3}·110·0,84}=47,99 А $$

$$F\_{21}=\frac{I\_{21}}{J\_{Э}}=\frac{47,99}{1,1}=43,62 мм^{2} $$

На основании полученных данных выбираем провод АС 50/8,0.

Рассчитаем ток нормального рабочего режима и сечение провода для участка В-2:

$$I\_{В2}=\frac{P\_{В2}·10^{3}}{\sqrt{3}·U\_{H}·\cos(φ)}=\frac{50,6·10^{3}}{\sqrt{3}·110·0,84}=316,18 А $$

$$F\_{В2}=\frac{I\_{В2}}{J\_{Э}}=\frac{316,18}{1,1}=287,43 мм^{2} $$

На основании полученных данных выбираем провод АС 300/48.

Рассчитаем ток нормального рабочего режима и сечение провода для участка А-3:

$$I\_{А3}=\frac{P\_{А3}·10^{3}}{\sqrt{3}·U\_{H}·\cos(φ)}=\frac{34,02·10^{3}}{\sqrt{3}·110·0,84}=212,58 А $$

$$F\_{А3}=\frac{I\_{А3}}{J\_{Э}}=\frac{212,58}{1,1}=193,25 мм^{2} $$

На основании полученных данных выбираем провод АС 240/32.

Рассчитаем ток нормального рабочего режима и сечение провода для участка 4-3:

$$I\_{43}=\frac{P\_{43}·10^{3}}{\sqrt{3}·U\_{H}·\cos(φ)}=\frac{9,98·10^{3}}{\sqrt{3}·110·0,84}=62,36 А $$

$$F\_{43}=\frac{I\_{43}}{J\_{Э}}=\frac{62,36}{1,1}=56,69 мм^{2} $$

На основании полученных данных выбираем провод АС 70/11.

Рассчитаем ток нормального рабочего режима и сечение провода для участка В-4:

$$I\_{В4}=\frac{P\_{В4}·10^{3}}{\sqrt{3}·U\_{H}·\cos(φ)}=\frac{39,98·10^{3}}{\sqrt{3}·110·0,84}=249,81 А $$

$$F\_{В4}=\frac{I\_{В4}}{J\_{Э}}=\frac{249,81}{1,1}=227,1 мм^{2} $$

На основании полученных данных выбираем провод АС 240/32.

# 4 Проверка выбранных сечений по условиям короны

Проверка выбранных сечений по условиям короны проводится для воздушных линий электропередач напряжением от 35 кВ, которые прокладываются в нормальных условиях. При условиях более низких, чем нормальные, проверка по условиям короны не проводится. Если выбранные сечения меньше допустимых для конкретного класса напряжения, то их следует увеличить.

Так как по условиям короны для напряжения 110 кВ минимально допустимое сечение проводов составляет 70 мм2, то для участка 2-1 выбираем провод АС70/11. На остальных участках сечения проводов соответствуют требованию по условиям короны.

# 5 Проверка выбранных сечений по допустимой токовой нагрузке

В простых замкнутых сетях расчетный ток определяют из условий наиболее тяжелого режима работы сети.

Рассмотрим случай с отключением участка А-1:



Рис. 4 - Схема электроснабжения с отключением участка А-1

Найдем расчётный ток на участке 2-1 для проверки провода АС 70/11 по допустимой токовой нагрузке:

$$P\_{12}=P\_{1}=34 МВт$$

$$I\_{12}=\frac{P\_{12}·10^{3}}{\sqrt{3}·U\_{H}·\cos(φ)}=\frac{34·10^{3}}{\sqrt{3}·110·0,84}=212,45 А $$

Так как допустимый ток $I\_{д.доп.}=265 A$, следовательно провод АС 70/11 на участке 2-1 соответствует требованию по допустимой токовой нагрузке.

Найдем расчётный ток на участке В-2 для проверки провода АС 300/48 по допустимой токовой нагрузке:

$$P\_{В2}=P\_{1}+P\_{2}=34+43=77 МВт$$

$$I\_{В2}=\frac{P\_{В2}·10^{3}}{\sqrt{3}·U\_{H}·\cos(φ)}=\frac{77·10^{3}}{\sqrt{3}·110·0,84}=481,14 А $$

Так как допустимый ток $I\_{д.доп.}=690 A$, следовательно провод АС 300/48 на участке В-2 соответствует требованию по допустимой токовой нагрузке.

Рассмотрим случай с отключением участка В-2:



Рис.5 - Схема электроснабжения с отключением участка В-2.

Найдем расчётный ток на участке А-1 для проверки провода АС 150/24 по допустимой токовой нагрузке:

$$P\_{А1}=P\_{1}+P\_{2}=34+43=77 МВт$$

$$I\_{A1}=\frac{P\_{A1}·10^{3}}{\sqrt{3}·U\_{H}·\cos(φ)}=\frac{77·10^{3}}{\sqrt{3}·110·0,84}=481,14 А $$

Так как допустимый ток $I\_{д.доп.}=450 A$, следовательно провод АС 150/24 на участке А-1 не соответствует требованию по допустимой токовой нагрузке. Выбираем провод АС 185/24 с $I\_{д.доп.}=510 A$.

Найдем расчётный ток на участке 1-2 для проверки провода АС 70/11 по допустимой токовой нагрузке:

$$P\_{12}=P\_{2}=42 МВт$$

$$I\_{12}=\frac{P\_{12}·10^{3}}{\sqrt{3}·U\_{H}·\cos(φ)}=\frac{43·10^{3}}{\sqrt{3}·110·0,84}=268,69 А $$

Так как допустимый ток $I\_{д.доп.}=265 A$, следовательно провод АС 70/11 на участке 1-2 не соответствует требованию по допустимой токовой нагрузке. Выбираем провод АС 95/16 с$ I\_{д.доп.}=330 A$

Рассмотрим случай с отключением участка А-3:



Рис.6 - Схема электроснабжения с отключением участка А-3.

Найдем расчётный ток на участке 4-3 для проверки провода АС 70/11 по допустимой токовой нагрузке:

$$P\_{43}=P\_{3}=44 МВт$$

$$I\_{43}=\frac{P\_{43}·10^{3}}{\sqrt{3}·U\_{H}·\cos(φ)}=\frac{44·10^{3}}{\sqrt{3}·110·0,84}=274,94 А $$

Так как допустимый ток $I\_{д.доп.}=265 A$, следовательно провод АС70/11 на участке не соответствует требованию по допустимой токовой нагрузке. Выбираем провод АС 95/16 с$ I\_{д.доп.}=330 A$

Найдем расчётный ток на участке В-4 для проверки провода АС 240/32 по допустимой токовой нагрузке:

$$P\_{В4}=P\_{3}+P\_{4}=44+30=74 МВт$$

$$I\_{В4}=\frac{P\_{В4}·10^{3}}{\sqrt{3}·U\_{H}·\cos(φ)}=\frac{74·10^{3}}{\sqrt{3}·110·0,84}=462,39 А $$

Так как допустимый ток $I\_{д.доп.}=605 A$, следовательно провод АС 240/32 на участке B-4 соответствует требованию по допустимой токовой нагрузке.

Рассмотрим случай с отключением участка B-4:



Рис.7 - Схема электроснабжения с отключением участка B-4

Найдем расчётный ток на участке A-3 для проверки провода АС240/32 по допустимой токовой нагрузке:

$$P\_{A3}=P\_{3}+P\_{4}=44+30=74 МВт$$

$$I\_{A3}=\frac{P\_{A3}·10^{3}}{\sqrt{3}·U\_{H}·\cos(φ)}=\frac{74·10^{3}}{\sqrt{3}·110·0,84}=462,39 А $$

Так как допустимый ток $I\_{д.доп.}=605 A$, следовательно провод АС 240/32 на участке A-3 соответствует требованию по допустимой токовой нагрузке.

Найдем расчётный ток на участке 3-4 для проверки провода АС70/11 по допустимой токовой нагрузке:

$$P\_{34}=P\_{4}=30 МВт$$

$$I\_{34}=\frac{P\_{34}·10^{3}}{\sqrt{3}·U\_{H}·\cos(φ)}=\frac{30·10^{3}}{\sqrt{3}·110·0,84}=187,46 А $$

Так как допустимый ток $I\_{д.доп.}=265 A$, следовательно провод АС 70/11 на участке 3-4 соответствует требованию по допустимой токовой нагрузке.

Результаты расчетов представлены в таблице.

|  |
| --- |
| **Марки провода на участках электрической сети** |
| А-1 | 1-2 | 2-В | А-3 | 3-4 | 4-В |
| АС 185/24 | АС 95/16 | АС 300/48 | АС 240/32 | АС 70/11 | АС 240/32 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения проекта сначала был произведен выбор сечения проводов по экономической плотности тока. Для этого было рассчитано предварительное распределение мощностей на головных и промежуточных участках сети. Так же, с учетом технических характеристик, было выбрано номинальное напряжение электрической сети, равное 110 кВ.

После выбора сечений проводов по экономической плотности тока была выполнена проверка проводов по допустимой токовой нагрузке и по условиям короны, в результате которой сечения проводов на отдельных участках было увеличено.

Полученные в процессе работы знания, умения и навыки будут полезны в моей будущей профессиональной деятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. М: Издательство НЦ ЭНАС, 2014.

2. ГОСТ 839-80 Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия.

3. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЭНАС, 2009 – 392 с.

4. Электрические системы. Электрические сети: учеб. для электроэнерг. спец. вузов / В.А. Веников, А.А. Глазунов, Л.А. Жуков и др.; под ред. В.А. Веникова, В.А. Строева. – М.: Высшая школа, 1998. - 511 с.

5. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 3 Производство, передача и распределение электрической энергии / под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. А.И. Попов). – 9-е изд. стер. – М.: Издательство МЭИ, 2004 – 964 с.