

Введение

Электрическая энергия является наиболее удобным и дешевым видом энергии. Широкое распространение электрической энергии обусловлено относительной легкостью ее получения, преобразования и возможностью ее передачи на большие расстояния. Огромную роль в системах электроснабжения играют электрические подстанции – электроустановки, предназначенные для преобразования и распределения электроэнергии.

Промышленные предприятия относятся к I, II категориям электроприемникам по надежности электроснабжения. Электроприемники I категории — электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству; повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства. Из состава электроприемников I категории выделяют особую группу электроприемников, бесперебойная работы которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего основного оборудования. Электроприемники II категории — электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недо- отпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электрические сети промышленных предприятий передают и распределяют около 65 % всей электроэнергии, вырабатываемой в нашей стране.

Нехватка энергомощностей вкупе с непрерывно растущей стоимостью электроэнергии, устаревшей и ненадёжной системой энергопередающей

инфраструктуры очень негативно влияет на себестоимость выпускаемой продукции и, соответственно, на конкурентоспособность кузнецкого ферросилиция на мировом рынке. Чтобы снять остроту этой проблемы и стабилизировать энергообеспечение производства, главные акционеры приняли решение о строительстве на территории завода собственной подстанции «Ферросплавная». Этот объект изначально ориентирован на производственные нужды предприятия и станет собственностью «Кузнецких ферросплавов».

Строительство на «Кузнецких ферросплавах» электроподстанции напряжением 220/10 кВ с установленной мощностью 480 МВА позволит за счет применения современного энергетического оборудования в разы повысить надежность электроснабжения. Это самым положительным образом отразится на работе печных агрегатов. В частности, сократится время простоев ферросплавных печей, связанных с регулировкой постоянно колеблющегося напряжения в системе. Стабильная работа печей повлечёт увеличение объёмов производства.

Возведение подстанции имеет огромное значение не только для новокузнецкого завода ферросплавов, но и для всего Новокузнецка в целом. Дефицит энергетических мощностей в Новокузнецке составляет более 50 МВт. На этом фоне последние два года энергетики отказывают городу в выдаче разрешений на подключение как гражданских, так и промышленных объектов.

Пуск подстанции позволит высвободить более 200 МВт электроэнергии, а этого количества хватит, чтобы обеспечить электроэнергией целый микрорайон города. Появится возможность реализовать многие социальные программы и улучшить экономику города в целом.

Глава 1 Цель работы и характеристика электроснабжения района

Целью дипломной работы является рассмотрение вопросов развития распределительных сетей энергосистемы Кузбасса, в частности разработка программы строительства воздушной линии электропередач и подстанции 220/10 для обеспечения электроэнергией ОАО «Кузнецкие Ферросплавы».

При этом реконструируемая электрическая сеть должна обеспечивать:

- требуемую пропускную способность и надежность;
- экономичность развития и функционирования с учетом рационального сочетания реконструированной сети с действующей (существующей).

Сооружение подстанции предусматривается в связи с переводом питания всех потребителей электрической энергии предприятия с напряжения 110 кВ на напряжение 220 кВ.

Общая потребляемая мощность всех потребителей предприятия составляет порядка 400 МВА. Основные потребители — ферросплавные печи с общей установленной мощностью — 359 МВА.

Объектом проектирования являются:

1. ВЛ 220 кВ, выполненная заходом существующей двухцепной воздушной линией 220 кВ "Еланская НКАЗ-2".
2. Подстанция 220/10 кВ «Ферросплавная» с сетями связи, отопления, водоснабжения и канализации.
3. Внешняя связь (диспетчерско-технологическая связь, каналы противоаварийной автоматики и релейная защиты).

В ходе данной работы будет выполнен механический расчет воздушной линии электропередач 220 кВ, расположенной в населенной местности – город Новокузнецк. Климат района резко-континентальный. В соответствии со СНиП 23-01-99 "Строительная климатология" территория находится в I климатическом районе для строительства (подрайон I В).

По многолетним данным средняя годовая температура воздуха в г. Новокузнецке составляет 0.7°C. Самый жаркий месяц июль, абсолютный максимум температуры 38.0°C. Самый холодный месяц январь, абсолютный минимум минус 52.0°C. Осадки на рассматриваемой территории в зависимости от сезона выпадают в виде снега, дождя или имеют смешанный характер. Увлажненность района средняя. Среднемноголетняя годовая сумма осадков - 593мм.

Природно-климатические условия:

- расчётная температура наружного воздуха – минус 39°C;
- расчётная снеговая нагрузка для IV снегового района - 240 кгс/м²;
- нормативное значение ветрового давления (II ветровой район) - 30кгс/м².

Механический расчет будет произведен с помощью решения следующих задач:

1. Рассчитать механические нагрузки, действующие на провода и линии;
2. Рассчитать критическую температуру и выявить климатические условия, которые бы соответствовали наибольшему провисанию провода;
3. Произвести расчет габаритного пролета;
4. Определить изоляторы гирлянд;
5. Построить расстановочный шаблон.

Глава 2 Основания для разработки.

Схема присоединения к электрическим сетям ОАО «ФСК ЕЭС» ПС 220/10 кВ «Ферросплавная» принята на основании:

- Технических условий на технологическое присоединение новых электроустановок ОАО «Кузнецкие Ферросплавы» (приложение А);

- Изменения в технические условия на технологическое присоединение новых электроустановок ОАО «Кузнецкие Ферросплавы» (приложение Б).

Основные технологические решения по подстанции «Ферросплавная» приняты на основании:

- Технического задания ОАО «Сибирский Тяжпромэлектропроект» на разработку проектной и рабочей документации по строительству ПС 220/10 кВ «Ферросплавная»;
- Работы ОАО «СибТПЭП» Н561-ОТР «Разработка основных технических решений на строительство подстанции ПС 220/10 кВ «Ферросплавная»;
- Письма ОАО «Кузнецкие Ферросплавы» №60/192 от 18.01.2011г. о потребляемой мощности;
- Письма ОАО «Кузнецкие Ферросплавы» №07/278 от 20.01.2011г. о поставщике и составе оборудования;
- Письма ОАО «Кузнецкие Ферросплавы» №07/1036 от 21.02.2011г. о согласовании технических решений проектирования ПС 220/10 кВ «Ферросплавная»;

- Письма филиала ОАО «СО ЕЭС» «Объединенное диспетчерское управление энергосистемами Сибири» №04-б21-II-12.4/847 от 14.04.2011г. о рассмотрении схемы ПС 220/10 кВ «Ферросплавная»;
- Письма филиала «Кузбассэнерго-региональные электрические сети» ОАО МРСК Сибири» №14/05-3881 от 17.05.2011г. о согласовании резервного питания для ПС 220/10 кВ «Ферросплавная»;
 - Письма ОАО «Кузнецкие Ферросплавы» №60/2479 от 29.04.2011г. о согласовании проектных решений по строительству ПС 220/10 кВ «Ферросплавная».
 - Графика временного отключения потребления электрической мощности по территории Кемеровской области на период с 01.10.2011г. по 30.09.2011г.;

Глава 3 Проектная мощность подстанции «Ферросплавная»

Потребителями электроэнергии подстанции на напряжении 10 кВ являются ферросплавные электропечи в количестве 15 шт. с потребляемой мощностью от 20 МВА до 26,3 МВА и общецеховые нагрузки завода (приложение В).

Основные потребители электроэнергии подстанции «Ферросплавная» на напряжении 10 кВ по надежности электроснабжения относятся ко II категории. В соответствии с этим, все электроприемники обеспечиваются электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.

Согласно техническим условиям (приложение А) и техническому заданию (приложение А) часть электроприемников ОАО «Кузнецкие ферросплавы» входит в состав нагрузок аварийной брони. Для питания потребителей аварийной брони предусматривается третий независимый источник питания на напряжении 10 кВ от подстанции «КФЗ-2» филиала «Кзбассэнерго-региональные электрические сети» ОАО «МРСК Сибири».

Таблица 1 – Проектная мощность

Согласно техническим условиям, максимальная разрешенная мощность составляет 310 МВт при $\text{tg}\varphi \leq 0,4$. Мощность запроектированных силовых трансформаторов 220/10 кВ – 4х160 МВА.

Для питания «закрытых» печей №11,15 на повышенном напряжении 11,5 кВ запроектированы два линейно-регулируемых трансформатора мощностью по 40 МВА.

Глава 4 Технико-экономические показатели объекта проектирования

В таблице 2 приведены технико-экономические показатели ПС «Ферросплавная» со стоимостью строительства в ценах 2000г. Средний индекс к ТЕР-2001 по Кемеровской обл. на I период 2011г. составляет 4,97. Стоимость строительства в текущих ценах составит 6596375,425 тыс. руб., в том числе:

- Строительство ВЛЭП 220 кВ – 3294000 тыс. руб.;
- Оборудование – 1034854,947 тыс.руб.;
- Строительно-монтажные работы – 2026308,885 тыс. руб.;
- Прочие работы и затраты – 241211,593 тыс. руб.

Таблица 2 – Технико-экономические показатели

Глава 5 Расчет механических нагрузок, действующих на провод линии

5.1 Исходные данные

Трасса длиной 10 км сооружаемой воздушной линии электропередачи 220 кВ проходит по населенной местности (город Новокузнецк), относящейся к пятому району по гололеду и к третьему району по ветровой нагрузке на унифицированных двухцепных свободностоящих металлических опорах типа П220-2 смонтирован провод марки АСО-480/59,7. Рассчитать механические нагрузки на провода линии, если промежуточный пролёт $l=350$ м.

В соответствии со справочником Е.Г. Гологорского (таблица 1.52 стр. 76) провод АСО-480/59,7 состоит из стального сердечника- 19 проволок диаметром 2 мм и проводниковой части- 54 проволоки диаметром 3,37 мм. Технические данные приведены в таблице 2.

Таблица 3 - Технические данные провода

Согласно [4, п. 2.5.40], значение максимальных ветровых давлений и толщины стенок гололёда для ВЛ определяется на высоте 10 м от поверхности земли с повторяемостью 1 раз в 25 лет (нормативное значение).

Нормативное ветровое давление (W_0) на высоте 10 метров от поверхности земли во втором ветровом районе $W_0 = 500$ Па [4, таблица 2.5.1].

Нормативная толщина стенки гололеда (b_3) в третьем гололедном районе 25 мм [4, таблица 2.5.3].

5.2 Расчетная часть

5.2.1 Расчет постоянно действующей нагрузки от собственной массы провода

Постоянно действующая нагрузка от собственной массы провода:

$$, \quad (1)$$

где

Определим удельную нагрузку на провод:

$$. \quad (2)$$

5.2.2 Расчет стрелы провисания провода

Коэффициенты K_i и K_d [4, таблица 2.5.4] учитывают изменение толщины стенки гололеда и зависят от высоты расположения приведенного центра тяжести проводов и диаметра проводов.

Высота расположения приведенного центра тяжести проводов над поверхностью земли:

(3)

где

, (4)

где

Определение стрелы провисания провода. Согласно таблицы с техническими характеристиками провода $F_A = 480 \text{ мм}^2$, $F_C = 59,7 \text{ мм}^2$.

Отношение

(5)

По [4, табл. 2.5.7] для проводов АС сечением 150-800 мм² при отношении $F_A/F_C = 8,04$ допускаемое механическое напряжение в проводах при среднегодовой температуре $\sigma = 84 \text{ Н/мм}^2$. Среднеэксплуатационные условия работы провода характеризуется нагрузкой на провод $\gamma = 0,037 \text{ Н/мм}^2$.

По условию задачи провод будет смонтирован на опорах П220-2Т, для данного типа опор промежуточный пролет находится в пределах 470-375 метров. Примем пролет 350 метров.

Определим стрелу провисания провода:

(6)

Найдём высоту расположения приведенного центра тяжести проводов:

(7)

Пользуясь [4, табл. 2.5.4] найдем коэффициенты K_i и K_d учитывающие изменение толщины стенки гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода:

При $h_{np} = 24,98$ метров, $K_i = 1,0$.

При $d_{np} = 30,2$ мм, $K_d = 0,85$.

5.2.3 Расчет нормативно гололедной нагрузки на 1 метр провода

Определим нормативную гололедную нагрузку на 1 метр провода:

(8)

где

.

Находим расчетную гололедную нагрузку на 1 метр провода [4, пункт 2.5.55] от величины нормативной гололедной нагрузки:

(9)

где

Находим удельную гололедную нагрузку на провода:

(10)

Определим результирующую нагрузку от массы провода и веса гололеда:

$$; \quad (11)$$

$$. \quad (12)$$

5.2.4 Расчет нормативной ветровой нагрузки, действующей на 1 метр провода без гололеда и с гололедом

Определим нормативную ветровую нагрузку, действующую на 1 метр провода без гололеда:

$$, \quad (13)$$

где

$$; \quad (14)$$

Расчетная ветровая нагрузка на 1 метр провода без гололеда:

$$, \quad (15)$$

где

Находим удельную ветровую нагрузку на провод без гололеда:

$$. \quad (16)$$

Нормативная ветровая нагрузка, действующая на 1 метр провода с гололедом:

$$, \quad (17)$$

где

– гололедное ветровое давление.

В соответствии с [4, пункт 2.5.52] коэффициент $\alpha_w = 1$

Расчетная ветровая нагрузка на 1 метр провода с гололедом:

(18)

Находим удельную ветровую нагрузку на провод с гололедом:

(19)

5.2.5 Расчет результирующей и удельной нагрузок на провод без гололеда и с гололедом

Определим результирующую нагрузку на провод без гололеда от давления ветра:

(20)

Находим удельную нагрузку на провод без гололеда:

(21)

Результирующая нагрузка на провод с гололедом от давления ветра:

(22)

Находим удельную нагрузку на провод с гололедом:

(23)

Вывод

Наибольшей удельной нагрузкой является результирующая нагрузка на провод с гололедом.

Глава 6 Расчет критической температуры и выявление климатических условий, соответствующих наибольшему провисанию провода

6.1 Исходные данные

Для строящейся ВЛ – 220 кВ на местности, характеризуемой высшей температурой воздуха $t_+ = 36\text{ }^{\circ}\text{C}$, рассчитать значение критической температуры и выявить климатические условия, соответствующие наибольшему провисанию провода. Вычислить длину габаритного пролета.

Необходимые нагрузки на провод принять по результатам расчета Главы 1.

6.2 Расчет критической температуры

Определим критическую температуру, при которой стрела провисания провода, находящегося под воздействием собственного веса, достигнет такого же значения, как и при наличии гололеда:

(24)

где

Вывод

Так как $t_+ = 36\text{ }^{\circ}\text{C}$, что больше $t_{кр} = 20,06$, то наибольшее провисание провода имеет место при нагрузке провода собственной массы, то есть при удельной механической нагрузке.

Глава 7 Расчет габаритного пролета

7.1 Расчет длины габаритного пролета

Исходными данными для вычисления длины габаритного пролета будут являться результаты, полученные в предыдущих главах.

При расстановке опор на ровной местности наибольшая возможная длина пролёта может быть определена в зависимости от максимальной стрелы провисания f , которую можно допустить при заданной высоте подвеса провода на опоре h и минимальном габарите от низшей точки кривой провисания провода до земли Γ , требуемом для линий заданного напряжения. Такой пролёт называется габаритным пролётом и обозначается $l_{габ}$.

Вычисляем длину габаритного пролета, которая находится по формуле:

$$l_{габ} = \frac{h}{\Gamma} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2\Gamma f}{h}} \right) \quad (25)$$

где

Разобьем биквадратное уравнение на коэффициенты:

$$A x^4 + B x^3 + C x^2 + D x + E = 0 \quad (26)$$

Биквадратное уравнение примет вид:

$$x^4 + p x^2 + q = 0$$

Для того чтобы найти длину габаритного пролёта, необходимо вычислить корень полученного биквадратного уравнения:

$$x = \sqrt{-\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q}} \quad (27)$$

Проектируемая линия 220 кВ будет построена с габаритным пролетом 250 метров.

Пересчитаем стрелу провисания провода для нового габаритного пролета по формуле:

(28)

где

Вывод

В ходе проделанных расчетов была определена длина габаритного пролета.

Глава 8 Выбор изоляторов гирлянд

8.1 Исходные данные

Пользуясь исходными данными и результатами предыдущих расчетов, для строящейся воздушной линии 220 кВ необходимо подобрать изоляторы для комплектования гирлянд, подвешиваемых на промежуточных и анкерных опорах.

8.2 Расчетная часть

8.2.1 Расчет весового пролета

Для опоры с шифром П220-2Т было получено $l_{\text{воб}} = 256,76 \text{ м}$, тогда

(29)

8.2.2 Расчет поддерживающей гирлянды

Определим тип изоляторов для поддерживающих гирлянд промежуточных опор в нормальном режиме работы линии при наибольшей механической нагрузке по формуле:

- при наибольшей нагрузке:

(30)

где

Определим нормативные нагрузки для поддерживающих гирлянд при среднеэксплуатационных условиях по формуле:

(31)

Определим нормативные нагрузки для поддерживающих гирлянд в аварийном режиме работы по формуле:

(32)

где

Сравнение полученных значений нагрузок показывает, что в данном случае выбор изоляторов для поддерживающей гирлянды должен производиться по режиму наибольшей нагрузки.

Опираясь [5, табл. 1.70], выбираем стеклянные подвесные изоляторы тарельчатые высоковольтные типа ПСД70Е с разрушающей электромеханической нагрузкой 70 кН (70 000 Н).

Таблица 4 - Технические характеристики подвесного тарельчатого изолятора для воздушной линии

Степень загрязненности атмосферы для районов с природными загрязнениями определяется по карте уровней изоляции.

Наша линия будет строиться в городе Новокузнецк, и он относится к четвертой степени загрязнения. Удельная эффективная длина пути утечки поддерживающих гирлянд изоляторов и штыревых изоляторов ВЛ на металлических и железобетонных опорах при номинальном напряжении 220 кВ будет равна $\lambda_3 = 3,1 \text{ см / кВ}$. [4, таблица 1.9.1].

Длина пути утечки конструкции определяется по формуле:

$$L_{\text{у}} = \lambda_3 \cdot U_n, \quad (33)$$

где

Определяем количество изоляторов в гирлянде:

$$n = \frac{L_{\text{у}}}{L_{\text{и}}}, \quad (34)$$

где

Длина поддерживающей гирлянды:

$$L_{\text{и}} = \dots \quad (35)$$

Определяем вес гирлянды:

8.2.3 Расчет натяжной гирлянды

Определим нормативные нагрузки для натяжных гирлянд в нормальном режиме работы при наибольшей механической нагрузке по формуле:

$$G_{\text{н}} = \dots \quad (36)$$

где

Определим нормативные нагрузки для натяжных гирлянд при среднеэксплуатационных условиях по формуле:

$$G_{\text{с}} = \dots \quad (37)$$

где

Сравнение полученных значений нормативных нагрузок показывает, что выбор изоляторов для натяжной гирлянды должен производиться при действии наибольшей нагрузки.

Выбираем стеклянные подвесные изоляторы, тарельчатые высоковольтные типа ПС210В, с разрушающей электромеханической нагрузкой 210 кН (210000 Н).

Таблица 5 - Технические характеристики подвесного тарельчатого изолятора для воздушной линии

Степень загрязненности атмосферы для районов с природными загрязнениями определяется по карте уровней изоляции.

Наша линия будет строиться на лесостепной местности в городе Новокузнецк, и он относится к четвертой степени загрязнения. Удельная эффективная длина пути утечки поддерживающих гирлянд изоляторов и штыревых изоляторов ВЛ на металлических и железобетонных опорах при номинальном напряжении 220 кВ будет $\lambda_s = 3,1 \text{ см} / \text{кВ}$ [4, таблица 1.9.1].

Длина пути утечки конструкции определяется по формуле:

$$L = \lambda_s \cdot U_n \quad (38)$$

где

Определяем количество изоляторов в гирлянде:

$$n = \frac{L}{l} \quad (39)$$

где

Длина натяжной гирлянды:

Определяем вес гирлянды:

8.3 Выбор линейной арматуры при проектировании воздушной линии электропередачи 220 кВ.

Выбор линейной арматуры производится в соответствии с выбранным типом изоляторов.

Для поддерживающей гирлянды изоляторов были выбраны изоляторы, типа ПСД70Е которые имеют электромеханическую разрушающую нагрузку 70000 Н, то они должны сопрягаться с арматурой, гарантированная прочность которой составляет 70000 Н.

Таблица 6 - Линейная арматура для поддерживающей гирлянды

Для натяжной гирлянды изоляторов были выбраны изоляторы, типа ПС210В которые имеют электромеханическую разрушающую нагрузку 210000 Н, то они должны сопрягаться с арматурой, гарантированная прочность которой составляет 210000 Н.

Таблица 7 - Линейная арматура для натяжной гирлянды

Вывод

При расчёте главы выбраны изоляторы для комплектования гирлянд, подвешиваемых и натяжных на промежуточных и анкерных опорах, соответствующих механическим нагрузкам и перекрывающих длину пути утечки ВЛ 220 кВ, а также выбрана соответственная линейная арматура.

Глава 9 Построение расстановочного шаблона

9.1 Исходные данные

Пользуясь исходными данными и результатами предыдущих примеров, для строящихся ВЛ – 220 кВ рассчитать и построить шаблон для расстановки промежуточных опор.

При расчете и построении шаблона для расстановки опор по профилю необходимо учесть следующие требования:

1) требуемый габарит не должен быть меньше, чем регламентировано в ПУЭ-7;

2) нагрузка на опоры не должна превышать значений, принятых для опор соответствующих типов.

9.2 Расчетная часть

Расстановочный шаблон строится на основании расчета ординат кривой максимального провисания провода:

$$, \quad (40)$$

где

Во второй главе был сделан вывод о том, что наибольшее провисание провода имеет место при нагрузке провода собственной массой, следовательно, в формулу для расчета коэффициента шаблона $k_{ш}$ подставим значение удельной механической нагрузки $\gamma_n = 0,0329 \text{ Н / м} \cdot \text{мм}^2$.

В нашем случае $\sigma = 126 \text{ Н / мм}^2$.

x – значение длины габаритного пролёта $(0 - 0,75) \cdot l_{габ}$, м, тогда

$$; \quad (41)$$

$$(42)$$

Задаваясь значениями, $x = (0 - 0,75) \cdot l_{габ}$, найдем ординаты кривой максимального провисания провода кривой y_1 , м. Результаты расчетов сведем в таблицу.

Габаритная кривая равноудалена от кривой 1 по вертикали на расстояние, равное требуемому габариту

(43)

где

Результаты расчетов сведем в таблицу.

Земляная кривая равноудалена от кривой 1 по вертикали на расстояние, равное высоте подвеса провода на опорах

(44)

где

Результаты расчетов сведем в таблицу 8.

Таблица 8 - Данные для построения кривых расстановочного шаблона

На готовом шаблоне указать значения габаритного и весового $l_{вес}$ пролетов. Весовой пролет характеризует вес провода, который передается на опоры на участке от точки подвеса до низшей точки провода в пролете. В проектах обычно принимают $l_{вес} = 1,25 \cdot l_{габ} = 1,25 \cdot 250 = 312,5$ м.

Рисунок 1 - Расстановочный шаблон

Вывод

В данной главе был произведен расчет кривых для построения расстановочного шаблона, а также построен сам расстановочный шаблон. На готовом шаблоне указаны значения габаритного и весового пролетов.

Заключение

В в главах 5-9 был произведён механический расчёт воздушной линии электропередачи 220 кВ.

По результатам расчёта удельных механических нагрузок выяснилось, что наибольшая нагрузка на провод приходится от собственной массы провода и массы гололёда.

Расчёт критической температуры показал, что $\Theta_{кр} < \Theta_{+}$, следовательно, наибольшая стрела провеса будет при нагрузке провода собственной массы, то есть при удельной механической нагрузке.

Так же был рассчитан габаритный пролёт и стрела провеса при габаритном пролёте.

Следующим этапом был выбор изоляторов. Изоляторы были выбраны для промежуточных опор. Так же было определено число изоляторов в гирляндах, вес и длина для промежуточных опор.

На последнем этапе был произведён расчёт и построение расстановочного шаблона.

Глава 10 Выбор схемы ОРУ 220 кВ

Схема подстанции принимается с четырьмя трансформаторами напряжением 230/10,5/10,5 кВ с расщеплением вторичной обмотки 10 кВ.

Для улучшения надёжности электроснабжения потребителей КФЗ на стороне 220 кВ ПС «Ферросплавная» принимается нетиповая схема ОРУ «две рабочие системы шин и подключением двух трансформаторов к системам шин через развилку выключателей». Функции шиносоединительных выключателей будут выполнять развилки на двух трансформаторах. Данная схема позволяет избежать одновременного погашения обеих секций шин 220 кВ, при коротких замыканиях на одной из них, с обесточиванием всей нагрузки ПС «Ферросплавная».

На подстанции установлены четыре трансформатора 230/10,5/10,5 кВ мощностью по 160 МВА производства компании Alstom и два линейных регулировочных трансформатора по 40 МВА в связи с наличием потребителей на напряжении 11 кВ.

На стороне 220 кВ приняты элегазовые баковые выключатели HGF-1014, на стороне 10 кВ — шкафы КРУ типа РIX-Н с вакуумными выключателями производства компании Alstom. Номинальный ток сборных шин и вводных выключателей 5000 А, секционных — 3150 А, отходящих —

2500 и 1250 А. Номинальный ток 5000 А вводных шкафов и сборных шин 10 кВ обеспечивается за счет принудительной вентиляции в отсеках сборных шин и вводных выключателей. Подключение шкафов КРУ-10 кВ типа РІХ-Н осуществляется однофазными токопроводами ТПЛА-10-5000-51УЗ на ток 5000 А, поставленными «РТК-Электро-М», г. Санкт-Петербург.

Схема электроснабжения на напряжении 220 кВ и 10 кВ представлена в приложении Г.

Заключение

Целью данной дипломной работы являлось рассмотрение вопросов развития распределительных сетей энергосистемы Кузбасса, в частности разработка программы строительства воздушной линии электропередач и подстанции 220/10 для обеспечения электроэнергией ОАО «Кузнецкие Ферросплавы». В дипломной работе с учетом нагрузки были выбраны четыре трансформатора ТРДЦН 160000/230/10,5/10,5, определено сечение и марка провода АСО 480 обеспечивающие необходимую пропускную способность сети, выбраны средства компенсации реактивной мощности. Проведен расчет механических нагрузок, действующих на провода, рассчитаны критические температуры и выявлены климатические условия, соответствующие наибольшему провисанию провода. Были выбраны подвесные опорные изоляторы, линейная арматура. Определена схема ОРУ 220 кВ и выбрано оборудование ОРУ ПС «Ферросплавная».

В дальнейших планах развития и модернизации энергосистемы Кузбасса, в течение ближайших 3-4х лет, планируется ввести в энергосистему газотурбинную электростанцию г.Новокузнецка, строительство которой уже началось. Реконструировать воздушную линию «Еланская» - «Ферросплавная» выполнением шлейфового захода на ГТЭС. Что благоприятным образом скажется на надежности электроснабжения завода «Кузнецкие Ферросплавы».

