

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ энергетический
КАФЕДРА Электрические системы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 М.И. Фурсанов

“ 1 ” 06 2021 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Проектирование подстанции "Е" напряжением 110/35/10кВ

Специальность 1-43 01 02 Электроэнергетические системы и сети
Специализация 1-43 01 02 01 Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем

Обучающийся
группы 30602115

 19.05.21
подпись, дата

Е.А. Мурашко

Руководитель

 1.06.21
подпись, дата

А.Л. Старжинский
к.т.н., доцент

Консультанты:

по технологической части

 1.06.21
подпись, дата

А.Л. Старжинский
к.т.н., доцент

по электроэнергетической части

 1.06.21
подпись, дата

А.Л. Старжинский
к.т.н., доцент

по разделу «Экономическая часть»

 19.05.21
подпись, дата

А.И. Лимонов
к.э.н., доцент

по разделу «Охрана труда»

 19.05.21
подпись, дата

Е.В. Мордик
ст. преподаватель

Ответственный за нормоконтроль

 1.06.2021
подпись, дата

А.А. Волков
ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 97 страниц;

графическая часть – _____ листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единиц

Минск 2021

РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 97 с., 15 рис., 16 табл., 46 источников

НАГРУЗКА, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО, ШИНА, ЗАЗЕМЛЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО, ТОКОВАЯ ЗАЩИТА, ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Объектом разработки является электрическая подстанция 110/35/10 кВ.

Цель проекта: разработка технико-экономических решений по проектированию ПС 110/35/10 кВ “Е”.

В процессе проектирования выполнены следующие расчёты и исследования:

- выбрана главная схема, мощность и конструкции трансформаторной подстанции;
- рассчитана надежность электрической схемы подстанции;
- произведен расчет токов короткого замыкания и выбор основного оборудования подстанции;
- рассмотрены вопросы релейной защиты и автоматики;
- описаны внедренные мероприятия по снижению токов короткого замыкания на подстанции;
- проанализированы системы грозозащиты и заземления подстанции;
- произведен расчет технико-экономических показателей;
- рассмотрены устройство и технические характеристики элегазовых выключателей 110 кВ;
- проанализированы организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность проведения работ в электроустановках электростанций, подстанций и линий электропередачи.

Область возможного практического применения – подстанции 110/35/10 кВ, выполненные по блочным схемам.

Приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние разрабатываемого объекта, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселев, К. А. О необходимости скорейшей реконструкции трансформаторных подстанций 35-110 кВ, выполненных по схеме с отделителями и короткозамыкателями / К. А. Киселев, Л. И. Бузюма, М. А. Драко // Энергетическая стратегия. - 2018. - № 1 (61): январь-февраль. - С. 20-22.
2. Драко, М.А. Определение показателей надежности главных электрических схем соединений подстанций / М.А. Драко, А.Л. Старжинский // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики, ИСЭМ СО РАН, 2018. С. 29-38.
3. СТП 33243.05.751-15. Нормы времени на ремонт основного и вспомогательного энергетического оборудования. Техническое обслуживание устройств релейной защиты и автоматики: стандарт организации ГПО «Белэнерго». - Взамен СТП 09110.05.751-09; введ. 2016-02-05.- Минск, 2016.- 94 с.
4. Гук, Ю.Б. Проектирование электрической части станций и подстанций: Учеб.пособие для вузов / Ю.Б. Гук, В.В. Кантан, С.С. Петрова.- Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985. - 312 с.
5. СТП 33243.01.216-16. Подстанции электрические напряжением 35 кВ и выше. Нормы технологического проектирования : стандарт организации ГПО «Белэнерго». - Минск: БЕЛТЭИ, 2016. - 198 с.
6. Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемосдаточных испытаний: ТКП 339-2011. - 23.08.2011г. - Минск : Минэнерго РБ, 2011. - 594 с.
7. ТКП 181-2009. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей/ Министерство энергетики Республики Беларусь. - Минск : Энергопресс, 2009. - 325 с.
8. Кокин, С.Е. Схемы электрических соединений подстанций: учебное пособие / С. Е. Кокин, С.А. Дмитриев, А.И. Хальясмаа.- Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015.-100 с.
9. Красник, В.В., Эксплуатация электрических подстанций и распределительных устройств / В.В. Красник, М.: ЭНАС, 2011.-320 с.
10. Барановский, П. Г. Схемы распределительных устройств на стороне 110 кВ / П. Г. Барановский ; науч. рук. Е. В. Мышковец // Актуальные проблемы энергетики 2020 [Электронный ресурс] : материалы студенческой научно-технической конференции / сост.: И. Н. Прокопеня. - Минск : БНТУ, 2020. - С. 612-616.
11. Старжинский, А. Л. Определение надежности сложных схем электрических соединений подстанций / А. Л. Старжинский // Наука - образованию, производству, экономике : материалы 15-й Международной научно-технической конференции. - Минск : БНТУ, 2017. - Т. 1. - С. 57.

12. Крапивина, Т. С. Расчет надежности главных схем электрических соединений подстанций / Т. С. Крапивина, К. С. Янушкевич ; науч. рук. А.Л. Старжинский // Актуальные проблемы энергетики : материалы 73-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет, Секция “Электрические системы и сети”. - Минск : БНТУ, 2017. - С. 259-262.

13. СТП 33243.03.502-16. Электротехническое оборудование с элегазовой изоляцией. Технические требования для обеспечения санитарно-гигиенической и экологической безопасности. - Введ. 01.11.2016. - Минск : ГПО “Белэнерго”, Минск : РУП “Экономэнерго”, 2016. - 59 с.

14. Рагунович, А. Н. Элегазовые коммутационные аппараты / А. Н. Рагунович ; В. Н. Мазуркевич // Актуальные проблемы энергетики : материалы 69-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет. Секция 1: Электрические станции. - Минск : БНТУ, 2014. - С. 20-21.

15. Никитин, Е. А. Эксплуатационная надёжность элегазовых и вакуумных выключателей / Е. А. Никитин ; науч. рук. А. Л. Старжинский // Актуальные проблемы энергетики [Электронный ресурс] : материалы 76-й научно-технической конференции студентов и аспирантов : секция "Электроэнергетические системы и сети" / сост. Т. Е. Жуковская. - Минск : БНТУ, 2020. - С. 93-95.

16. Бабей, И. В. Аккумуляторные батареи зарубежных фирм их выбор в качестве источников оперативного ток электростанций / И. В. Бабей, Н. В. Бохан, И. М. Михайловер ; науч. рук. В. Н. Мазуркевич // Актуальные проблемы энергетики : тезисы докладов 60-й научно-технической конференции студентов и аспирантов (апрель 2004 года) / ред. колл.: С. М. Силюк [и др.]. - Минск : БНТУ, 2004. - С. 51-52.

17. СТП 33240.20.116-18. Подстанции напряжением 35 кВ и выше. Системы собственных нужд. Нормы проектирования и технические требования. - Введ. 11.03.2019. - Минск : ГПО “Белэнерго”, Минск : РУП “Экономэнерго”, 2019. - 55 с.

18. Латушкин, С. А. Молниезащита зданий и сооружений / С. А. Латушкин ; науч. рук. С. В. Сизиков // Актуальные проблемы энергетики 2020 [Электронный ресурс] : материалы студенческой научно-технической конференции / сост.: И. Н. Прокопья. - Минск : БНТУ, 2020. - С. 364-370.

19. ТКП 336-2011. Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций. Минэнерго, 2011. - 187 с.

20. Использование цифрового моделирования для разработки и испытаний устройств релейной защиты / Ф. А. Романюк [и др.] // Энергетическая стратегия. - Минск : Экономэнерго, 2017. - № 1. - С. 46-49.

21. Кузнецов, М.Б. Защита микропроцессорной аппаратуры и ее цепей на электрических станциях и подстанциях от вторичных проявлений молниевых разрядов/ М.Б. Кузнецов, М.В. Матвеев // Электро.-2007.- №6.-С.10-15.

22. Кузнецов, М.Б. Входные цепи устройств РЗА. Проблемы защиты от мощных импульсных перенапряжений / М.Б. Кузнецов, Д.А. Кунгуров, М.В. Матвеев, В.Н. Тарасов // Новости электротехники.-2006.- №6 (42).

23. Гуревич, В.И. Испытания микропроцессорных устройств релейной защиты / В.И. Гуревич // Электро.-2009.- №1. -С.31-33.

24. Доливайло, А. А. Основные факторы, влияющие на себестоимость электроэнергии / А. А. Доливайло ; науч. рук. С. М. Силюк // Актуальные проблемы энергетики 2020 [Электронный ресурс] : материалы студенческой научно-технической конференции / сост.: И. Н. Прокопеня. - Минск : БНТУ, 2020. - С. 134-137.

25. Усов, С.В. Электрическая часть электростанций / С.В. Усов, Б.Н. Михалев, А.К. Черновец и др. - Л.: Энергоатомиздат, 1987. - 616 с.

26. Кобилецкий, А.А. Сухие токоограничивающие реакторы / А.А. Кобилецкий, А.Л. Тарчуткин // Электро.-2009.-№5.-С.12-14.

27. Шабад, М.А. Защита трансформаторов распределительных сетей / М.А. Шабад. - Л.: Энергоиздат (Ленинградское отделение), 1981. - 136 с., ил.

28. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения (с Поправкой) / ГОСТ от 21 июня 2016 г. № 27.002-2015. Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 28 декабря 2015 г. N 83-П). - 24 с.

29. Гук, Ю.Б. Теория надежности в электроэнергетике: учеб. пособие / Ю.Б. Гук. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1990. - 208 с.

30. Электротехнический справочник. В 4 томах. Том 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Герасимов В.Г. и др. - 9-е издание, стереотипное. - Москва: МЭИ, 2004. - 964 с.

31. Коломиец, Н.В. Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие / Н.В. Коломиец, Н.Р. Пономарчук, В.В. Шестакова. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. - 143 с.

32. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Учеб. пособие для вузов / Б.Н. Неклепаев, И.П. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 608 с.

33. Мазуркевич, В.Н. Методические указания по курсовому проектированию по курсу “Электрическая часть электрических станций и подстанций” / В.Н. Мазуркевич, Л.Н. Свита, И.И. Сергей. - Минск: БНТУ, 2004. - 67 с.

34. ВГТ-35 [Электронное издание]. - Режим доступа: <https://forca.ru/vyklyuchateli/elegazovye/vgt-35.html>.

35. ВВЭ-М-10 [Электронное издание]. - Режим доступа: <https://forca.ru/vyklyuchateli/vakuumnye/vve-m-10.html>.

36. Автоматический выключатель CVS630F 36КА 3P TM600D [Электронное издание]. - Режим доступа: https://novasystem.by/catalog/avtomaticheskie_vyklyuchateli_do_6300a_1/avtomaticheskie_vyklyuchateli_v_litom_korpuse/19195/.

37. Голубев, М.Л. Автоматическое повторное включение в распределительных сетях / М.Л. Голубев. - М.: Энергоатомиздат, 1982. - 96 с.

38. Чернобровов, Н.В. Релейная защита. Учебное пособие для техникумов / Н.В. Чернобровов. - Изд. 5-е, перераб. и доп. - М.: Энергия, 1974. - 680 с.

39. Терминалы РЗА [Электронный ресурс] / Каталоги продукции - Режим доступа <https://www.rza.by/catalog/rza/>.

40. Гурнович, М. С. Применение нелинейных ограничителей перенапряжений / М. С. Гурнович ; науч. рук. В. Ю. Румянцев // Актуальные проблемы энергетики 2020 [Электронный ресурс] : материалы студенческой научно-технической конференции / сост.: И. Н. Прокопеня. - Минск : БНТУ, 2020. - С. 101-103.

41. ТКП 427-2012 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок / М-во энергетики Респ. Беларусь. - Минск : Энергопресс, 2013. - 160 с.

42. Инструкция о порядке проведения обязательных медицинских осмотров работающих. Утверждена постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 апреля 2010 г. № 47.

43. Инструкция о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда. Утверждена постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28 ноября 2008 г. № 175.

44. Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь «О комиссиях для проверки знаний по вопросам охраны труда» от 30 декабря 2008 г. № 210.

45. ППБ Беларуси 01-2014 Правила пожарной безопасности Республики Беларусь. Учреждение “Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций” Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2014. - 186 с.

46. Постановление министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь и министерства энергетики Республики Беларусь от 27 марта 2006 г. № 13/25 “О внесении изменений и дополнений в Инструкцию по тушению пожаров в электроустановках организаций Республики Беларусь”, 2006. - 31 с.