

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ энергетический
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Н.Б. Карницкий

" 9 " 06 2021 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Проект ТЭЦ мощностью 320 МВт

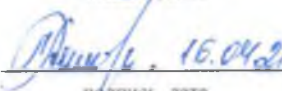
Специальность 1- 43 01 04 Тепловые электрические станции

Обучающийся
группы 30604115


подпись, дата

Ю.В. Яскевич

Руководитель


подпись, дата 16.04.21

Л.А. Тарасевич
к.т.н., доцент

Консультанты:

по разделу «Экономическая часть»


подпись, дата 30.03.21.

В.Н. Нагорнов
к.э.н., доцент

по разделу «Водно-химический комплекс ТЭС»


подпись, дата 02.04.21.

В.А. Романко
ст. преподаватель

по разделу «Автоматизация технологических
процессов и АСУ ТЭС»


подпись, дата 01.06.21

Г.Т. Кулаков
д.т.н., профессор

по разделу «Электрическая часть ТЭС»


подпись, дата 01.04.21

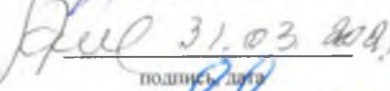
А.Г. Губанович
к.т.н., доцент

по разделу «Охрана окружающей среды»


подпись, дата 31.03.2021

Н.Б. Карницкий
д.т.н., профессор

по разделу «Охрана труда»


подпись, дата 31.03.2021

Л.П. Филянович
к.т.н., доцент

Ответственный за нормоконтроль


подпись, дата 21.04.21

Г.В. Крук
заведующий
лабораториями
кафедры ТЭС ЭФ

Объем проекта:
расчетно-пояснительная записка - 164 страниц;
графическая часть - 9 листов;
магнитные (цифровые) носители - 1 единица

Минск 2021

РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 164 с., 72 рис., 24 табл., 45 источников.

ПРОМЫШЛЕННО-ОТОПИТЕЛЬНАЯ ТЭЦ, ТУРБИНА, ПАРОВОЙ КОТЕЛ, СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ГРАДИРНЯ

Целью настоящего дипломного проекта является строительство промышленно-отопительной ТЭЦ мощностью 320 МВт.

В процессе проектирования выполнены следующие исследования: выбрано и экономически обосновано основное оборудование станции; рассчитана принципиальная тепловая схема энергоустановки; произведён укрупнённый тепловой расчёт котлоагрегата; на основании произведенных расчётов выбрано вспомогательное оборудование турбинного и котельного цехов; описаны основные характеристики топливного хозяйства ТЭЦ; выбрана оптимальная схема водоподготовки и водно-химический режим; произведен расчет величин токов короткого замыкания и в соответствии с ними выбраны электрические аппараты ТЭЦ; выбраны и описаны основные подсистемы АСУ ТП ТЭС; в разделе охрана окружающей среды выполнены расчёты вредных выбросов при работе станции на основном и резервном топливе, определена высота дымовой трубы; рассмотрен ряд вопросов по охране труда на ТЭЦ; описаны основные решения компоновки главного корпуса и генерального плана станции.

В качестве специального задания рассмотрены проблемы эксплуатации функциональных элементов систем оборотного технического водоснабжения, проанализированы конструкции применяемых теплообменников устройств, их недостатки и влияние на охлаждающую способность градирни.

Рассмотрен метод снижения аэродинамических потерь в градирне путем формирования структурированного покрытия на ее внутренней поверхности на 2-3 %, что эквивалентно увеличению теплового потока, отводимого от конденсатора энергоблока 1,4-1,7 %.

Проанализированы льдообразовательные процессы на элементах градирен. Рассмотрены подходы к защите градирен от наледи в областях входа и выхода воздуха на основании промышленного эксперимента и расчетно-теоретических исследований.

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нагорнов, В.Н. Организация производства и управление предприятием: методическое пособие по выполнению курсовой работы для студентов специальностей 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции», 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» / В.Н. Нагорнов, И.А. Бокун. – Минск : БНТУ, 2011. – 68 с.
2. Тепловые и атомные электрические станции : справочник / под ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство МЭИ, 2003. - Кн.3.-648 с.: ил.
3. Трухний, А.Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : учебное пособие для вузов / А.Д. Трухний, Б.В. Ломакин. - М. : Издательство МЭИ, 2002. – 540 с.
4. Тепловые и атомные электрические станции: Дипломное проектирование: Учебное пособие для вузов / А.М. Леонков [и др.] – Минск : Выш. школа, 1990. – 336 с.
5. Седнин, В.А. Тепловые электрические станции. Расчет тепловой схемы и выбор вспомогательного оборудования : учебно-методическое пособие по выполнению курсового и дипломного проектирования / А.В. Седнин, П.Ю. Марченко, Ю.Б. Попова. – Минск : БНТУ, 2007. – 92 с.
6. Жихар, Г.И. Котельные установки ТЭС: теплотехнические расчеты: учебное пособие / Жихар Г.И. – Минск : Вышэйшая школа, 2017. – 224 с.
7. СО 34.20.514-2005 «Методические указания по эксплуатации газового хозяйства тепловых электростанций».
8. Назмеев, Ю.Г. Мазутные хозяйства ТЭС / Назмеев Ю.Г. – М.: Издательство МЭИ, 2002. - 612 с.
9. Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС: учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию для студентов специальностей 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции», 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций» / В.А. Чиж [и др.] – Минск : БНТУ, 2014. – 83 с.
10. Рихтер, Л.А. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов / Л.А. Рихтер, Д.П. Елизаров, В.М. Лавыгин. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 216 с.
11. Карницкий, Н.Б. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Вспомогательное оборудование электростанций» для специальности 1-53 01 04 «Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами» / Н.Б. Карницкий, Е.В. Пронкевич, С.А. Качан. – Минск : БНТУ, 2018. – 265 с.
12. Справочник по теплообменникам. В 2 т. / пер. с англ. под ред. О.Г. Мартыненко и др. – М.: Энергоатомиздат, 1987. - 352 с.
13. Соловьев, Ю.П. Вспомогательное оборудование паротурбинных электростанций. / Ю.П. Соловьев. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 200 с.
14. Глазырин, А.И. Консервация энергетического оборудования. / А.И. Глазырин, Е.Ю. Кострикина. - «Энергоатомиздат». Москва, 1987.

15. Капелович, Б.Э. Эксплуатация паротурбинных установок. / Б.Э. Капелович. - М., «Энергия», 1975. – 288 с.
16. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебник для студ. сред. проф. образования / Л.Д Рожкова, Л.К. Корнева, Т.В. Чиркова. 4-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 448 с.
17. Неклепаев, Б.Н. «Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. / Б.Н Неклепаев, И.П. Крючков. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
18. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Электрическая часть электрических станций и подстанций» для студентов специальностей: 1-43 01 01 «Электрические станции», 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети», 1-43 01 03 «Электроснабжение», 1-53 01 04 «Автоматизация и управление энергетическими процессами». - Мн.: УП Технопринт. 2004. — 135 с.
19. Плетнев, Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учеб. для студентов вузов / Г.П. Плетнев. – 4-е изд., перераб. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 352 с.
20. Теория автоматического управления: учебно-методическое пособие для студентов специальностей 1-53 01 04 «Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами», 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции», 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций», 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств» / Г.Т. Кулаков [и др.]; под общ. ред. Г.Т. Кулакова. – Минск: БНТУ, 2017. – 133 с.
21. Фрер, Ф. Введение в электронную технику регулирования / Ф. Фрер Ф. Орттенбургер. - Издательство Энергия, 1973. – 192 с.
22. Aidan, O'Dusyey. Handbook of PI and PID Controller Tuning Rules / O'Dusyey Aidan. 3rd Edition. Dublin: Institute of Technology; Ireland, Imperial College Press, 2009. - 529 p.
23. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: учеб. пособие / Г.Т. Кулаков [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 2017. – 238 с.
24. Карницкий, Н.Б. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Природоохранные технологии на ТЭС» для специальности 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции» / Н.Б. Карницкий, В.А. Чиж, А.В. Нерезько. - Минск : БНТУ, 2017. – 331 с.
25. Беспалов, В.И. Природоохранные технологии на ТЭС: учебное пособие / В.И. Беспалов, С.У. Беспалова, М.А. Вагнер. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 240 с.
26. Лазаренков, А.М. Охрана труда в энергетической отрасли: учебник : 2-е изд., доп и перераб. / А. М. Лазаренков, Л. П. Филянович, В. П. Бубнов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2011. – 672 с.

27. Абрамов, Н.Н. Водоснабжение: Учебник для вузов.- 3-е изд., перераб. и доп. / Абрамов Н.Н. - М. : Стройиздат, 1982. - 440 с.

28. Пономаренко, В.С. Градирни промышленных и энергетических предприятий: Справочное пособие / В.С. Пономаренко, Ю.И. Арефьев. – М. : Энергоатомиздат, 1998. - 376 с.

29. Волков, А.В. О повышении эффективности эксплуатации систем обратного водоснабжения с башенными градирнями. Радиоэлектроника, электротехника и энергетика // Тез. докл. семнадцатой Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. – М., 2011. - Т.2.

30. Повышение энергоэффективности эксплуатирующихся центробежных насосов на основе модификации поверхности проточных частей / А.В. Волков [и др.]. // Труды Всероссийской научно-практической конференции «Повышение надежности и эффективности эксплуатации электрических станций и энергетических систем» ЭНЕРГО – 2010. – М. : Издательский дом МЭИ, 2010.

31. Рыженков, А.В. Исследование влияния поверхностно-активных веществ на гидравлическое сопротивление трубопроводов систем теплоснабжения и разработка способа снижения энергозатрат при транспортировке теплоносителя: Автореф. дис. на соиск. ученой степени кандид. техн. наук. / Рыженков А.В. – М., 2008.

32. Александров, И.А. Массопередача при ректификации и абсорбции многокомпонентных смесей / Александров И.А. - М.: Химия, 1975.

33. Пономаренко, В.С. Технологическое оборудование градирен / Пономаренко В.С. // Электрические станции. – 1996. - №11. - С. 19-28.

34. Берман, Л.Д. Испарительное охлаждение жидкости при малых расходах и высоких начальных влажностях воздуха / Берман Л.Д. // "Известия ВТИ". – 1990. - № 1011. - С. 17-23.

35. Ведьгаева, И.А. Математическое моделирование, исследование и повышение эффективности работы промышленных градирен с сетчатой насадкой: Автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. техн. наук. / Ведьгаева И.А. – К., 2003.

36. Колесников, С.В. Разработка способов повышения эффективности оборотных систем водоснабжения ТЭЦ с градирнями: Автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. техн. наук / Колесников С.В. – И., 2004.

37. Берман, Л.Д. К определению коэффициента массоотдачи при расчете конденсации пара, содержащего примесь воздуха / Берман Л.Д. // "Теплоэнергетика". – 1969. - № 10. - С. 68-71.

38. Алексеев, В.П. Номограмма для расчета противоточных градирен / В.П. Алексеев, Э.Д. Пономарева, А.В. Дорошенко // Холодильная техника. – 1970. - № 12.

39. Гельфанд, Р.Е. Уточнение методики тепловых расчетов крупных башенных градирен / Гельфанд Р.Е. // Электрические станции №9. - 1977. – С. 23-24.

40. Влияние октадециламина на стационарный потенциал конструкционных материалов при повышенных температурах теплоносителя / И.Я. Дубровский [и др.] // «Теплоэнергетика» 7. - 1999.

41. Броунштейн, Б.И. Гидродинамика, массо- и теплообмен в колонных аппаратах / Б.И. Броунштейн, В.В. Щеглов. - Л. : Химия, 1988. – 336 с.

42. Волков, А.В. Влияние дисперсности воды на теплообмен в градирне / А.В. Волков, Л.И. Селезнев, А.В. Наумов // Надежность и безопасность энергетики. - 2013. - №2(21). – С. 50-52.

43. Сухов, Е.А. Определение коэффициентов тепло- и массоотдачи оросительных устройств градирен по опытным данным / Е.А. Сухов, Р.Е. Гельфанд // "Известия ВНИИГ". – 1971. - т. 96. - С. 256-262.

44. Калатузов, В. А. Совершенствование систем технического водоснабжения с целью снижения ограничений мощности ТЭС / В.А. Калатузов // Промышленная энергетика. - 2010. - № 2. - С. 2-9.

45. Наумов, А.В. Разработка методов совершенствования систем оборотного водоснабжения с башенными градирнями электростанций для увеличения выработки электроэнергии: Автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. техн. наук / Наумов А.В. – МЭИ., 2004.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

В данном дипломном проекте рассмотрен ряд вопросов, связанных с проектированием паротурбинной промышленно-отопительной ТЭЦ мощностью 320 МВт.

В соответствии с рекомендациями [1-26] произведён расчёт принципиальной тепловой схемы турбоустановки и парогенератора, выбрано вспомогательное тепломеханическое оборудование; выбраны и описаны системы топливоснабжения и технического водоснабжения; произведён расчёт и описание водоподготовки и водно-химического режима, основных систем автоматического регулирования технологических процессов на ТЭЦ; разработан генеральный план станции; рассмотрен ряд вопросов по охране труда и охраны окружающей среды.

В качестве специального задания рассмотрены проблемы эксплуатации функциональных элементов систем обратного технического водоснабжения, проанализированы конструкции применяемых теплообменников, их недостатки и влияние на охлаждающую способность градирни; рассмотрен метод снижения аэродинамических потерь в градирне путем формирования структурированного покрытия на ее внутренней поверхности; проанализированы льдообразовательные процессы на элементах градирен; рассмотрены подходы к защите градирен от наледи в областях входа и выхода воздуха на основании промышленного эксперимента и расчетно-теоретических исследований [27 - 45].