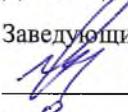


БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ энергетический
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Н.Б. Карницкий

“ 9 ” 02 2021 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Проект мощной отопительной ТЭЦ электрической мощностью 500 МВт

Специальность 1-43 01 04 Тепловые электрические станции

Обучающийся
группы 10604116


подпись, дата

В.С. Косов

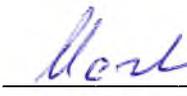
Руководитель


подпись, дата

М.А. Захаркин
м.т.н.

Консультанты:

по разделу «Экономическая часть»


подпись, дата

В.Н. Нагорнов
к.э.н., доцент

по разделу «Водно-химический комплекс ТЭС»


подпись, дата

В.А. Романко
ст. преподаватель

по разделу «Автоматизация технологических
процессов и АСУ ТЭС


подпись, дата

Г.Т. Кулаков
д.т.н., профессор

по разделу «Электрическая часть ТЭС»


подпись, дата

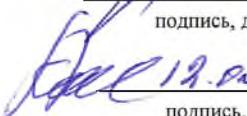
Я.В. Потачиц
ст. преподаватель

по разделу «Охрана окружающей среды»


подпись, дата

Н.Б. Карницкий
д.т.н., профессор

по разделу «Охрана труда»


подпись, дата

Л.П. Филянович
к.т.н., доцент

Ответственный за нормоконтроль


подпись, дата

Н.В. Пантелей
ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 152 страниц;

графическая часть – 8 листов;

магнитные (цифровые) носители – — единиц

Минск 2021

РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 152 с., 42 рис., 35 табл., 45 источников.

ОТОПИТЕЛЬНАЯ ТЭЦ, ТЕПЛОФИКАЦИОННЫЕ ЭНЕРГООБЛОКИ, ТУРБИНА, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Целью настоящего дипломного проекта является проектирование отопительной ТЭЦ с паротурбинными блоками мощностью 250 МВт на сверхкритические параметры пара.

В процессе проектирования выполнены следующие исследования: выбрано основное оборудование и экономически обоснован его выбор; рассчитана принципиальная тепловая схема энергоустановки; произведён укрупнённый расчёт прямоточного котлоагрегата; на основании произведенных расчётов выбрано вспомогательное оборудование; описаны основные характеристики топливного хозяйства ТЭЦ; согласно принятым тепловым нагрузкам, типу оборудования и особенности потребления тепла 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 охраны окружающей среды выполнены расчёты вредных выбросов при работе станции на основном топливе и 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 вопросы повышения эффективности современных паротурбинных установок; изучен технологический процесс упрочнения и восстановления рабочих лопаток последних ступеней паровых турбин без разлопачивания роторов, позволяющий осуществлять формирование покрытий на лопатках в различных положениях ротора, в том числе без вскрытия крышек цилиндров турбоагрегата (через конденсатор); определены материалы для формирования покрытий при упрочнении и восстановлении рабочих лопаток последних ступеней; рассмотрены образцы мобильного оборудования для осуществления процесса формирования покрытий на лопатках без разлопачивания; рассмотрен вибратор (вибровозбудитель), обладающий высокими параметрами ресурса и минимальным вибрационным воздействием на руку металлизатора; изучены процессы формирования покрытий на различных профилях лопаток и типах турбин.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тепловые и атомные электрические станции: Дипломное проектирование: Учебное пособие для вузов / А.М. Леонков [и др.] – Минск :Выш. школа, 1990. – 336 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.
3. Тепловые электрические станции: учебник для вузов. 3-е изд. / В.Д. Буров [и др.]. - М. : Издательский дом МЭИ, 2009. - 466 с.
4. 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.
5. Трухний, А.Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : учебное пособие для вузов / А.Д. Трухний, Б.В. Ломакин. - М.: Издательство МЭИ, 2002. – 540 с.
6. 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. – 92с.
7. Александров, А.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. / А.А. Александров, Б.А. Григорьев. - М.: Издательство МЭИ, 1999.
8. Соловьев, Ю.П. Вспомогательное оборудование паротурбинных электростанций / Соловьев Ю.П.– М.: Энергоатомиздат, 1983. – 200с.
9. Жихар, Г.И. Котельные установки ТЭС: теплотехнические расчеты: учебное пособие / Жихар Г.И. – Минск :Вышэйшая школа, 2017. – 224 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. СО 34.20.514-2005 «Методические указания по эксплуатации газового хозяйства тепловых электростанций».
13. Назмеев, Ю.Г. Мазутные хозяйства ТЭС / Назмеев Ю.Г. – М.: Издательство МЭИ, 2002.-612 с.
14. СО 34.23.501-2005 Методические указания по эксплуатации мазутных хозяйств тепловых электростанций.
15. 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.

16. Справочник по теплообменникам. В 2 т. / пер. с англ. под ред. О.Г. Мартыненко и др. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 352 с.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. Фрер, Ф. Введение в электронную технику регулирования / Ф. Фрер Ф. Орттенбургер. – Издательство Энергия, 1973. – 192 с.

23. 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.

24. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: учеб. пособие / Г.Т. Кулаков [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2017. – 238 с.

25. 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.

26. Дегтярев, Л.И. Эрозия турбинных лопаток // Советское котлотурбиностроение. – 1938. – № 4.

27. Рыженков, В.А. Состояние проблемы и пути повышения износостойкости энергетического оборудования ТЭС // Теплоэнергетика. – 2000. – № 6.

28. Ремезов, А.Н. Проблемы технического перевооружения и продления ресурса оборудования электростанций // Электрические станции. – 1997. – № 9.
29. Яблоков, Л.Д. Паровые и газовые установки. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
30. Перельман, Р.Г. Эрозия элементов паровых турбин / Перельман Р.Г., Пряхин В.В. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
31. Сельский, С.В., Сорокина Т.М. Повышение эрозионной стойкости лопаток турбин закалкой с нагревом ТВЧ // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2000. – № 4.
32. Влияние перегревов, возникающих при напайке стеллитовых пластин, на структуру и свойства металла лопаток из стали ЭИ961-Ш / В.Ф. Резинских, Л.Д. Чистякова, Д.А. Казанский и др. // Теплоэнергетика. – 2003. – № 6.
33. Иванов, Г.П. Технология электроискрового упрочнения инструментов и деталей машин. 2-е изд., исп. И доп. – М.: МАШГИЗ, 1961.
34. Гонсеровский, Ф.Г. Долговечность паротурбинных рабочих лопаток с учетом ремонта в условиях электростанций / Гонсеровский Ф.Г., Петреня Ю.К., Силевич В.М. // Электрические станции. – 2000. – № 3.
35. Рыженков, В.А. Состояние проблемы и пути повышения износостойкости энергетического оборудования ТЭС // Теплоэнергетика. – 2000. – № 6.
36. Технология ремонта рабочих лопаток паровых турбин Ч. 1. Ремонт методом нанесения высокохромистой наплавки / Ф.А. Хромченко, В.А. Лаппа, И.В. Федина и др. // Сварочное производство. – 1998. – № 11.
37. Технология ремонта рабочих лопаток паровых турбин. Ч. 2. Ремонт комбинированным способом сварки и наплавки / Ф.А. Хромченко, В.А. Лаппа, И.В. Федина и др. // Сварочное производство. – 1999. – № 2.
38. Технология ремонта рабочих лопаток паровых турбин. Ч. 3. Усталостная прочность отремонтированных рабочих лопаток / Ф.А. Хромченко, В.А. Лаппа, И.В. Федина и др. // Сварочное производство. – 1999. – № 4.
39. Сичиков, М.Ф. Металлы в турбостроении. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1974.
40. Электроискровое легирование металлических поверхностей / А.Е. Гитлевич, В.В. Михайлов, Н.Я. Парканский и др.; Под ред. Ю.И. Петрова. – Кишинев: Штиинца, 1985.
41. Патент РФ на полезную модель № 38661 «Устройство для электроискрового легирования с приводом от вращающегося ротора» / А.В. Беляков, А.Н. Горбачев, В.И. Шапин, С.В. Вихрев. – 2004.
42. Беляков, А.В. Опыт применения электроискровых технологических процессов при упрочнении и восстановлении деталей основного и вспомогательного оборудования тепловых электрических станций / Повышение надежности сварных соединений при монтаже и ремонте технологического оборудования в энергетике: Докл. 2-го науч. практ. семинара, 6–8 декабря 2005 г. – Киев, 2005.
43. СтО ВТИ 30.003-2004 Методические указания о порядке формирования эрозионностойких защитно-упрочняющих покрытий на рабочих лопатках

паровых турбин в процессе изготовления, эксплуатации и ремонта методом электроискрового легирования / А.В. Беляков, В.Ф. Резинских, Е.А. Гринь и др. – М.: ОАО «ВТИ», 2004.

44. Патент РФ на полезную модель № 52104 «Рабочая лопатка с защитным покрытием для влажно-паровой ступени паровой турбины» / А.В. Беляков, В.Ф. Резинских, А.Н. Горбачев, О.Ю. Гурылев и др. – 2005.

45. Патент РФ на полезную модель № 63451 «Рабочая лопатка влажнопаровой ступени турбины с двухслойным эрозионностойким покрытием пера лопатки» / А.В. Беляков, А.Н. Горбачев, О.Ю. Гурылев, Ф.Ф. Сергеев и др. – 2007.