

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ энергетический  
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Н.Б. Карницкий

“ 4 ” 06 2020 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**Отопительная ТЭЦ с блоками 250 МВт**

Специальность 1-43 01 04 Тепловые электрические станции

Обучающийся  
группы 10604115

  
подпись, дата

23.05.20

**М.В. Остроух**

Руководитель

  
подпись, дата

04.06.20

**С.А. Качан**  
к.т.н., доцент

Консультанты:

по разделу «Экономическая часть»

  
подпись, дата

27.05.20

**В.Н. Нагорнов**  
к.э.н., доцент

по разделу «Водно-химический комплекс ТЭС»

  
подпись, дата

28.05.20

**В.А. Чиж**  
к.т.н., доцент

по разделу «Автоматизация технологических  
процессов и АСУ ТЭС

  
подпись, дата

04.06.20

**Г.Т. Кулаков**  
д.т.н., профессор

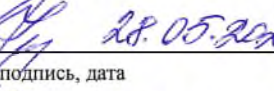
по разделу «Электрическая часть ТЭС»

  
подпись, дата

28.05.2020

**Я.В. Потачин**  
ст. преподаватель

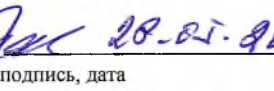
по разделу «Охрана окружающей среды»

  
подпись, дата

28.05.2020

**Н.Б. Карницкий**  
д.т.н., профессор

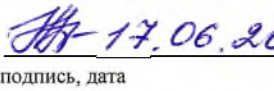
по разделу «Охрана труда»

  
подпись, дата

28.05.2020

**Л.П. Филянович**  
к.т.н., доцент

Ответственный за нормоконтроль

  
подпись, дата

17.06.20

**Н.В. Пантелей**  
ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 152 страниц;

графическая часть – 9 листов;

магнитные (цифровые) носители – \_\_\_\_\_ единиц

Минск 2020

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 152 с., 50 рис., 34 табл., 43 источника.

### ОТОПИТЕЛЬНАЯ ТЭЦ, ТЕПЛОФИКАЦИОННЫЕ ЭНЕРГОБЛОКИ, ГРАДИРНИ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Целью настоящего дипломного проекта является проектирование строительства 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 охрана 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 были рассмотрены вопросы повышения тепловой эффективности башенных испарительных градирен ТЭС, в том числе за счет использования аэродинамических методов повышения охлаждающей способности градирен и применения аэродинамических завихрителей разработки Института тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси; произведен расчет технико-экономического эффекта от дополнительного охлаждения циркуляционной воды для турбоустановки Т-250/300-240 ТМЗ.

## 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. Бу-ров [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. 3<sup>rd</sup> 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. 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.

27. 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.

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

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

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

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

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

33. 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.

34. 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.

35. Власов, А.В. Исследование внутренней аэродинамики башенной испарительной градирни / А.В. Власов [и др.] // Инженерно-физический журнал. - 2002. - Т. 75. - №5. - С. 64–68.

36. Власов, А. В. Особенности работы башенных испарительных градирен в летний период и аэродинамика воздушных потоков вблизи них / А.В. Власов [и др.] // Теплообмен –95. - Мн.: ИТМОНАНБ, 1995. - С. 23–26.

37. Градирня. Патент Республики Беларусь ВУ 1293. // Власов А.В., Выхота С.О., Ганжин В.А., Давиденко В.Ф., Дашков Г.В., Дикун В.С., Жданов В.Л., Слижевский, Ю.М., Павлюкевич Н.В., Солодухин А.Д., Фисенко С.П., Хомич А.С. - Оpubл.16.09.1996 г.

38. Власов, А.В. Аэродинамический завихритель для башенных испарительных градирен / А.В. Власов [и др.] // Наука –энергетике: Сб. научн. тр. - Мн.: ИТМО НАНБ, 1999. - С. 118 –124.

39. Градирня. Патент Республики Беларусь ВУ 2028. // Власов А.В., Жданов В.Л., Павлюкевич Н.В., Писарук И.И., Солодухин А.Д., Слежевский Ю.М., Фисенко С.П., Хомич А.С. - Зарегистр. 14.10.1997 г.

40. Градирня. Патент Республики Беларусь ВУ 2447. // Власов А.В., Давиденко В.Ф., Дашков Г.В., Мартыненко, О.Г. Родзевич В.А., Солодухин А.Д., Столович Н.Н., Тютюма В.Д., Дикун В.С., Хасеневич Л.С. - Зарегистр. 12.06.1998 г.

41. Градирня. Патент Республики Беларусь ВУ 10380. Бачуринский А.Н., Власов А.В., Давиденко В.Ф., Дашков Г.В., Маленко Г.Л., Пащук С.В., Петручик А.И., Солодухин А.Д., Столович Н.Н., Тютюма В.Д. - Зарегистр. 12.06.1998 г.

42. Способ охлаждения жидкости в градирне и башенная градирня для его осуществления. Патент Республики Беларусь ВУ 9493. Бачуринский А.Н., Власов А.В., Давиденко В.Ф., Дашков Г.В., Павлюкевич Н.В., Пащук С.В., Солодухин А.Д., Тютюма В.Д. - Зарегистр. 30.08.2007 г.

43. Типовая энергетическая характеристика конденсатора К-14000 турбины Т-250/300-240 ТМЗ / СПО Союзтехэнерго, Москва. – 1985.