

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ энергетический  
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Н.Б. Карницкий

“ 13 ” 06 2019 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**Проект ТЭЦ-220 МВт с разработкой мероприятий по повышению  
эффективности декарбонизации воды**

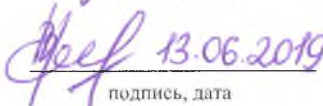
Специальность 1- 43 01 04 Тепловые электрические станции

Обучающаяся  
группы 30604113

  
подпись, дата

А.М. Шинкевич

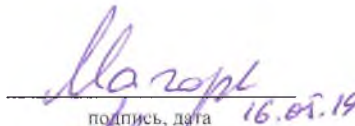
Руководитель

  
подпись, дата

В.Е. Семук  
м.т.н.

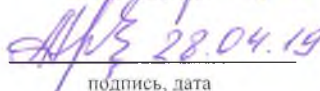
Консультанты:

по разделу «Экономическая часть»

  
подпись, дата 16.05.19

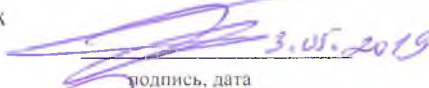
В.Н. Нагорнов  
к.э.н., доцент

по разделу «Водно-химический комплекс ТЭС»

  
подпись, дата 28.04.19


А.В. Нерезко  
ст. преподаватель

по разделу «Автоматизация технологических  
процессов и АСУ ТЭС»

  
подпись, дата 3.05.2019

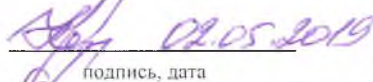
Г.Т. Кулаков  
д.т.н., профессор

по разделу «Электрическая часть ТЭС»

  
подпись, дата 02.05.19

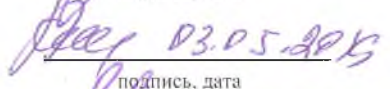
А.Г. Губанович  
к.т.н., доцент

по разделу «Охрана окружающей среды»

  
подпись, дата 02.05.2019

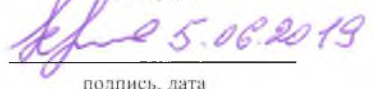
Н.Б. Карницкий  
д.т.н., профессор

по разделу «Охрана труда»

  
подпись, дата 03.05.2019

Л.П. Филянович  
к.т.н., доцент

Ответственный за нормоконтроль

  
подпись, дата 5.06.2019

Г.В. Круг  
заведующий  
лабораториями  
кафедры ТЭС ЭФ

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка - 138 страниц;

графическая часть - 9 листов;

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

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 138 с., 54 рис., 22 табл., 39 источников.

### ОТОПИТЕЛЬНАЯ ТЭЦ, ТУРБИНА, ПАРОВОЙ КОТЕЛ, ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ, ДЕАЭРАТОР

Целью настоящего дипломного проекта является строительство отопительной ТЭЦ мощностью 220 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 мероприятия по повышению эффективности декарбонизации воды термическими деаэраторами атмосферного давления.

Студент-дипломник подтверждает, что 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, а также 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. – 68с.
2. Тепловые и атомные электрические станции. Справочник. Под ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство МЭИ, 2003. — 648 с.: ил. — (Теплоэнергетика и теплотехника, Кн.3).
3. Трухний А.Д., Ломакин Б.В. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки: Учебное пособие для вызов. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 540 с.: ил., вкладки.
4. Тепловые и атомные электрические станции: Дипломное проектирование: Учебное пособие для вузов / А.Т. Глюза, В.А. Золотарева, А.Д. Качан и др.; Под общ. ред. А.М. Леонкова, А.Д. Качана – Мн.: Выш. школа, 1990 – 336 с.: ил.
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. – 92с.
6. Ривкин С.Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. М.: Энергия. 1980. 423 с.
7. Соловьев Ю.П. Вспомогательное оборудование паротурбинных электростанций. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 200с.
8. Тепловые электрические станции: учебник для вузов. / В.Д. Буров, Е.В. Дорохов, Д.П. Елизаров и др.; под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, СВ. Цанева. — 3-е изд. — М. : Издательский дом МЭИ, 2009. — 466 с.
9. Жихар, Г.И. Котельные установки ТЭС: теплотехнические расчеты: учебное пособие / Г.И. Жихар. – Минск : Вышэйшая школа, 2017. – 224 с. : ил.
10. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов / Л.А. Рихтер, Д.П. Елизаров, В.М. Лавыгин. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 216 с., ил.
11. Карницкий Н.Б., Пронкевич Е.В., Качан С.А. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Вспомогательное оборудование электростанций» для специальности 1-53 01 04 «Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами».
12. СО 34.20.514-2005 «Методические указания по эксплуатации газового хозяйства тепловых электростанций».
13. Назмеев Ю.Г. Мазутные хозяйства ТЭС. – М.: Издательство МЭИ, 2002. - 612 с.: ил.
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-х томах, т.2 / С 74 Пер. с англ. под ред. О.Г. Мартыненко и др. – М.: Энергоатомиздат, 1987.-352 с.: ил.

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., Крючков И.П. «Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – 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., Орттенбургер Ф. Введение в электронную технику регулирования. - 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. Кулаков Г.Т., Кулаков А.Т., Кравченко В.В., Кухоренко А.Н., Артёменко К.И., Ковриго Ю.М., Голинко И.М., Баган Т.Г., Бунке А.С. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: учеб. пособие / Г.Т. Кулаков (и др.); под ред. Г.Т. Кулакова. – Минск: Вышэйшая школа, 2017. – 238 с., ил.

25. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Природоохранные технологии на ТЭС» для специальности 1-43

01 04 «Тепловые электрические станции», Карницкий Н.Б., Чиж В.А., Нерезько А.В., 2017.

26. Природоохранные технологии на ТЭС: учебное пособие / В.И. Беспалов, С.У. Беспалова, М.А. Вагнер; Томский политехнический университет. – 2-е изд. – 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. Аронсон, К.Э. Теплообменники энергетических установок [Текст]: учебник для вузов / Аронсон К.Э., Блинков С.Н., Брезгин В.И. и др.; под ред. проф., докт. техн. наук Бродова Ю.М. – Екатеринбург: Изд-во «Сократ», 2002. – 968 с.

29. Шарапов, В.И. Термические деаэратеры / Шарапов В.И., Цюра Д.В. – Ульянов. гос. техн. ун-т., 2003. – 560 с.

30. Шарапов В.И., Сивухина (Ротова) М.А. Декарбонизаторы водоподготовительных установок систем теплоснабжения. М.: АСВ. 2002. 200 с.

31. Деаэратер щелочной атмосферный, вакуумный ДЩА, ДЩВ Электронный ресурс. = Оборудование для энергетики: информация о производимом оборудовании/ МПО «Кварк». - Режим доступа: <http://www.kwark.ru/products/sdl.html>.

32. Живилова Л.М., Максимов В.В. Автоматизация водоподготовительных установок и управления водно-химическим режимом. М.: Энергоатомиздат. 1986. 246 с.

33. Расчет и проектирование термических деаэратеров: РТМ 108.030.21-78 /В.А. Пермяков, А.С. Гиммельберг, Г.М. Виханский, Ю.М. Шубников. Л.: НПО ЦКТИ. 1979. 116 с.

34. Расчет энергетической эффективности технологий подготовки воды на ТЭЦ / В.И. Шарапов, П.Б. Пазушкин, Д.В. Цюра, Е.В. Макарова. Ульяновск: УлГТУ. 2003. 120 с.

35. Феткуллов М.Р. Особенности регулирования термических деаэратеров по нескольким регулируемым параметрам // Научно-технический калейдоскоп. 2003. № 3. С. 81-85.

36. Шапиро Г.А. Повышение экономичности ТЭЦ. М.: Энергоиздаг. 1981.200 с.

37. Шарапов В.И., Цюра Д.В. Способы повышения качества и экономичности термической деаэрации воды в теплоэнергетических установках коммунального хозяйства // Тезисы докладов научно-технической конференции. Ульяновск: УлГТУ. 1999. С. 38-39.

38. Cotton I.J. Optimize oxygen control in your boiler-feed system// Power. 1980. №4. P.85-90.

39. <https://www.aquaecology.by/katalog/deaeratory/>