

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ энергетический  
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Н.Б. Карницкий

“ 06 ” 06 2024 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**


Проект водогрейной котельной

Специальность 1- 43 01 04 Тепловые электрические станции

Обучающийся  
группы 30604118

 Ю.А. Николаев  
подпись, дата

Руководитель


 06.06.2024 Н.Б. Карницкий  
подпись, дата

Консультанты:


по разделу «Экономическая часть»

 - 15.05.2024 А.В. Левковская  
подпись, дата


по разделу «Водно-химический комплекс ТЭС»

 07.05.24 В.А. Романко  
подпись, дата

по разделу «Автоматизация технологических  
процессов и АСУ ТЭС»

 15.05.2024 Г.Т. Кулаков  
подпись, дата

по разделу «Электрическая часть ТЭС»

 22.05.24 А.Г. Губанович  
подпись, дата


по разделу «Охрана окружающей среды»

 07.05.2024 Н.Б. Карницкий  
подпись, дата

по разделу «Охрана труда»

 06.05.2024 О.В. Абметко  
подпись, дата

Ответственный за нормоконтроль

 06.06.24 Г.В. Крук  
подпись, дата

Объем проекта:  
расчетно-пояснительная записка - 108 страниц;  
графическая часть - 8 листов;  
магнитные (цифровые) носители - — единиц

Минск 2024

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 108 с., 28 рис., 28 табл., 29 источников

### ВОДОГРЕЙНАЯ КОТЕЛЬНАЯ, КВГМ-20, МОДЕРНИЗАЦИЯ, ГОРЕЛКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Целью настоящего дипломного проекта является проектирование водогрейной котельной.

В процессе проектирования выполнены следующие исследования: экономически обосновано строительство котельной; произведен расчет тепловой схемы котельной; произведен укрупненный тепловой расчет котла КВГМ-20-150, определен расход топлива на котел, КПД; описано вспомогательное тепломеханическое оборудование водогрейного котла; дано описание топливного хозяйства котельной; рассчитана химическая часть водоподготовки согласно принятому типу оборудования, выбран водно-химический режим работы котлов; рассмотрена схема электроснабжения вспомогательного оборудования ячейки электрокотла, выбраны магнитные пускатели, автоматические выключатели, марки и сечения проводов ответвлений к электродвигателям; выбраны и описаны основные системы автоматического регулирования технологических процессов на котельной, разработана схема автоматического регулирования тепловой нагрузки электрокотла; разработан генеральный план котельной; рассчитаны выбросы загрязняющих веществ, сделан вывод о том, что выделения вредных веществ от установленных котлов не приводит к превышению максимальной приземной концентрации вредных веществ; рассмотрен ряд вопросов по охране труда, технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности на котельной.

В качестве специального задания рассмотрены вопросы модернизации котла КВГМ-20-150: описаны устройство и принцип работы котла; показана актуальность вопросов модернизации водогрейных котлов серии КВГМ-20; проанализировано применение на котлах КВГМ-20 горелочного устройства нового поколения типа SF; рассмотрена также модернизация горелочной системы котлов КВГМ-20 за счет малозатратной, экономичной и эффективной микрофакельной технологии сжигания газообразного топлива.

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 ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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 общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. - 2-е изд., перераб. — М. : Энергоатомиздат, 1989. - Кн.3.-608 с.
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. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). – Санкт-Петербург, 1998. – 259 с.
8. 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.
9. 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.
10. СО 34.20.514-2005 «Методические указания по эксплуатации газового хозяйства тепловых электростанций».
11. Назмеев, Ю.Г. Мазутные хозяйства ТЭС / Назмеев Ю.Г. – М.: Издательство МЭИ, 2002. - 612 с.
12. 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.
13. Радкевич, В.Н. Выбор электрооборудования систем электроснабжения промышленных предприятий: пособие для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» / В.Н. Радкевич,



В.Б. Козловская, И. В. Колосова; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Электроснабжение». – Минск: БНТУ, 2017. – 171 с.:

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. Кузьмицкий, И.Ф. Теория автоматического управления: учеб. / И. Ф. Кузьмицкий, Г. Т. Кулаков. – Минск: БГТУ, 2010. – 574 с.

18. 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.

19. Теория автоматического управления : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами», «Паротурбинные установки атомных электрических станций», «Проектирование и эксплуатация атомных электрических станций», «Тепловые электрические станции», «Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)» / [Г. Т. Кулаков и др.] ; под ред. Г. Т. Кулакова. – Минск : Вышэйшая школа, 2022. – 197 с.: ил., табл., схемы.

20. Кулаков, Г.Т. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Автоматизированные системы управления технологическими процессами электростанций» для специальности 1-53 01 04 «Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами» / под общ. ред. Г.Т. Кулакова. – Минск: БНТУ, 2017. – 105 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'Dusyier. Handbook of PI and PID Controller Tuning Rules / O'Dusyier Aidan. 3<sup>rd</sup> Edition. Dublin: Institute of Technology; Ireland, Imperial College Press, 2009. 529 p.

24. Кулаков, Г.Т. 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. Волошенко, А.В. Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования: учебное пособие / А.В. Волошенко, Д.Б. Горбунов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 109 с.

26. ТКП 17.08-01-2006 (02120) (02120) "Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью до 25 МВт".

27. 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.

28. Варламов, Г.Б. Повышение экологической чистоты энергопроизводства в коммунальной энергетике // X Международная научно-практическая конференция «Экологическая безопасность: проблемы и пути решения» : Сб. науч. ст., Райдер, 2014. – С.28-33.

29. Варламов Г.Б. Низкоэмиссионная газовая горелка трубчатого типа с направленным воздушным потоком. Евразийский патент ЕАПО, № 019766, 10.04.2014г., бюл. №6 В1 30.06.2014.