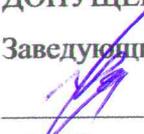


БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ энергетический
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Н.Б. Карницкий

“ 13 ” 06 2018 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

ПГУ-420 МВт на базе SGT5-4000F

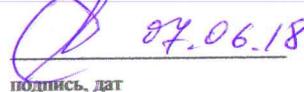
Специальность 1-43 01 04 Тепловые электрические станции

Обучающийся
группы 10604113


подпись, дата

Яскевич Д.В.

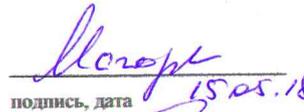
Руководитель


подпись, дата

Качан С.А.
к.т.н., доцент

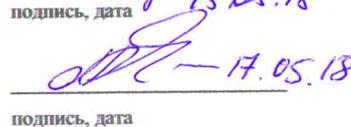
Консультанты:

по разделу «Экономическая часть»


подпись, дата

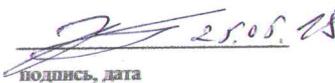
В.Н. Нагорнов
к.э.н., доцент

по разделу «Воднохимический комплекс ТЭС»


подпись, дата

В.А. Чиж
к.т.н., доцент

по разделу «Автоматизация технологических
процессов и АСУ ТЭС


подпись, дата

Г.Т. Кулаков
д.т.н., профессор

по разделу «Электрическая часть ТЭС»


подпись, дата

И.И. Сергей
д.т.н., профессор

по разделу «Охрана окружающей среды»

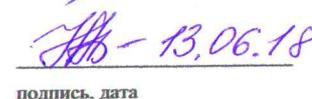
Н.Б. Карницкий
д.т.н., профессор

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 – 122 страниц;

графическая часть – 9 листов;

магнитные (цифровые) носители – - единиц

Минск 2018

РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 122 страница, 46 рисунков, 21 таблиц,
36 источников.

**ПАРОГАЗОВАЯ УСТАНОВКА, ГАЗОТРУБИННАЯ УСТАНОВКА,
КОТЕЛ-УТИЛИЗАТОР, ТЕПЛОВАЯ СХЕМА, ВОДНО-ХИМИЧЕСКИЙ
КОМПЛЕКС, ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ, ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНИКО-
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, МАНЕВРЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Объектом разработки является проект ТЭС на базе моноблока утилизационной ПГУ класса мощности 420 МВт.

ПГУ проектируется в составе современной газотурбинной установки типа *SGT5-4000F* производства Siemens, теплота сбросных газов которых используется в котле-утилизаторе для производства пара трех уровней давлений для паровой турбины *M141-563/551*, работающей с промежуточным перегревом пара.

Целью проекта является изучение всех аспектов проектирования станции. При этом производится экономическое обоснование строительства, расчет принципиальной тепловой схемы блока и укрупненный расчет котла-утилизатора, выбор основного и вспомогательного оборудования тепловой и электрической частей станции, вопросы автоматизации технологических процессов и АСУ, охраны труда и охраны окружающей среды, выбор топливного хозяйства, описание системы технического водоснабжения, описание водно-химического режима станции.

В качестве специального задания рассмотрены инновационные решения Siemens по повышению маневренности парогазовых установок, в том числе по расширению регулировочного диапазона ГТУ типа *SGT5-4000F* и улучшению пусковых характеристик блока ПГУ-420 в целом.

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тепловые и атомные электрические станции: дипломное проектирование: учебное пособие для вузов / А.Т. Глюза [и др]. - Минск.: Выш. школа, 1990 – 336 с.
2. 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, С.В. Цанева.– 3-е изд., стереот. – М. : Издательский дом МЭИ, 2009. – 466 с.
3. Нагорнов, В.Н. Методические указания к курсовой работе по курсу «Экономика энергетики» для студентов специальности 10.05 «Тепловые электрические станции» – Мн.: БНТУ, 2004 – 44 с.
4. Нагорнов, В.Н. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Организация планирования и управления предприятием» для студентов специальности 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции» / В.Н. Нагорнов, И.Н Спагар, Е.В. Ячная.– Минск.: БНТУ, 2005. – 44с.
5. Цанев, С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. Учебное пособие для вузов / Цанев, С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. – 2-е изд.– М.: Издательский дом МЭИ, 2006.– 548с.
6. Паровые и газовые турбины для электростанций : учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. / А.Г. Костюк [и др]. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 556 с.
7. Зысин, Л. В. Парогазовые и газотурбинные тепловые электростанции: учеб. пособие / Зысин Л. В. – СПб. : Изд.-во Политехн. ун-та, 2010. – 368 с.
8. Качан, С.А. Расчет тепловой схемы утилизационных парогазовых установок: методическое пособие по дипломному проектированию для студентов специальностей 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции», 1-53 01 04 «Автоматизация и управление энергетическими процессами» / Качан С.А. – Минск: БНТУ, 2007 – 130с.
9. 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.
10. Александров, А.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. / А.А. Александров, Б.А. Григорьев. - М.: Издательство МЭИ, 1999.
11. Соловьев, Ю.П. Вспомогательное оборудование паротурбинных электростанций / Соловьев Ю.П. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 200 с.
12. Чиж, В.А. Водоподготовка и водно-химические режимы теплоэлектростанций: Учебно-методическое пособие для студентов дневной и заочной форм обучения специальностей 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции»

и 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»/ В.А. Чиж, Н.Б. Карницкий. – Мн.: БНТУ, 2004 – 100 с.

13. Чиж, В.А. Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС : учеб. пособие / В. А. Чиж, Н. Б. Карницкий, А. В. Нерезько. – Минск : Выш. шк., 2010. – 351 с.

14. 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, 2015. – 119 с.

15. 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.

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. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учебник для студентов вузов / Г.П. Плетнев. - 5-е изд., стереот. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009. - 352 с.

18. Кулаков, Г.Т. Анализ и синтез систем автоматического регулирования / Кулаков Г.Т. – Мн.: УП Технопринт. 2003. — 135 с.

19. Теория автоматического управления: учебник / И.Ф. Кузьмицкий, Г.Т. Кулаков; Белорусский государственный технологический университет. - Минск, 2010. - 573 с.

20. Учебное пособие по дипломному проектированию для студентов специальностей «Тепловые электрические станции», «Автоматизация и управление энергетическими процессами», «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» / Жихар, Г.И., Карницкий Н.Б., Стриха И.И. – Минск: Технопринт, 2004.

21. Стриха, И.И. Экологические аспекты энергетики: атмосферный воздух: Учебное пособие для студентов специальности «Теплоэнергетика» вузов / Стриха И.И. – Мн.: Технопринт, 2001 – 375 с.

22. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей. –М.: Энергоатомиздат, 1985–285 с.

23. Князевский, Б.А. Охрана труда в энергетике / Князевский Б.А. – М.; Энергоатомиздат, 2000.

24. 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.
25. Радин, Ю.А. Освоение первых отечественных бинарных парогазовых установок / Радин Ю.А. // Теплоэнергетика. – 2006. – № 7. – С. 4 – 13
26. Ольховский, Г.Г. Расширение регулировочного диапазона парогазовых установок / Ольховский Г.Г. // Теплоэнергетика. – 2006 – №7. – С.4 – 13.
27. Siemens Базовая парогазовая установка SCC5-4000F. Класс 400 МВт 50 Гц [Электронный ресурс] - URL: [http:// www.siemens.com/energy](http://www.siemens.com/energy)
28. Operational flexibility enhancements of combined cycle power plants / Norbert Henkel, Siemens Energy, Erich Schmid, Edwin Gobrecht // Reprint from Power-Gen Europe 2007.
29. Improving Flexibility of the Combined Cycle Power Plant Hamm Uentrop to Cover the Operational Profiles of the Future / Martin Buschmeier, Thomas Kleinwächter, Andreas Feldmüller, Philipp Köhn // POWER-GEN Europe 2014, Cologne.
30. SGT5-4000F Gas Turbine and Combined Cycle Power Plant Evolution reflecting the changing Market Requirements / Eberhard Deuker // Siemens AG, Energy Sector
31. BENSON® Once-Through technology for Heat Recovery Steam Generators // Siemens Power Generation, Inc. – 2006.
32. Joachim Franke, Jan Brückner Dealing with tube cracking at Herdecke and Hamm-Uentrop (Siemens) // Modern Power Systems, October 2008, p. 33 - 37.
33. Jan Brückner, Gerhard Schlund Pego experience confirms BENSON as proven HRSG technology (Siemens) // Modern Power Systems, June 2011, p. 21 – 24.
34. BENSON HRSG Boilers - Reference List (updated 14.06.2016) [Электронный ресурс] - URL: [http://http://www.energy.siemens.com](http://www.energy.siemens.com)
35. Fast cycling and rapid start-up: new generation of plants achieves impressive results / Lothar Balling, Siemens, Erlangen, Germany // Modern Power Systems – January – 2010.
36. Combined Cycle Steam Turbine Operation / Leo Bize, Harry Martin: Siemens Westinghouse Power Corporation, Orlando FL; Norbert Henkel, Edwin Gobrecht: Siemens Power Generation, Muelheim, Germany // . Published for 2001