

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ энергетический
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Н.Б. Карницкий


“ 9 ” 06 2020 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**Проект АЭС мощностью 3000 МВт с разработкой методов
диагностики ротора и рабочих лопаток турбоустановки**


Специальность 1-43 01 08 Паротурбинные установки атомных электрических станций

Обучающийся
группы 10608115

 01.06.20
подпись, дата

Д.А. Иванов

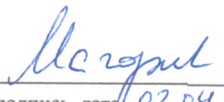
Руководитель

 01.06.20
подпись, дата

А.В. Седниц
к.т.н., доцент

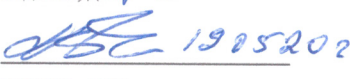
Консультанты:

по разделу «Экономическая часть»

 02.04.20.
подпись, дата

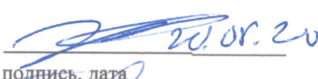
В.Н. Нагорнов
к.э.н., доцент

по разделу «Водно-химический комплекс АЭС»

 19.05.20
подпись, дата

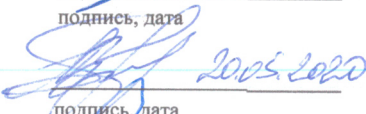
В.А. Чиж
к.т.н., доцент

по разделу «Автоматизация технологических
процессов и АСУ АЭС

 20.06.20
подпись, дата

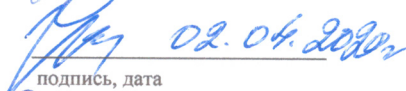
Г.Т. Кулаков
д.т.н., профессор

по разделу «Электрическая часть АЭС»

 20.05.2020
подпись, дата

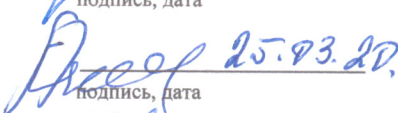
Я.В. Потачиц
ст. преподаватель

по разделу «Охрана окружающей среды»

 02.04.2020
подпись, дата

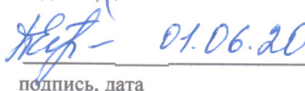
Н.Б. Карницкий
д.т.н., профессор

по разделу «Охрана труда»

 25.03.20
подпись, дата

Л.П. Филянович
к.т.н., доцент

Ответственный за нормоконтроль

 01.06.20
подпись, дата

Е.В. Пронкевич
ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 173 страниц;

графическая часть – 11 листов;

магнитные (цифровые) носители – — единиц

Минск 2020

РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 173 с., 62 рис., 45 табл., 30 источников.

АТОМНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ, ВОДО-ВОДЯНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РЕАКТОР, ПАРОГЕНЕРАТОР, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ, ДИАГНОСТИКА РОТОРА И РАБОЧИХ ЛОПАТОК ТУРБИНЫ, КАПИЛЛЯРНЫЙ КОНТРОЛЬ, ЦВЕТНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ, УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ.

Объектом разработки является АЭС с реакторами ВВЭР-1000 и турбоустановками К-1000-60/1500-2.

Целью проекта является проектирование трех блоков АЭС с реакторами ВВЭР-1000 и турбоустановками К-1000-60/1500-2 с разработкой методов диагностики ротора и рабочих лопаток турбоустановки.

В процессе выполнения данного проекта были спроектированы три блока АЭС общей мощностью 3000 МВт, выбрано основное и вспомогательное оборудование, рассчитана принципиальная тепловая схема блока, произведен теплогидравлический расчет парогенератора, описано топливное хозяйство АЭС, описана система технического водоснабжения, описан воднохимический комплекс, произведен расчет токов короткого замыкания и выбраны электрические аппараты и контрольно-измерительные приборы, описана автоматизированная система управления технологическими процессами, рассмотрены вопросы охраны труда, представлена компоновка главного корпуса и генеральный план станции, выполнен расчет технико-экономических показателей данного проекта. В качестве специального задания был разработана методика диагностики ротора и рабочих лопаток турбоустановки.

В ходе работы подтверждено, 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 и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белэнерго [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.energo.by>
2. Нагорнов, В.Н. Экономика ядерной энергетики: пособие для студентов специальности 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций» / В.Н. Нагорнов. – Минск: БНТУ, 2019. – 59 с.
3. Сорокин В.В. Учебно-методический комплекс по дисциплине: Ядерные энергетические реакторы / В.В. Сорокин. – Минск: БНТУ, 2016. – 261 с.
4. Седнин А.В. Атомные электрические станции. Курсовое проектирование/ А.В. Седнин, Н.Б. Карницкий, М.Л. Богданович Минск, 2010. – 152 с.
5. Тепловые и атомные электрические станции. Справочник. 2-е изд./Под ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина, перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
6. Моргунова, Т.Х. Атомные электрические станции: учебник для вузов/ Т.Х. Моргунова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1978. - 360 с.
7. Сорокин, В.В. Парогенераторы атомных электрических станций: методические указания по выполнению курсового проекта для студентов специальности 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций» / В.В. Сорокин, Н.Б. Карницкий. - Минск: БНТУ, 2013. - 72 с.
8. Александров, А.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара/ А.А. Александров, Б.А. Григорьев. – М.: Издательство МЭИ, 1999. – 168 с.
9. Зверков, В.В. Эксплуатация ядерного топлива на АЭС с ВВЭР /В.В. Зверков. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 96 с.
10. Чиж, В.А. Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС: Учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию. / В.А. Чиж [и др.]. - Минск: БНТУ, 2015. – 105 с.
11. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие для вузов/ Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
12. Булат, В.А. Электрическая часть электрических станций и подстанций: учебно-методическое пособие для практических занятий для студентов специальностей 1-43 01 01 «Электрические станции», 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети», 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)», 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции», 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций», 1-43 01 09 «Релейная защита и автоматика»: в 2 ч. Ч.1 / В.А. Булат [и др.]. – Минск: БНТУ, 2014. – 53 с.

13. Мазуркевич, В.Н. Электрическая часть электрических станций и подстанций: учебно-методическое пособие для практических занятий для студентов специальностей 1-43 01 01 «Электрические станции», 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети», 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)», 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции», 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций», 1-43 01 09 «Релейная защита и автоматика»: в 2 ч. Ч. 2 / В.Н. Мазуркевич [и др.]. – Минск: БНТУ, 2017. – 62 с.

14. Кулаков, Г.Т. Анализ и синтез систем автоматического регулирования: Учеб. пособие / Г.Т. Кулаков. – Мн. :УП «Технопринт», 2003. – 135 с.

15. Кузьмицкий, И.Ф. Теория автоматического регулирования / И.Ф. Кузьмицкий, Г.Т. Кулаков. – Мн.: БГТУ, 2010. – 574 с.

16. Демченко, В.А. Автоматизация и моделирование технологических процессов АЭС и ТЭС: Уч. Пособие / В.А. Демченко – Одесса : Астропринт, 2001. – 308 с.

17. ОП «Запорожская АЭС» Учебно-тренировочный центр. Учебное пособие общего назначения по теме: Структура комплекса технических средств АСУТП энергоблока АЭС. Утвержденное ЗГИ ПП – начальником УТЦ Д.Г. Сухоставец, 2009. – 144 с.

18. Зверков, В.В. Эксплуатация ядерного топлива на АЭС с ВВЭР /В.В. Зверков. - М.: Энергоатомиздат, 1989. – 96 с.

19. Крицкий, В.Г. «Атомный ренессанс» и перспективы обращения с ОЯТ / В.Г. Крицкий, И.Г. Березина, В.И. Калинин, Н.С. Тихонов, Ю.В. Козлов, Н.В. Размашкин, Н.П. Шафрова// Безопасность окружающей среды. -2008. - № 1. - С. 68-71.

20. Скачек, М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС /М.А. Скачек. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 442 с.

21. Тепловые и атомные электрические станции: справочник. В 4 книгах/ под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. - 2-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - К. 4. - 608 с.

22. Герасимова, А.Г. Контроль и диагностика тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС: учеб. пособие/А.Г. Герасимова. – Минск: Высшая школа, 2011 – 272 с.

23. Балаковская Атомная Электростанция служба подготовки персонала. Системы турбинного отделения. Часть 2. Турбина К-1000-60/1500-2. – Балаково, 2015. – 383 с.

24. Сухинин, В.П. Ресурс паровой турбины/ В.П. Сухинин, Т.Н. Пугачева – Харьков, 2014. – 132-138 с.

25. Трухний, А.Д. Тихоходные паровые турбины атомных электрических станций/ А.Д. Трухний, А.Е. Булкин. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2011. – 365 с.

26. РД 34.17.440-96. Методические указания о порядке проведения работ при оценке индивидуального ресурса паровых турбин и продлении срока их эксплуатации сверх индивидуального ресурса паровых турбин и продлении срока их эксплуатации сверх паркового ресурса. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.normacs.ru/>. Дата доступа 01.05.2020 (на 01.05.2020 действующий).

27. РД 153-34.1-17.457-99. Методические указания по проведению акустико-эмиссионного контроля цельнокованых роторов паровых турбин ТЭС. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.russgost.ru/>. Дата доступа 01.05.2020 (на 01.05.2020 действующий).

28. РД 34.17.450-98. Методические указания по ультразвуковому контролю без разлопачивания обода диска в районе верхних концентраторов Т-образного паза. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.russgost.ru/catalog/>. Дата доступа 01.05.2020 (на 01.05.2020 действующий).

29. Союз-прибор [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.souz-pribor.ru/>. (Описание типа средства измерений VULCAN). Дата доступа 01.05.2020.

30. ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/>. Дата доступа 01.05.2020 (на 01.05.2020 действующий).