

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ энергетический
КАФЕДРА Тепловые электрические станции

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Н.Б. Карницкий


“ 05 ” 06 2024 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Двухблочная АЭС с ВВЭР-1000


Специальность 1-43 01 08 Паротурбинные установки атомных электрических станций

Обучающийся
группы 10608119

 17.05.2024
подпись, дата

Е.И. Сербин

Руководитель

 30.05.2024
подпись, дата

В.В. Сорокин

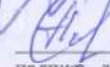
Консультанты:

по разделу «Экономическая часть»

 27.05.2024
подпись, дата

Е.П. Корсак

по разделу «Водно-химический комплекс АЭС»

 31.05.2024
подпись, дата

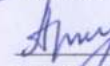
И.А. Некало

по разделу «Автоматизация технологических
процессов и АСУ АЭС»

 23.05.2024
подпись, дата

Г.Т. Кулаков

по разделу «Электрическая часть АЭС»

 24.05.2024
подпись, дата


К.И. Артёменко

по разделу «Охрана окружающей среды»

 21.05.2024
подпись, дата

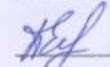
Н.Б. Карницкий

по разделу «Охрана труда»

 21.05.2024
подпись, дата

О.В. Абметко

Ответственный за нормоконтроль

 04.06.2024
подпись, дата

Е.В. Пронкевич

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 175 страниц;

графическая часть – 11 листов;

магнитные (цифровые) носители – — единиц

Минск 2024

РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 175 страниц, 62 рисунка, 29 таблиц, 33 источников.

АЭС МОЩНОСТЬЮ 2000 МВт, РЕАКТОР ВВЭР-1000, ПАРОТУРБИННАЯ УСТАНОВКА К-1000-60/3000, ТЕПЛОВАЯ СХЕМА.

Объектом разработки является проект строительства атомной электростанции мощностью 2000 МВт на территории Республики Беларусь и оптимизации технологических схем продувки парогенераторов.

Проектируется двухконтурная АЭС на базе реакторов ВВЭР-1000 с установкой конденсационных турбин К-1000-60/3000, работающих на насыщенном паре, производимом парогенераторами горизонтального типа.

Целью проекта является изучение всех аспектов строительства станции: экономическое обоснование строительства, выбор основного и вспомогательного оборудования тепловой и электрической частей станции, вопросы охраны труда и охраны окружающей среды, выбор топливного хозяйства, описание системы технического водоснабжения, описание водно-химического режима станции.

В ходе выполнения проекта были произведены следующие исследования (разработки): произведен расчет принципиальной тепловой схемы блока и укрупненный расчет парогенератора, были выбраны конденсационные, питательные и циркуляционные насосы, а также теплообменные аппараты, были рассмотрены вопросы автоматизации технологических процессов и АСУ.

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О работоспособности сварных соединений приварки коллекторов к патрубкам парогенераторов РУ ВВЭР-1000 И ВВЭР-1200 / Е.Г. Ададуров [и др.] Доклад на 5-й международной научно-технической конференции АО «Атомтехэнерго», г. Москва, 23-24 октября, 2018 - 112 с.

2. Харченко, С.А. АО ОКБ «Гидропресс». Оценка эффективности мероприятий по предотвращению повреждений сварных швов №111 на парогенераторах АЭС с ВВЭР- 1000. Сообщение на Заседании Секции № 3 «Безопасность объектов использования атомной энергии» Научно-технического совета Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, Россия, Москва, 26.12.2015 - 34 с.

3. Рубцов, В.С. ФБУ «НТЦ ЯРБ». Возможные причины и факторы, способствующие повреждению узла приварки коллектора теплоносителя к корпусу парогенератора на АЭС с РУ ВВЭР-1000 по результатам исследований предприятий отрасли. Часть 1: Возможные причины. Сообщение на Заседании Секции № 3 «Безопасность объектов использования атомной энергии» Научно-технического совета Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, Россия, Москва, 26.12.2015 - 243 с.

4. Трунов, Н.Б. Результаты работ по исследованию причин повреждения металла в районе сварного шва приварки коллектора первого контура к корпусу парогенератора и разработка компенсирующих мероприятий. 8-й Международный семинар по горизонтальным парогенераторам, ОКБ«Гидропресс», 19-21 мая 2010 - 167 с.

5. Парогенераторы реакторных установок ВВЭР для атомных электростанций / Б.И. Лукаевич [и др.]. ИКЦ «Академкнига», 2004, 391 с.

6. Технология УЗК узла приварки коллектора к парогенератору ПГВ-1000 (шов №111) и дефекты в нем: систематизация и характер. XII Международная конференция «Проблемы материаловедения при проектировании, изготовлении и эксплуатации оборудования АЭС» / А.В. Дуб [и др.], Санкт-Петербург (г. Пушкин), 5-8 июня 2012 - 225 с.

7. АО НПО «ЦНИИТМАШ». Исследования механизма и причин формирования дефектов в зоне сварного соединения № 111 ПГВ-1000 Докладчик - Корнеев А.Е. Сообщение на Заседании Секции № 3 «Безопасность объектов использования атомной энергии», 34 с.

8. Ожигов, Л.С. и др. Особенности повреждаемости сварных соединений №111 в парогенераторах энергоблоков ВВЭР-1000. Материалы конференции «Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР», ОКБ «Гидропресс», 28–31 мая 2013 - 78 с.

9. Ходаков, В.Д. Новые технологии ремонта оборудования и трубопроводов АЭС с использованием сварки: 2005-2008 -196 с.

10. Богачёв, А.В. Управление ресурсом в условиях замедленного деформационного коррозионного растрескивания. Журнал «Тяжелое машиностроение», выпуск №7-8, 2017 - 143 с.

11. Богачев, А.В.[и др.] Контроль напряжений в зоне приварки коллектора к корпусу ПГВ-1000 в процессе эксплуатации системой САКОР. Вопросы атомной науки и техники, 2007, №19, с.43-54.

12. Разыграев, А.Н. Опыт ЦНИИТМАШ по ультразвуковому контролю, ремонту и материаловедческому сопровождению узла приварки коллектора к парогенератору реакторной установки ВВЭР-440(с.с.23) и ВВЭР-1000 (с.с. 111). Рабочая встреча Московского центра ВАО АЭС «Контроль и ремонт сварных соединений приварки коллекторов первого контура к патрубкам ПГ для АЭС с РУ ВВЭР», Республика Армения, Ереван, Армянская АЭС, 18-22 мая 2015 - 86 с.

13. ВАО АЭС МЦ. Памятная записка по результатам семинара на Армянской АЭС. Рабочая встреча Московского центра ВАО АЭС «Контроль и ремонт сварных соединений приварки коллекторов первого контура к патрубкам ПГ для АЭС с РУ ВВЭР», Республика Армения, Ереван, Армянская АЭС, 18-22 мая 2015 - 57 с.

14. Поваров, В.П. Анализ поврежденных сварных швов №111 ПГВ-1000 и предложения по их устранению. Журнал «Известия вузов. Ядерная энергетика», выпуск №1, 2015 - 108 с.

15. Лебедев, Н.В. Разработка и внедрение комплекса специального оснащения для ремонта оборудования и трубопроводов АЭС. Сборник тезисов девятой международной научно-технической конференции «Безопасность, эффективность и экономика атомной энергетики», Москва, 21–23 мая 2014, 60 с.

16. Лебедев, Н.В. Разработка и внедрение комплекса специального оснащения для восстановительного ремонта узла приварки коллектора теплоносителя к патрубку Ду1200 парогенератора ПГВ-1000 на АЭС с реакторами ВВЭР-1000. Совещание специалистов ВАО АЭС МЦ и АО «Атомэнергоремонт», г.Нововоронеж, 12-13 февраля 2013 - 78 с.

17. Кадников, А.А. Оптимизация комплекса работ по замене парогенераторов энергоблоков АЭС с ВВЭР. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. 2009 - 93 с.

18. Герасимов, А.В. Модернизация технологического процесса замены ПГ энергоблоков с ВВЭР-1000. Сборник докладов восьмой международной научно-технической конференции «Безопасность, эффективность и экономика атомной энергетики», Москва, 2012 - 286 с.

19. Гетман, А.Ф. [и др.] Причины повреждений сварных швов №111 ПГВ-1000 и предложения по их устранению. 8-й Международный семинар по горизонтальным парогенераторам, ОКБ «Гидропресс», 19-21 мая 2010 - 173 с.

20. Nuclear Safety Standards Commission (KTA), Verification Analysis for Rupture Preclusion for Pressure Retaining Components in Nuclear Power Plants., Safety Standard KTA 3206, 2014 - 45 с.

21. ГОСТ Р 58328-18. Трубопроводы атомных станций. Концепция «течь перед разрушением». Протокол совещания в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору по проекту ГОСТ Р «Трубопроводы атомных станций. Концепция «течь перед разрушением» за №05/002-05 от 23.11.2018 - 98 с.

22. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. НП- 001-15. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций - 158 с.

23. РБ-152-18. Комментарии к федеральным нормам и правилам «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» (НП-001-15) - 59 с.

24. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Правила контроля основного металла, сварных соединений и наплавленных поверхностей при эксплуатации оборудования, трубопроводов и других элементов атомных станций. НП-084-15 - 316 с.

25. Schulz H. The Evolution of the Break Preclusion Concept for Nuclear Power Plants in Germany. Proceedings of the Seminar on Leak-Before-Break in Reactor Piping and Vessels, October 9-11, 1995, Lyon, France - 521 с.

26. Ададунов, Е.Г. О роли концепций конструкционной целостности трубопроводов и оборудования АС при обосновании безопасности и снижении эксплуатационных издержек. Сборник трудов Десятой международной научно-технической конференции «Безопасность, эффективность и экономика атомной энергетики» (МНТК-2016), г. Москва, май 2016 - 26 с.

27. АО «Концерн Росэнергоатом». Углубленное техническое задание на выполнение работ по теме «Разработка руководства по обоснованию и обеспечению целостности трубопроводов и оборудования КМПЦ и СВБ РУ РБМК-1000 на базе концепций «Течь перед разрушением» и «Исключение разрывов» (утверждено Ю.В.Копьевым, согласовано с АО «НИКИЭТ», АНО МЦЯБ, ООО ИЦД НИКИЭТ, ООО ИЦП МАЭ). Рег.№1532Т309, 2009 - 76 с.

28. АО «Концерн Росэнергоатом». Руководство по обеспечению целостности трубопроводов и оборудования контура многократной принудительной циркуляции и систем, важных для безопасности реакторной установки РБМК-1000. РД ЭО 1.1.2.05.0842-2010 - 171 с.

29. Управление старением конструкций, систем и компонентов реакторной установки с ВВЭР. Методология управления старением КСК, важных для безопасности (авторы: Богачев А.В., Семишкин В.П., Меркун А.В.). Сообщение на 13-й Международной школе-конференции «Новые

материалы – Жизненный цикл материалов: старение и деградация материалов в процессе эксплуатации ЯЭУ» (17 - 21 октября 2016 г., город Москва), 92 с.

30. Аркадов, Г.В. [и др.] Системы диагностирования ВВЭР. М.: «Энергоатомиздат», 2010 - 131 с.

31. Технический отчет «Разработка, изготовление, калибровка и отладка системы комплексного мониторинга целостности металла на основании термо деформационной нагруженности зоны кармана коллектора ПГ и момента развития дефекта в зоне СС №111 на полномасштабном стенде. Разработка технологии выполнения сбора данных системы комплексного мониторинга термо деформационной нагруженности и момента развития трещины (целостности) металла корпуса ПГВ(1000 в зоне сварного шва №111 приварки коллектора теплоносителя первого контура к патрубку Ду 1200», 163 с.

32. «НСУЦ «ЦМиР», Москва, 2011 г. (пункт 2 в списке литературы работы [14]).

НИЦ «Курчатовский институт», ООО «НСУЦ «ЦМиР». Новый подход к обеспечению безопасности элементов сложных технических систем на основе расчетно-экспериментального мониторинга. Сообщение на Заседании Секции № 3.

«Безопасность объектов использования атомной энергии» Научно-технического совета.

Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, Россия, Москва, 26.12.2015 - 80 с.

33. Саунин Ю.В., Создание и развитие методологии физических испытаний систем внутриреакторного контроля ВВЭР. 5-я Международная научно-техническая конференция «Ввод АЭС в эксплуатацию» (23-24 октября 2018 г., г. Москва) - 64 с.