Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U001004

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 21-02-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: наказ ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України від 21.03.2024 № 35

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кандала Степан Михайлович
2. Stepan M. Kandala

Кваліфікація: 132

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 132

Назва наукової спеціальності: Матеріалознавство

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 132 Матеріалознавство

Дата захисту: 06-03-2024

Спеціальність за освітою: Динаміка і міцність машин

Місце роботи здобувача: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

Місцезнаходження: вул. Казимира Малевича, буд. 11, Київ, 03150, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): 3920

Повне найменування юридичної особи: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

Місцезнаходження: вул. Казимира Малевича, буд. 11, Київ, 03150, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

Місцезнаходження: вул. Казимира Малевича, буд. 11, Київ, 03150, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 81.35.13

Тема дисертації:

1. Ресурс елементів внутршньокорпусних пристроїв реактора ВВЕР-1000 з урахуванням залишкових зварювальних напружень

2. Resource of elements of the internal casing devices of the WWER-1000 reactor, taking into account residual welding stresses

Реферат/анотація:

1. В Україні більшість енергоблоків АЕС типу ВВЕР-1000 працюють у понад-проектному режимі. Обґрунтування подовження ресурсу конструкційних елементів реактора ВВЕР-1000, таких як внутрішньо-корпусні пристрої (ВКП), проводиться за допомогою розрахункових методів, а точність розрахунків, задля коректної оцінки терміну безпечної експлуатації енергоблоків, повинна постійно підвищуватися. При подовженні ресурсу експлуатації ВКП найбільш складною і актуальною є проблема радіаційного розпухання конструкційної сталі 08Х18Н10Т, з якої виготовлені конструкційні елементи ВКП. Зокрема через деградацію механічних властивостей матеріалу та прогресуючу формозміну, яка здебільшого викликана радіаційним розпуханням та повзучістю. Згідно нормативних документів і сучасних уявлень механіки руйнування при розрахунковому обґрунтуванні продовження ресурсу відповідальних конструкційних елементів АЕС необхідно враховувати залишкові напруження, пов'язані з технологією виготовлення. Зазвичай, при

розрахунковому обґрунтуванні подовження ресурсу ВКП ВВЕР-1000 залишкові напруження після зварювання і наступної термообробки (ЗТН) не враховують, так як вважається, що їх рівень досить низький та не впливає на НДС конструкції в цілому. Актуальність проблеми: вигородка і внутрішньо-корпусна шахта (ШВК) є елементами внутрішньо-корпусних пристроїв (ВКП), що визначають та обмежують залишковий ресурс реакторів ВВЕР-1000 при подовженні терміну експлуатації. Вплив залишкових технологічних напружень на ресурс елементів ВКП раніше не досліджувався. Метою дослідження є проведення розрахункової оцінки кінетики зміни зазорів між вигородкою, ШВК і ТВЗ, а також міцності (опору крихкому руйнуванню) вигородки реактора ВВЕР-1000 з урахуванням залишкових зварювальних напружень для обґрунтування продовження терміну безпечної експлуатації (до 60 років) в умовах інтенсивного радіаційного опромінення. Об'єктом дослідження є термодеформаційні технологічні процеси виготовлення та експлуатації в умовах інтенсивного радіаційного опромінення елементів конструкцій, що виготовлені з аустенітної сталі 08Х18Н10Т. Предметом дослідження визначено ресурс вигородки та ШВК реактора ВВЕР-1000 в процесі довгострокової експлуатації до 60 років в умовах радіаційного опромінення з урахуванням залишкових технологічних напружень після процесів зварювання та термообробки, пов'язаних з технологією зварювання і післязварювальної термообробки. В першому розділі робота містить результати проведеного аналітичного огляду стану проблеми математичного моделювання напружено-деформованого стану конструкційних елементів обладнання АЕС із аустенітної сталі типу 08Х18Н10Т під час тривалої експлуатації з урахуванням процесів радіаційного розпухання і радіаційної повзучості, визначення залишкових зварних напружень в зоні зварних з'єднань внутрішньокорпусних пристроїв реактора ВВЕР-1000, релаксації залишкових напружень при термообробці, а також огляду розрахункових алгоритмів по оцінці опору крихкому руйнуванню (ОКР) і існуючих результатів з оцінки ОКР у вигородці шахти реактора ВВЕР-1000. Наведено обґрунтування актуальності уточненого визначення залишкових напружень в зоні зварних з'єднань внутрішньокорпусних пристроїв реактора ВВЕР-1000. У другому розділі викладена методика оцінки ресурсу безпечної експлуатації елементів ВКП реактора ВВЕР-1000 на основі визначення напружено-деформованого стану внутрішньокорпусних пристроїв реактора ВВЕР-1000 під час виготовлення та подальшої експлуатації і розрахункової оцінки їх крихкої міцності, та запропоновано нові підходи для оцінки ресурсу ВКП ВВЕР-1000. Запропоновано нову методику введення вхідних даних для гама-розігріву та накопиченої пошкоджуючої дози з використанням параметричних рівнянь. Проведено апробацію сучасних моделей розпухання. У третьому розділі представлені результати дослідження НДС ВКП ВВЕР-1000 в процесі виготовлення та подальшої експлуатації. За результатами математичного моделювання залишкових технологічних напружень отримані поля НДС після зварювання та послідуючої термообробки. Визначено, що під час післязварювальної термообробки за режимом аустенізації (1100°С) зварювальні залишкові напруження релаксують, але за рахунок високої неоднорідності температури по товщині вигородки під час охолодження на повітрі утворюються досить високі залишкові напруження. Розглянуте питання визначення впливу закриття зазору між вигородкою та шахтою на стаціонарне температурне поле вигородки. У четвертому розділі представлені результати дослідження впливу залишкових напружень на формування НДС вигородки під час довгострокової експлуатації енергоблоку ВВЕР-1000 до 60 років з різним рівнем накопиченої пошкоджуючої дози і на ресурс елементів ВКП. Визначено суттєвий вплив залишкових технологічних напружень на результати визначення коефіцієнта інтенсивності напружень в вигородці ВКП, як при нормальних умовах експлуатації так і при аварійній ситуації, що може вплин

2. In Ukraine, most power units of nuclear power plants of the WWER-1000 type operate in an above-design mode. The substantiation of the extension of the resource of the structural elements of the WWER-1000 reactor, such as the Internal Components (IC), is carried out using calculation methods, and the accuracy of the calculations, in order to correctly estimate the period of safe operation of the power units, must be constantly increased. When extending the service life of the IC, the most difficult and urgent problem is the radiation swelling of structural steel 08H18N10T (AISI 316), from which the structural elements of the IC are made. In particular, due to the degradation of the mechanical properties of the material and progressive deformation, which is mostly caused by radiation swelling and creep. According to regulatory documents and modern concepts of fracture mechanics,

when calculating the substantiation of the extension of the resource of the responsible structural elements of the nuclear power plant, it is necessary to take into account the residual stresses associated with the manufacturing technology. Usually, when calculating the substantiation of the life extension of IC, the residual stresses after welding and subsequent heat treatment are not taken into account, as it is considered that their level is quite low and does not affect the stress-strain state (SSS) of the structure as a whole. The relevance of the problem: the baffle and the barrel are elements of the IC that determine and limit the residual resource of the WWER-1000 reactors when the service life is extended. The influence of residual technological stresses on the life of the elements of the IC has not been investigated before. The purpose of the investigate is to carry out a calculated assessment of the kinetics of changes in the clearances between the baffle, barrel and fuel cells, as well as the strength (resistance to brittle failure) of the baffle of the WWER-1000 reactor, taking into account the residual welding stresses to substantiate the extension of the period of safe operation (up to 60 years) under conditions of intense radiation exposure . The object of the investigation is the thermo-deformation technological processes of manufacturing and operation in conditions of intense radiation exposure of structural elements made of austenitic steel 08H18N10T (AISI 316). The subject of the study is the determination of the resource of the baffle and the barrel of the WWER-1000 reactor during long-term operation of up to 60 years under conditions of radiation exposure, taking into account the residual technological stresses after the welding and heat treatment processes associated with the technology of welding and post-weld heat treatment.

Державний реєстраційний номер ДіР: 1.6.2.34.77

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Енергетика та енергоефективність

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Мирзов І.В., Кандала С.М. (2016). Методика параметрического описания входных данных для расчета радиационного распухания ВКУ ВВЭР-1000. Ядерна і радіаційна безпека. №3, 23-27.
- Makhnenko O. V., Kandala S. M., Cherkashin M. V. (2019). Improving the methods for estimating radiation swelling and progressive dimensional changes of the elements of WWER-1000 internals. Yader. Radiats. Bezp. №. 2(82), 38–45.
- Makhnenko O. V., Kandala, S. M., Basistyuk, N.V. (2021). Influence of the heat transfer coefficient on the level of residual stress after heat treatment of the WWER-1000 reactor baffle. Mechanics and Advanced Technologies. №5(2), 254–259.
- Махненко О.В., Кандала С.М., Басистюк Н.Р., Черкашин М.В. (2021). Математичне моделювання залишкових напружень в елементах ВВЕР-1000 після термічної обробки. Автоматичне зварювання. №3, 10-16.
- Махненко О.В., Кандала С.М., Савицька О.М. (2021). Порівняльний аналіз моделей радіаційного розпухання для розрахункового визначення НДС вигородки ВВЕР-1000. Проблеми міцності. № 5, 13-22.
- Махненко О. В., Кандала С. М. (2022). Розрахункова оцінка опору крихкого руйнування вигородки реактора ВВЕР-1000 в процесі експлуатації з урахуванням залишкових технологічних напружень. Технічна діагностика та неруйнівний контроль. № 3, 3-11.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 34/44

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Махненко Олег Володимирович
2. Oleh V. Makhnenko

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 05.03.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8583-0163

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

Місцезнаходження: вул. Казимира Малевича, буд. 11, Київ, 03150, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сенченков Ігор Костянтинович
2. Ihor K. Senchenkov

Кваліфікація: д. ф.-м. н., с.н.с., 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0001-2289-5066

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут механіки ім. С. П. Тимошенка Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417070

Місцезнаходження: вул. П. Нестерова, буд. 3, Київ, 03057, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чирков Олександр Юрійович

2. Oleksandr Y. Chyrkov

Кваліфікація: д. т. н., с.н.с., 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1916-0277

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем міцності імені Г. С. Писаренка Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417319

Місцезнаходження: вул. Садово-Ботанічна, 2, Київ, 01014, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Скульський Валентин Юрійович
2. Valentin Y. Skulskyi

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 05.03.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4766-5355

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

Місцезнаходження: вул. Казимира Малевича, буд. 11, Київ, 03150, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тороп Василь Михайлович
2. Vasyl M. Torop

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 05.02.09

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8807-9811

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

Місцезнаходження: вул. Казимира Малевича, буд. 11, Київ, 03150, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Пащин Микола Олександрович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Пащин Микола Олександрович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Пономарьова Євгенія Юріївна
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна