

СУЧАСТНІ ПІДХОДИ ТА ВИМОГИ ДО МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ГЕРМЕТИЧНОСТІ ОБОЛОНКИ ТЕПЛОВИДІЛЯЮЧОГО ЕЛЕМЕНТУ

Українська інженерно-педагогічна академія

Анотація

Проведено огляд існуючих методів неруйнівного контролю герметичності тепловиділяючих елементів тепловиділяючих збірок ядерного реактору атомної електростанції. Аналіз розглянутих методів контролю показав, що вони побудовані на виявленні відсоткового змісту радіоактивних речовин та інертних газів, які спостерігаються у теплоносії після розгерметизації тепловиділяючого елемента. Встановлено, що досліджувані методи контролю не дозволяють визначити критерії розгерметизації або герметизації оболонки тепловиділяючого елемента. Запропоновано метод контролю пошкодження зовнішньої та внутрішньої структури оболонки тепловиділяючого елемента на основі застосування апарату фрактальної геометрії, який дозволяє зазначити ступінь герметичності тепловиділяючого елемента у режимі реального часу.

Ключові слова. метод контролю герметичності оболонки, розгерметизація тепловиділяючого елемента, критерії стану оболонки.

Abstract

A review of existing methods of non-destructive testing of the tightness of fuel elements of fuel assemblies of a nuclear reactor of a nuclear power plant is carried out. The analysis of the considered control methods showed that they are based on the detection of the percentage of radioactive substances and inert gases that are observed in the coolant after depressurization of the fuel element. It is established that the studied control methods do not allow to determine the criteria of depressurization or sealing of the shell of the fuel element. A method of controlling damage to the outer and inner structure of the shell of the fuel element based on the use of the apparatus of fractal geometry, which allows to indicate the degree of tightness of the fuel element in real time.

Keywords: Method of shell tightness control, depressurization of fuel element, shell condition criteria.

Вступ

Одним з основних параметрів безпеки ядерного реактора (ЯР) атомних електростанції (АЕС), є порушення герметичності оболонок тепловиділяючого елемента (ТВЕЛ), який є основним елементом активної зони ЯР. Як показав аналіз [1-6], сучасні методи контролю не відстежують динаміку процесу пошкодження та руйнування оболонки ТВЕЛ та не визначають критерії розгерметизації оболонки, тому запропоновано метод контролю пошкодження зовнішньої та внутрішньої структури оболонки тепловиділяючого елемента на основі застосування апарату фрактальної геометрії, який дозволяє зазначити ступінь герметичності тепловиділяючого елемента у режимі реального часу. Це є актуальним завданням, що і зумовило вибір напрямку дослідження. [1]

Результати досліджень

Для контролю оболонки ТВЕЛ застосовуються руйнівні та неруйнівні методи контролю [2, 4]. Руйнівні методи в процесі контролю руйнують оболонку ТВЕЛ та застосовуються тільки на виробництві. Тому в роботі були розглянуті неруйнівні методи, які контролюють зовнішню та внутрішню структуру оболонки ТВЕЛів при їх експлуатації. [2, 3]

Капілярні методи засновані на капілярному проникненні крапель індикаторних рідин в порожнині поверхневих дефектів. Капілярна дефектоскопія використовується при моніторингу ТВЕЛ в процесі експлуатації. [2, 3]

Радіографічний метод контролю заснований на здатності рентгенівських променів проникати через метал і впливати на світлочутливу рентгенівську плівку, розташовану зі зворотнього боку

зварного шва, у місцях, де є дефекти контрольованого матеріалу (непровари, пори, тріщини, шлакові включення та ін.) [3]

Радіохвильовий метод полягає в реєстрації змін параметрів електромагнітних хвиль радіодіапазону при взаємодії з оболонкою ТВЕЛ. [4, 5]

Мас-спектрометричний метод заснований на використанні кількості гелію в якості індикаторного газу, що вводиться під оболонку ТВЕЛа, тому з його допомогою можна виявити процес розгерметизації оболонки, по відсотковому змісту у теплоносії перевищуючи норму. [5]

Висновки

1. Розгляну сучасні методи контролю не відстежують динаміку процесу пошкодження та руйнування оболонки ТВЕЛ та не визначають кретирії розгерметизації оболонки.

2. Запропоновано новий перспективний метод контролю пошкодження зовнішньої та внутрішньої структури оболонки тепловиділяючого елемента на основі застосування апарату фрактальної геометрії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Буданов П.Ф., Бровко К. Ю., Хом'як Е. А., Тимошенко О. А. Удосконалення методу контролю оболонки тепловиділяючого елемента для підвищення безпеки ядерного реактора. // Вісник ХПІ. 2020. С. 26 – 31.

[2] Герасимов Д. Г. Разработка технической идеологии построения системы для проверки герметичности теловыделяющих элементов / Д. Г. Герасимов // *Путь науки*. - 2017. - С. 52 - 56.

[3] Кимович Ю. К. Комплексный контроль дефектов внешнего вида ТВЕЛОВ ВВЭР-1000 / Ю. К. Кимович, В. К. Кулешов // *Приборы*. - 2013. - №10. - С. 21 - 25.

[4] Богорад В. И., Литвинская Т. В., Носовский А. В., Слепченко А. Ю. Вопросы контроля герметичности оболочек тепловыделяющих элементов при внедрении новых видов ядерного топлива на АЭС Украины с реакторами ВВЭР-1000 // Государственный научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности. 2014. С. 29 - 30.

[5] Курский А. С., Калыгин В. В., Семидоцкий И. И. Методы контроля герметичности оболочек тепловыделяющих элементов на корпусном кипящем реакторе ВК-50 // Вестник ИГЭУ. 2014. №1. С. 1 - 6.

Хом'як Едуард — аспірант. Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків e-mail: eakhomiak@gmail.com

Буданов Павло — кандидат технічних наук, доцент, кафедра фізики, електротехніки та електроенергетики, Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків.

Бровко Константин — кандидат технічних наук, доцент, кафедра фізики, електротехніки та електроенергетики, Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків.

Кирисов Ігор — аспірант. Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків.

Науковий керівник*: **Буданов Павло Феофанович** — кандидат технічних наук, доцент, кафедра фізики, електротехніки та електроенергетики, Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків.