

Принципи ядерної енергетики: реактори та ядерне паливо

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто основні принципи ядерної енергетики, зокрема роботу ядерних реакторів та використання ядерного палива. Описано типи реакторів (PWR, BWR, CANDU, FBR) та характеристики палива (уран-235, плутоній-239, торій-232). Підкреслено важливість ядерної енергетики як стабільного джерела енергії та необхідність вдосконалення технологій для підвищення безпеки.

Ключові слова: ядерна енергетика, ядерний реактор, ядерне паливо, уран-235, плутоній-239, торій-232, реактори на легкій воді, реактори на швидких нейтронах, тепловиділення, ланцюгова реакція, енергетичні установки.

Вступ

Ядерна енергетика є однією з ключових галузей сучасної енергетики, яка забезпечує значну частку світового виробництва електроенергії. Вона базується на використанні ядерних реакцій, зокрема поділу ядер важких елементів, таких як уран і плутоній, для отримання великої кількості теплової енергії. Ця енергія потім перетворюється на електричну за допомогою традиційних турбінних систем.

Основою ядерної енергетики є ядерні реактори, які забезпечують контрольоване проведення ланцюгової реакції поділу ядер, та ядерне паливо, що використовується для підтримки цієї реакції. Розуміння принципів роботи реакторів та властивостей ядерного палива є ключовим для розвитку ефективних і безпечних енергетичних установок.

Метою цієї доповіді є розгляд основних принципів ядерної енергетики, типів ядерних реакторів та характеристик ядерного палива, що використовується в енергетичних установках.

Результати досліджень

1. Принципи роботи ядерних реакторів:

Основою роботи ядерних реакторів є контрольована ланцюгова реакція поділу ядер. Енергія, що виділяється під час поділу ядра, описується формулою Ейнштейна:

$$E = \Delta m \cdot c^2$$

Де:

E — енергія, що виділяється; Δm — дефект маси (різниця між масою ядра до поділу та сумою мас продуктів поділу); c — швидкість світла у вакуумі ($\approx 3 \cdot 10^8$ м/с).

Ця енергія використовується для нагрівання теплоносія (води, газу або рідкого металу) і подальшого виробництва пари, яка обертає турбіни генераторів.

2. Типи ядерних реакторів:

Реактори на легкій воді (PWR та BWR): Найпоширеніші типи реакторів, які використовують звичайну воду як теплоносій і гальмівний матеріал.

Реактори на важкій воді (CANDU): Використовують важку воду (D_2O), що дозволяє використовувати природний уран без збагачення.

Реактори на швидких нейтронах (FBR): Використовують швидкі нейтрони для поділу ядер плутонію-239. Вони можуть виробляти більше палива, ніж споживають, за рахунок.

Газоохолоджувані реактори (GCR): Використовують газ (наприклад, вуглекислий газ або гелій) як теплоносії.

3. Ядерне паливо:

Уран-235 (U-235): Основний ізоотоп для більшості реакторів. Збагачується до концентрації 3-5% для використання в легководних реакторах.

Плутоній-239 (Pu-239): Використовується в реакторах на швидких нейтронах. Може бути отриманий шляхом переробки відпрацьованого палива.

Торій-232 (Th-232): Альтернативне паливо, яке під час опромінення перетворюється на уран-233, що також є ефективним паливом для реакторів.

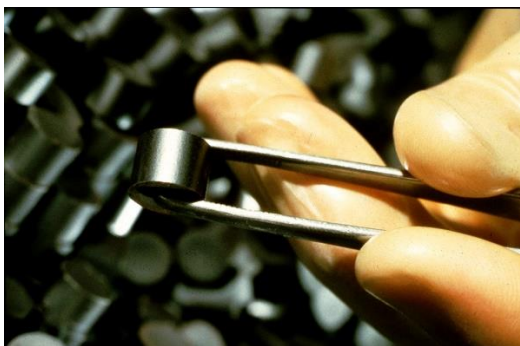


Рис. 1. Гранула ядерного палива

4. Ефективність та безпека:

Дослідження підтвердили, що сучасні реактори мають високу ефективність і рівень безпеки завдяки вдосконаленим системам контролю та аварійного захисту.

Розроблені нові технології, такі як реактори четвертого покоління, які забезпечують ще вищу ефективність, зменшення радіоактивних відходів та підвищення стійкості до аварій.

Висновок

Результати досліджень підтверджують, що ядерна енергетика є ефективним і стабільним джерелом енергії. Вдосконалення технологій реакторів та палива дозволяє підвищити ефективність, зменшити вплив на навколишнє середовище та забезпечити високу безпеку енергетичних установок. Формула $E = \Delta m \cdot c^2$ демонструє фундаментальний принцип виділення енергії під час ядерних реакцій, що є основою ядерної енергетики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Солоненко В. В. Вплив інновацій на розвиток підприємств [Електронний ресурс] / Солоненко В. В., Романюк І. Ю., Лавчук Т. В. // Інфраструктура ринку. – 2020. – №13. – С. 165–170. 2. Бортник Г. Г., Васильківський М. В., Кичак В. М. Методи та засоби підвищення ефективності оцінювання фазового дрижання сигналів у телекомунікаційних системах: Монографія. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 140 с.

Ходорович Данііл Володимирович – студент групи 2КН-246, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний університет, Вінниця, e-mail: lentinzyy@gmail.com

Науковий керівник: *Мартинюк Володимир Валерійович* доцент, кафедри загальної фізики, Вінниця, Вінницький національний технічний університет

Principles of nuclear power: reactors and nuclear fuel

Abstract

The basic principles of nuclear energy, including the operation of nuclear reactors and the use of nuclear fuel, are considered. The types of reactors (PWR, BWR, CANDU, FBR) and fuel characteristics (uranium-235, plutonium-239, thorium-232) are described. The importance of nuclear energy as a stable source of energy and the need to improve technologies to increase safety are emphasized.

Keywords: nuclear energy, nuclear reactor, nuclear fuel, uranium-235, plutonium-239, thorium-232, light water reactors, fast neutron reactors, heat generation, chain reaction, power plants.

Khodorovych Daniil Volodymyrovych - student of group 2KN-24b, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National University, Vinnytsia, e-mail: lentinzy@gmail.com

Supervisor: **Martyniuk Volodymyr Valeriiovych**, Associate Professor, Department of General Physics, Vinnytsia, Vinnytsia National Technical University