

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МАЛИХ МОДУЛЬНИХ РЕАКТОРІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі було проведено аналіз перспектив використання малих модульних реакторів та можливе їх впровадження в Україні.

Ключові слова: малий модульний реактор, атомна електрична станція, енергетичний блок, ядерна енергетика

Abstract

The paper analyzed the prospects for the use of small modular reactors and their possible implementation in Ukraine.

Keywords: small modular reactor, nuclear power plant, power unit, nuclear power

Вступ

В сучасному світі в багатьох країнах обрано курс на декарбонізацію. Ціни на викопне паливо щороку зростають, і останнім часом знову збільшився попит на атомну енергію. Багато науковців визнали атомні електростанції безпечним низьковуглецевим джерелом [1, 2]. Альтернативою старих електроустановок, що використовують викопне паливо, є використання атомних станцій з ядерними реакторами нового покоління.

Протягом семидесяти років ядерна енергетика збільшувала потужності – більше енергоблоків, більше мегаватів. Згодом ускладнювалася й інфраструктура. Паралельно з реакторами для АЕС розробляли реактори для криголамів, підводних човнів, космічних місій та наукових досліджень, завдяки чому згодом почався розвиток атомних станцій малої потужності.

Результати дослідження

У сучасному технологічному світі активно працюють над пошуком рішень для вирішення найважливіших проблем людства. Розробники нових технологій реакторів переконані, що малі модульні реактори (ММР) мають майбутнє в атомній енергетиці, оскільки вони мають численні переваги перед старішими моделями енергоблоків великої потужності. Зараз у всьому світі існує понад 50 проектів реакторів малої потужності, які перебувають на різних етапах розробки [3].

Модульні ядерні реактори (ММР) – це передові енергетичні рішення, що забезпечують потужність до 300 МВт на блок і становлять близько третини генерованої потужності звичайних ядерних реакторів. ММР – це компактні модульні реактори, які генерують значну кількість «чистої» електроенергії.

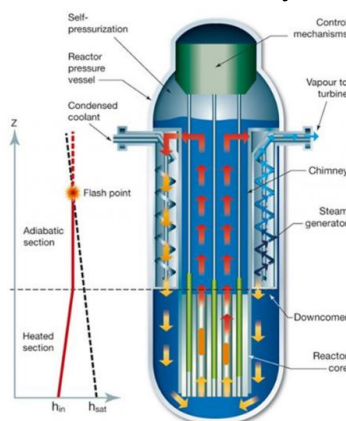


Рис. 1. Малий модульний реактор

Їх компактність полягає в тому, що вони набагато менші за звичайні великі ядерні реактори, в той час як модульність дозволяє зібрати компоненти на заводі і транспортувати їх до місця встановлення єдиним блоком. У малих модульних реакторах використовують енергію поділу ядер для вироблення великої кількості тепла, яке потім перетворюється на електричну енергію (рис. 1) [4].

ММР мають безліч переваг, які пов'язані з їх конструкцією – вони модульні та компактні. Завдяки таким розмірам, їх можна розміщувати в місцях, де великі атомні електростанції не змогли би споруджуватись. Більше того, блоки ММР можна зібрати заздалегідь і

доставити на майданчик, що зменшує час та вартість будівництва порівняно з проектуванням великих атомних реакторів, які часто необхідно спеціально проектувати для конкретних місць, що призводить до затримок у будівництві. ММР також дозволяють економити кошти та час, адже їх можна розгортати поетапно відповідно до зростаючого попиту на енергію [4].

Багато світових країн підтримує розвиток ядерної енергетики і ММР зокрема. Наприклад, Аргентина виробляє 1627 МВт енергії завдяки двом АЕС, одна з яких – двоблокова Атуча з важководними реакторами (Атуча-1 - 335 МВт та Атуча-2 - 692 МВт), розташована у Лімі, а інша - Ембальсе (600 МВт) з таким же типом реактора, знаходиться в Ембальсі. Зараз на майданчику Атуча будується модульний реактор CAREM, що підвищить ефективність виробництва електроенергії [5].

Малий модульний реактор CAREM – спільний проєкт Національної комісії з атомної енергетики Аргентини (CNEA) та компанії INVAP S.E. Розробка реактора мала статус національного проєкту – постачання матеріалів та комплектуючих для станції забезпечували місцеві компанії.

Проєкт базується на використанні інтегрального легководного реактора (LWR), що має електричну потужність 30 МВт та теплову потужність 100 МВт. Серед його ключових особливостей – охолодження активної зони природною циркуляцією, внутрішньокорпусні механізми регулювання стрижнів та акцент на пасивні механізми безпеки. Реактор CAREM мінімізує нестійкі компоненти та ризики взаємодії з навколишнім середовищем зокрема [5]. Слід зазначити, що атомна електростанція з ММР CAREM – це не просто теоретичний проєкт. В даний час, вона знаходиться на етапі будівництва в районі міста Сарат, на півночі провінції Буенос-Айрес, поруч з АЕС Атуча-1, що свідчить про її реальну реалізацію.

Українські енергетики розглядають ідею створення альтернативної енергетичної системи на базі малих модульних реакторів, щоб запобігти російському енергетичному тероризму. Україна вже домовилася з США про будівництво таких реакторів, які можна буде розмістити навіть у важкодоступних місцях. Це звучить досить перспективно, але не можна гарантувати, що підземні малі модульні реактори будуть невразливі для ворожих ракет. І, хоча це стане важливим кроком у забезпеченні енергетичної безпеки країни, це не означає, що українці зможуть позбутися проблем з відключенням електропостачання на довгі періоди часу [5, 6]. ММР і атомні електростанції мають унікальні характеристики з точки зору ефективності, економічності та гнучкості. У той час як ядерні реактори є джерелами енергії, що піддаються диспетчерському управлінню (вони можуть регулювати вироблення електроенергії залежно від попиту на неї), деякі відновлювані джерела енергії, такі як вітер і сонце, є джерелами енергії змінної потужності, які залежать від погоди й часу. ММР можуть бути використані в комплексі з відновлюваними джерелами енергії та підвищувати їх ефективність у рамках гібридної енергетичної системи.

Отже, використання малих модульних реакторів в атомній енергетиці України є перспективним напрямком у розвитку енергетичної галузі. Модульні реактори можуть стати альтернативою тепловим електростанціям, термін служби яких вже закінчується. Звичайно, для цього потрібно й мати відповідну законодавчу базу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2021/12/13/680582/>
2. Копішинська К. О. Сучасний стан та перспективи інноваційного розвитку атомної енергетики України / К. О. Копішинська, І. С. Широкова // Економічний вісник НТУУ «КПІ», 2019. С. 350-359
3. URL: <http://surl.li/gqlku>
4. URL: <http://surl.li/gqlks>
5. URL: <http://surl.li/gqlkp>
6. <https://www.epravda.com.ua/publications/2022/11/18/693990/>

Чорний Вадим Сергійович – студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vad.ttt.999@gmail.com

Ронжин Михайло Михайлович – студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Науковий керівник: **Тептя Віра Володимирівна** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: teptyavira@gmail.com

Chornyi Vadym S. - student, Vinnitsa National Technical University, student of the department of electric power stations and systems; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: vad.ttt.999@gmail.com

Ronzhyn Mykhailo M. - student, Vinnitsa National Technical University, student of the department of electric power stations and systems; Vinnitsa, Ukraine;

Supervisor: **Teptia Vira V.** - Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of the department of electric power stations and systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: teptyavira@gmail.com