

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Карпенко М. А. студент, e-mail: makskarpenkoand@gmail.com

Шевченко В. В. д. т. н., проф., e-mail: zurbagan8454@gmail.com

Національний Технічний Університет «Харківський Політехнічний Інститут»

Актуальність дослідження. Актуальність даного дослідження полягає в тому, що атомна електроенергетика, навіть після захоплення Запорізької АЕС ворогами, є основною в електроенергетиці України. Навить тепер вона забезпечує до 55-57% загального вироблення електроенергії в Україні. Війна поставила нові цілі, в першу чергу, в питаннях забезпечення безпеки атомних станцій, тому що збутися агресивного сусіда ми не маємо можливості. Тому всі перспективні плани розвитку національної електроенергетики повинні враховувати можливість і подальших нападів, і до загальних всесвітніх завдань (збільшення вироблення електроенергії, врахування проблем екології) в Україні слід додати питання значного підвищення безпеки об'єктів електроенергетики.

Тому вважаємо, що огляд та розроблення пропозицій щодо перспективних напрямків розвитку атомної електроенергетики нашої країни є актуальним.

Мета дослідження. Метою дослідження є вироблення пропозицій щодо подальшого розвитку електроенергетики України з урахування необхідності підвищення безпеки об'єктів електроенергетики, що показала війна.

Основні матеріали дослідження. Навить під час війни, як і раніш, електроенергія АЕС найдешевша. По сучасним даним, собівартість виробництва 1 кВт електричної енергії на АЕС України становить 1,7 грн, що в три рази менше за вироблення електроенергії на ТЕС і в сім разів менш за електроенергію, яку можна отримувати від відновлюваних джерел енергії (ВДЕ): від сонячних і вітрових станцій.

У багатьох країнах спробували відмовитися від розвитку атомної енергетики з надією, що її зможуть замінити електростанції, що працюють від ВДЕ. Але досвід США та Німеччини показав, що забезпечити зростаючі потреби в електроенергії населення та промислового виробництва такі станції не можуть. Так, наприклад, в Німеччині станом на 2021 на шести АЕС вироблялось 13,3 % електроенергії в країні. Наприкінці 2021 року були зупинені три станції, а ще три зупинили в квітні 2023 р. І вже восени Німеччина мала проблеми з енергозабезпеченням [1]. Експерти визначають, що використання ядерної енергетики має більше сенсу, ніж її відсутність, тому що безпеку постачання, захист довкілля та клімату, конкурентоспроможність слід розглядати в комплексі. Це приведе до зростання «вугільної» генерації на ТЕС, до збільшення викидів парникових газів.

Деякі європейські країни відмовилися від атомної енергетики раніше. Наприклад, Італія. Незабаром після Чорнобильської аварії Швеція закрила свої АЕС, але вже у 1996 р. відмовилась від такого рішення, і натеper шість АЕС виробляють близько 30 % загального обсягу електроенергії, що потребує країна. Натеper 13 з 27 країн ЄС мають намір використовувати ядерну енергію в найближчі роки і навіть розширювати потужності АЕС: Нідерланди і Польща планують розширювати виробництво електроенергії на АЕС; Бельгія постійно відкладає заплановану поетапну відмову; Франція має 57 реакторів і завжди була провідною країною у атомній галузі, вона планує збільшувати потужність АЕС і вважає атомну енергетику чистою (в порівнянні з вугільною, ТЕС) і головне екологічно нейтральною. Є різні думки, але в цілому можна зробити висновок, що поки не будуть знайдені та, головне, доведені до промислового рівня використання нові потужні, стабільні джерела електроенергії, наприклад, почнеться отримання енергії від термоядерного синтезу (токамаки та/або стеларатори), атомна енергетика буде ще десятиріччя залишатися головним джерелом електроенергії в світі [2]. Недоліки атомної енергетики відомі: це висока вартість, великі об'єми необхідної прісної води, швидке зниження власних запасів урану, – але кожен напрямок розвитку має свої переваги та недоліки.

Визначимо наше бачення, висновки щодо подальшого розвитку електроенергетики країни:

1) атомна енергетика ще десятиріччя буде головним джерелом електроенергії. При цьому право на розвиток, на наукові дослідження мають і інші напрямки. В першу чергу, ВДЕ:

2) Необхідно будувати нові блоки АЕС або нові станції. В першу чергу необхідно продовжувати добудову існуючих блоків АЕС, будівництво яких було зупинене в 1986 році через катастрофу на Чорнобильській АЕС. Це два блоки № 3 та 4 на Хмельницькій АЕС (ХАЕС). Але після зняття урядом України мораторію на будівництво АЕС у 1993 році, будівництво блоків не було відновлено. І тільки 2.04.2024 року уряд схвалив проєкт, щодо добудови 3 та 4 енергоблоків. Добудову веде *Westinghouse Electric Company*. Планується цією ж компанією виконати добудову ще двох блоків на Хмельницькій АЕС.

3) Слід продовжувати будівництво енергоблоків «великої» атомної енергетики, але використовувати новітні досягнення для їхнього створення. І якщо при добудові 3 та 4 блоків ХАЕС на них буде використовуватись обладнання радянського виробництва (імпортування з Болгарії реакторів та допоміжного обладнання), то подальше будівництво повинно використовувати нові досягнення та технології: використовувати реактори нового покоління, не нижче 3+ з подальшим перспективним розвитком вибору реакторів наступних поколінь. Наприклад, реактори AP-1000 компанії *Westinghouse Electric Company*, розглянути можливість

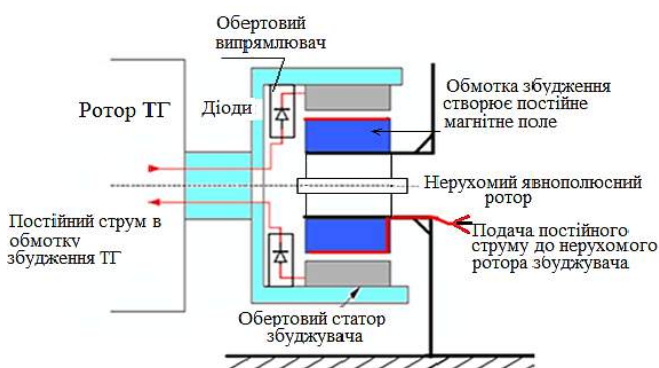


Рисунок SEQ Рисунок * ARABIC 1 – Схема сучасної системи безконтактного збудження турбогенератора

переходу до реакторів на швидких нейтронах, з метою зниження розходу палива та ядерних відходів. Головним обмеженням втілення реакторів на швидких нейтронах можна вважати необхідність створення замкнутого паливного циклу, готовність підприємств з переробки відпрацьованого ядерного палива реакторів на швидких нейтронах, можливість видобування плутонію й виготовлення ядерного палива для реакторів. Необхідно також замінювати тип системи безконтактного збудження (рис. 1) та іншого обладнання.

4) Найбільш прогресивним з точки зору безпеки енергетики України натеper можна вважати побудову міні-АЕС. Це технологія отримання електроенергії від малих модульних реакторів (англ. *Small Modular Reactors – SMR*). Вони «малі», бо їх потужність не перевищує 300 МВт, вони потребують в 10 разів меншу площу, ніж блок великої АЕС, мають значно більший строк експлуатації (по різним оцінкам, до 100 років). І важливо, що міні-АЕС можна майже повністю створити на заводі-виробнику, скоротити строк робіт на місці експлуатації. Міні-АЕС можна повністю заглибити в землю, розосередити по території, що підвищує захист від зовнішнього впливу; її можна будувати біля міст, тож максимально наблизити до споживачів – це дозволяє підвищити надійність. Крім того, реактори *SMR* дешевші за великі реактори. Точна ціна *SMR* поки не відома, але вже відомо, що ціна буде значно менша за ціну будівництва реактора для «великої» АЕС, будівництво якої оцінюється в 10 млрд євро.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Турай Є. Німеччина закриває АЕС. DW, 15.04.2023. URL: <https://www.dw.com/uk/nimeccina-zakrivae-ostanni-aes/a-65240580>

2. Шевченко, В.В. Стала та відновлювана електроенергетика: навч. посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Харків: НТУ «ХПІ», 2024. 443 с. URL: <http://surl.li/popnqb>