

# ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ ДЛЯ ПОБУДОВИ КЛІМАТИЧНО-НЕЙТРАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ ЄВРОПИ

Остапчук О.В., д.т.н., доцент, Лаварько М.А., магістрант  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

**Вступ.** На сьогодні в Україні існує проблема з профіцитом електричної енергії на атомних електростанціях. Стрімкий розвиток екологічно чистої «зеленої енергетики» через актуальність цих видів генерації і державне стимулювання для будівництва, зробили їх найбільш привабливими видами генерації. Однак, згідно положень Стратегії України до 2035 року в сфері енергетики зазначено, що в перспективі атомна енергетика розглядається як одне з найбільш економічно ефективних низьковуглецевих джерел енергії. Відповідно планується подальший розвиток ядерного енергетичного сектору і частка атомної генерації в загальному обсязі виробництва електроенергії тільки зростатиме [1]. Отже в найближчому майбутньому наша держава не тільки не збирається відмовлятися від атомних електричних станцій (АЕС), а навпаки планує нарощувати існуючі потужності. Відомо, що українські АЕС з реакторами великої потужності (зокрема типу ВВЕР), можуть працювати виключно в базовому режимі і набір потужності, наприклад, після аварійної зупинки реактору, складає близько доби [2].

**Мета роботи.** Метою роботи є обґрунтування доцільності вирішення проблеми безперервної роботи АЕС в базовому режимі, за рахунок ефективного використання надлишкової енергії АЕС.

**Матеріали та результати досліджень.** Атомна енергетика України сьогодні представлена 4 атомними електростанціями з 15 блоками, 13 з яких потужністю 1000 МВт і 2 – 440 МВт [3]. Згідно звіту компанії ДП «Енергоатом» недовиробіток електроенергії (ЕЕ) через балансові обмеження (відсутність попиту) за 5 місяців 2020 року склав 2659 млн кВт\*год [4]. З іншого боку, Єврокомісія оголосила про наміри розвитку кліматично-нейтральної економіки до 2030 року, в якій велика увага приділяється водневій енергетиці. З 2020 по 2024 рік у Європейському Союзі планують підтримувати встановлення щонайменше 6 ГВт потужностей для виробництва до одного мільйона тон відновлюваного водню, а з 2025 по 2030 рік "водень повинен стати невід'ємною частиною інтегрованої енергетичної системи" та досягти щонайменше потужності 40 ГВт [5]. Сучасна воднева технологія дозволяє зберігати водень досить тривалий час, він може зберігатися у будь-якому вигляді (зрідженому чи під тиском), що дозволяє використовувати можливості газотранспортної системи України для його транспортування і зберігання [6].

Найбільш ефективним методом виробництва водню є електролізне розкладання води. Хімічне рівняння, що характеризує процес виробництва водню при використанні такої технології, має наступний вигляд



При чому кількість сировини, пропорційна кількості пропущеного електричного струму, отже для організації виробництва водню необхідні дві складових: вода та електричний струм. Характерним недоліком електролізних установок є досить низький ККД, що обмежує їх використання через значну вартість електричної енергії. Рішенням у ситуації, що склалася, є використання енергії АЕС для виробництва водню, про що підписаний меморандум щодо подальшої співпраці у сфері водневих технологій між НАЕК "Енергоатом" і НАК "Нафтогаз України" [7].

Ефективність роботи електролізних установок визначається за методикою [8]. Електролізна установка має свої оптимальні характеристики для найбільшого ККД (рисунок 1).

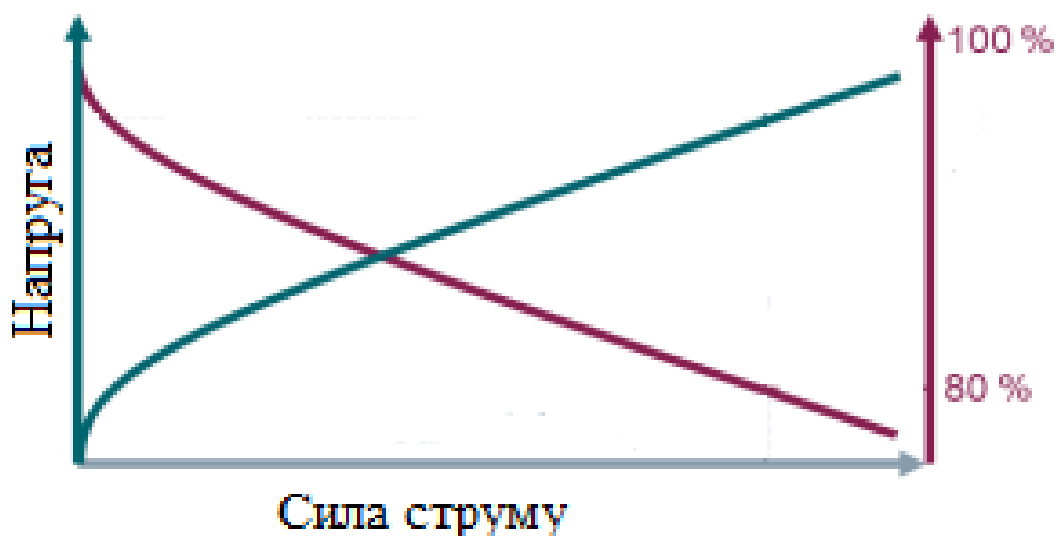


Рисунок 1 –  $U(I)$  характеристика ідеального електролізного пристрою

Однак, в реальних умовах ККД залежить від тиску і температури ще в більшій мірі. З рисунку 2 можна зробити висновок, чим вище температура, тим вище ККД.

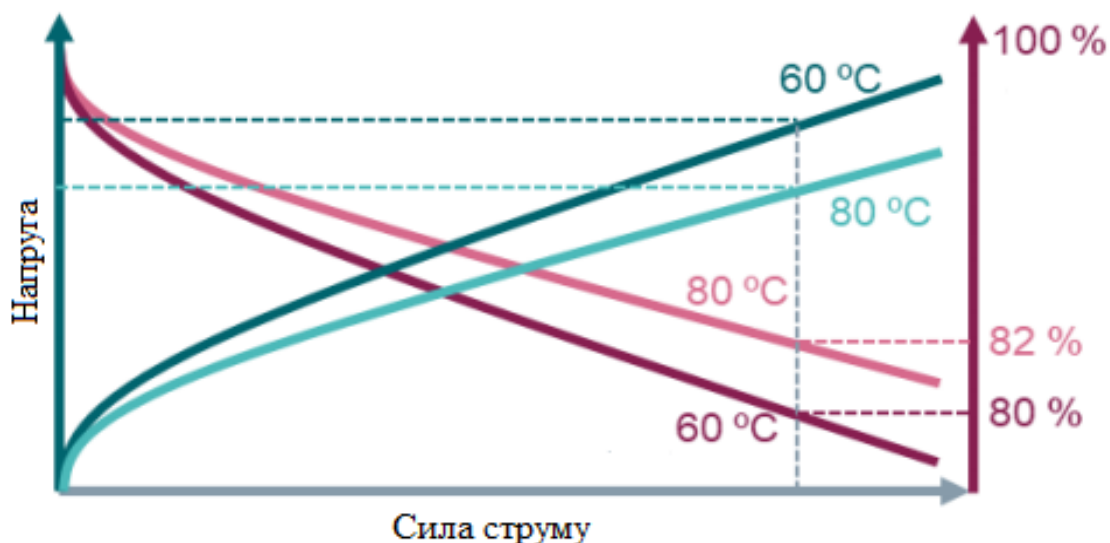


Рисунок 2 – Схема, що показує вплив температури на ККД приладу

Проте через нелінійність характеристики, ці показники змінюються непропорційно. Відповідно при збільшенні потужності, ККД збільшиться у незначній мірі, проте значно зросте ступінь зношення обладнання. Технічно грамотним рішенням у такому випадку буде встановлення не однієї потужної електролізної установки, а кілька невеликих з можливістю їх розвантаження і завантаження групами. На прикладі вітчизняної установки БЕУ-250, з номінальною потужністю 1,25 МВт і продуктивністю по водню – 250 нм<sup>3</sup>/год є економічна доцільність розробки інвестиційного аналізу.

**Висновки.** Залучення атомних електростанцій до виробництва водню має багато переваг. По-перше, це дає можливість не розвантажувати блоки при мінімальних навантаженнях в енергосистемі, в умовах профіциту електроенергії. По-друге, цей проект допоможе Україні мати додатковий прибуток через продаж водню в країни Європейського Союзу, де у майбутньому планується побудова водневої економіки. По-третє, це дасть можливість залучити кошти в модернізацію газотранспортної системи України і використання пропускну здатності на максимум з додаванням водню до природного газу і транспортування їх разом.

#### Перелік посилань

1. Енергетична стратегія України на період до 2035 року. Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358>
2. Киров В., Комарова Я., Душок В., Латий А. Влияние маневренных режимов реакторов ВВЭР-1000 на оболочки ТВЭЛ и КИУМ // Sciences of Europe. 2019. №45-1 (45). Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-manevrennyh-rezhimov-reaktorov-vver-1000-na-obolochki-tvel-i-na-kiuum>
3. Стратегічний план розвитку ДП «НАЕК «ЕНЕРГОАТОМ» на 2020-2024 роки. Режим доступу: <http://www.energoatom.com.ua/ua/about-6/missia-7>
4. Підсумки роботи ДП «НАЕК «ЕНЕРГОАТОМ» за 5 місяців 2020 року. Режим доступу: [http://www.energoatom.com.ua/ua/print\\_page/category/actvts-16/financial-114/itogi\\_za\\_2020\\_god-239](http://www.energoatom.com.ua/ua/print_page/category/actvts-16/financial-114/itogi_za_2020_god-239)
5. До 2030 року у ЄС планують побудувати 40 ГВт потужностей для отримання водню. Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/projects/greendeal/2020/07/8/662726/>
6. Де використовуються водневі технології: перспективи для України. Режим доступу: <https://ecolog-ua.com/news/de-vykorystovuyutsya-vodnevi-tehnologiyi-perspektyvy-dlya-ukrayiny>
7. «Енергоатом» і «Нафтогаз» домовилися про спільну реалізацію водневих проєктів. Режим доступу: <https://ua.interfax.com.ua/news/economic/690112.html>
8. Аминов Р.З., Байрамов А.Н. Оценка эффективности получения водорода на базе внепиковой электроэнергии АЭС. *Альтернативная энергетика и экология (ISJAEЕ)*. 2016;(5-6):59-70. <https://doi.org/10.15518/isjaee.2016.05-06.006>