

Аналіз взаємодії сонячної електростанції для підвищення ефективності роботи Дністровської ГАЕС

<https://doi.org/10.31713/MCIT.2024.019>

Олександр Богуш
Національний університет водного господарства та природокористування
м. Рівне, Україна
o.o.bohush@nuwm.edu.ua

Анотація – Задля оптимізації витрат на електроенергію і зменшення залежності від зовнішніх джерел електроенергії запропоновано встановлення СЕС на верхньому водосховищі Дністровської ГАЕС. Такий підхід дозволить суттєво зекономити енергію мережі та може стати прикладом для інших енергетичних проєктів як в Україні, так і закордоном. Реалізація СЕС на верхньому водосховищі Дністровської ГАЕС – дозволить створити інтеграцію генерації СЕС із системами управління і зберігання енергії на ГАЕС, сприятиме зменшенню вуглецевого сліду та відкриє додаткові можливості для інвестицій.

Ключові слова – гідроагрегат; водосховище; фотоелектричний модуль; ефективність роботи; СЕС; ГАЕС.

I. ВСТУП

Однією з найбільш оптимізованих і енергоефективних електростанцій у світі є ГАЕС. На сьогодні в Україні є чотири ГАЕС. Найбільша в Україні та одна з найбільших в Європі – Дністровська ГАЕС[5]. У своїй роботі вона використовує перепади води між двома водосховищами задля виробництва електроенергії у години пікового навантаження. Вода під час низького попиту споживання перекачується насосами з нижнього водосховища у верхній, а під час пікового навантаження – скидається через турбіни, генеруючи електроенергію. Такий цикл забезпечує стабільну роботу енергосистеми. Однак світові екологічні тенденції стрімко набирають обертів та виникає потреба ще більше збалансувати витрати енергії ГАЕС.

За розрахунками проєктних показників Дністровської ГАЕС станція складатиметься із семи оборотних гідроагрегатів по 324/421 МВт кожний. Загальна потужність становитиме 2268 МВт у генераторному режимі та 2947 МВт – у насосному, що виводить її на перше місце у Європі та на шосте у світі [3]. Це цінні балансуєчі та маневруєчі потужності, які необхідні ОЕС України у процесі інтеграції до європейської енергосистеми «ENTSO-E».

Таким чином гідроакumuлюючі електростанції (ГАЕС) залишаються одними з найважливіших компонентів енергетичної системи, оскільки дозволяють балансувати попит та пропозицію

електроенергії, зберігати її надлишок та компенсувати коливання у виробництві відновлюваних джерел. Дністровська ГАЕС є одним із ключових об'єктів в енергетичній системі України. Однак в умовах переходу до більш сталої енергетики важливо розглянути можливості підвищення її ефективності за рахунок використання альтернативних джерел енергії, таких як сонячні електростанції.

Сонячні електростанції (СЕС) розглядаються як одна з найбільш перспективних альтернатив для доповнення роботи ГАЕС. В умовах великого площевого розташування ГАЕС, включаючи резервуари, можна встановити сонячні панелі для підвищення виробництва електроенергії у періоди пікової сонячної активності.

Мета – об'єднати СЕС і ГАЕС. Сонячна електростанція може виробляти електроенергію вдень, це дозволить оптимізувати роботу ГАЕС у нічний час. Завдяки цьому зменшується залежність від зовнішніх джерел енергії: інтеграція СЕС може знизити потребу в зовнішніх джерелах електроенергії для живлення насосів ГАЕС, (особливо під час перекачування води в денний час), що збільшить загальну енергоефективність усього комплексу ГАЕС. Завдяки такому балансу підвищується енергетична стабільність. За рахунок поєднання гідроакumuлюючих можливостей і сонячної генерації Дністровська ГАЕС може стати більш гнучкою і стабільною у реагуванні на зміни попиту електроенергії. Це у свою чергу може підтримати тенденцію поширення відновлювальних джерел енергії та сталого розвитку, привабити значні світові інвестиції.

II. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження є Дністровська ГАЕС з загальною проєктною потужністю семи агрегатів 2268 МВт у генераторному режимі та 2947 МВт у насосному. Потужність одного агрегату відповідно 324/421 МВт. Річний виробіток електроенергії з тривалістю роботи 4 години на добу одного агрегату 446,66 млн. кВт-год. Річні витрати електроенергії на заряд ГАЕС з тривалістю роботи 4,2 години на добу одного агрегату 587,66 млн. кВт-год [1].

Площа верхньої водойми – 2 550 000 м².

Розглядається випадок можливості встановити плавучі конструкції під фотоелектричні модулі на поверхні верхнього водосховища Дністровської ГАЕС. Це рішення дозволить не тільки генерувати чисту відновлювану електроенергію, але й зменшити випаровування води з поверхні. Такі конструкції передбачають розміщення сонячних панелей на спеціально встановленому плаваючому баласті з поліетилену високої щільності. Крім того, кронштейни мають мати високу корозійну стійкість при умові збереження міцності, що буде підтримувати обладнання у робочому стані протягом тривалого часу [2,4].

Самі фотоелектричні модулі мають мати ступінь захисту IP 68, тобто повний захист від пилу та герметичність при зануренні у воду на глибину до 1,5 метра до 30 хвилин. Цим вимогам відповідають більшість виробників фотоелектричних модулів. Таким чином, розглядається використання фотоелектричних модулів Longi Solar LR5-72НТН 580Wt піковою потужністю 0,58 кВт. Моделювання генерації СЕС здійснювалося з використанням програми Smart Design 2.0.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для аналізу було обрано варіант роботи сонячної електростанції, як допоміжного джерела живлення до вже існуючої мережі. Оскільки це є більше економічно доцільним ніж встановлення дороговартісного акумулятора-накопичувача, який забезпечить стабільність живлення для гідроагрегатів. З розрахунку корисної площі дзеркала водосховища і площі ФЕМ було здійснено розрахунок кількості і потужності системи СЕС.

Для досягнення максимальної потужності з 1 м² площі ми вибрали сонячні панелі n-типу фірми виробника Longi Solar LR5-72НТН, потужністю 580 Вт, що дозволить отримати загальну потужність сонячного масиву фотомодулів 279 МВт/год. Також з розрахунків у програмному забезпеченні Smart Design 1.0 ми отримуємо і показники річної генерації СЕС на 294,12 млн. кВт-год.

Проаналізувавши отримані дані ми дійшли висновку, що дану потужність масиву фотомодулів, теоретично можна розмістити на поверхні верхнього водосховища Дністровської ГАЕС. Цього буде достатньо, щоб покрити 7,15% річних витрат електроенергії у насосному режимі при досягненні проектної потужності ГАЕС, 12,51 % річних витрат електроенергії у насосному режимі при існуючій потужності 4 агрегатів ГАЕС, або 50,05% річних витрат електроенергії у насосному режимі 1 агрегату ГАЕС.

IV. ВИСНОВКИ

Інтеграція сонячної електростанції у комплекс Дністровської ГАЕС має низку економічних та екологічних переваг. По-перше, це зниження операційних витрат. Використання сонячної енергії

для забезпечення роботи насосів ГАЕС може зменшити споживання електроенергії з зовнішніх джерел, знизивши експлуатаційні витрати. По-друге, це зменшення вуглецевого сліду. Інтеграція відновлюваних джерел енергії, таких як СЕС, дозволить зменшити викиди вуглекислого газу та зробити енергосистему більш екологічною. По-третє, це додаткові можливості для інвестицій. Модернізація станції із впровадженням СЕС може залучити додаткові інвестиції у відновлювані джерела енергії. По-четверте, це можливість інфраструктурної інтеграції. Є можливість створити інфраструктуру для поєднання генерації СЕС із системами управління і зберігання енергії на ГАЕС. Це забезпечить гнучкість у використанні обох джерел енергії. По-п'яте, це оптимізація балансування енергосистеми. Інтегровані алгоритми управління потоками енергії з ГАЕС і СЕС дозволять краще прогнозувати пікові навантаження і відповідно регулювати генерацію.

Отже, такий інноваційний підхід до використання відновлюваних джерел енергії у поєднанні з існуючими гідроакумулюючими технологіями може стати прикладом для інших енергетичних проектів як в Україні, так і закордоном. Проте для того, щоб повністю забезпечити Дністровську ГАЕС енергією для перекачування води за рахунок сонячних електростанцій, потрібно встановити набагато потужнішу СЕС. З огляду на це покриття всієї потреби за допомогою СЕС не є доцільним без оптимізації та поєднання з іншими джерелами енергії. Зате, інтеграція СЕС як додаткового джерела енергії може значно зменшити використання традиційних джерел енергії, але для повного покриття потреби в енергії для перекачування знадобиться колосальна площа для встановлення панелей. Найоптимальніший варіант – часткова інтеграція СЕС.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Сук С. П. СУЧАСНІ ВИМОГИ З ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ДНІСТРОВСЬКОЇ ГАЕС. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Випуск 2(62) 2013 р. Серія «Технічні науки»
- [2] Floating Solar Panels Market [Online] Available: <https://avenston.com/articles/floating-solar-farms/>
- [3] Дністровська ГАЕС: грандіозне будівництво для сталого енергетичного майбутнього [Online] Available: https://uhe.gov.ua/media_tsentr/novyny/dnistrovska-gaes-grandiozne-budivnictvo-dlya-stalogo-energetichnogo-maybutnogo
- [4] Floating Solar Panels Systemi [Online] Available: <https://ua.dsissolar.com/info/floating-solar-panels-67048937.html>
- [5] Гідроенергетика є найбільшим джерелом відновлюваної енергії у світі [Online] Available: https://uhe.gov.ua/media_tsentr/novyny/hydroenerhetyka-ye-naybilshym-dzherelom-vidnovlyuvanoyi-enerhiyi-u-sviti