

УДК 621.311

Віталій Бабак, д-р техн. наук, професор, <https://orcid.org/0000-0002-9066-4307>
Інститут загальної енергетики НАН України, вул. Антоновича, 172, м. Київ, 03150, Україна
e-mail: vdoe@ukr.net

ПОДОЛАННЯ ЗБИТКОВОСТІ ЕНЕРГОСИСТЕМИ ТА ЕНЕРГОРИНКУ В ПЕРІОД ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

Ключові слова: енергосистема, енергоринок, відновлювані джерела енергії, електротепловий генератор.

Мета роботи. Створення принципово нової структури електротеплової системи, що об'єднує ОЕС України та системи централізованого теплопостачання шляхом електрифікації теплопостачання через використання енергії автономних ВДЕ, та організація структури самодостатньої розподіленої генерації.

Результати роботи. Феноменологічними засадами науково-технічного поступу в енергетиці нового століття є пріоритетний розвиток технологій відновлюваної енергетики (ВДЕ), перш за все вітрових (ВЕС) і сонячних електростанцій (СЕС) у структурі генеруючих потужностей енергосистем. Цей процес досить довго розвивався практично без урахування двох важливих факторів: 1) ВЕС та СЕС є джерелами із нульовою гарантованою потужністю; 2) за своєю технологічною природою ВЕС та СЕС не можуть забезпечувати нормовану стабільність частоти та потужності електроенергії, яку вони постачають в енергосистему.

Аналіз енергоекономічних показників функціонування ОЕС України, у структурі якої використовуються великі потужності ВЕС та СЕС, показав, що держава в особі Енергоринку в поточному стані вже несе, а в майбутньому буде нести ще більші збитки, обсяги яких неможливо компенсувати прибутками інших секторів економіки. Саме тому актуальним завданням є розроблення концептуально іншого підходу до принципів використання енергії ВЕС і СЕС, який би сприяв вирішенню загальнонаціональної проблеми забезпечення надійності та енергетичної безпеки України.

В Інституті загальної енергетики НАН України пропонується синтезувати електрично-теплову енергосистему, що генерує як електричну, так і теплову енергію у обсягах, що не менші за ті, які генерували ОЕС та системи централізованого теплопостачання (СЦТ) в ізольованих режимах [1]. При цьому СЕС і ВЕС, формально (юридично) знаходячись у складі ОЕС, фізично і функціонально виведені із її структури і утворюють власну автономну підсистему ОЕС (підсистему електричного теплопостачання). Споживачами цієї підсистеми є виключно електричні теплові котли великої потужності, теплова енергія від яких надходить у СЦТ. Такий підхід до побудови структури використання енергії СЕС та ВЕС можливий тому, що електродвигуни є малочутливими до зміни частоти, можуть приймати енергію із широким спектром, при цьому тепло генерується на основі принципу суперпозиції, коли генерується й інтегрується теплова енергія, яку має кожна гармоніка у повному спектрі. Завдяки такій схемі (використовується повний спектр частот) зникає дуже дороговартісна стаття витрат на стабілізацію частоти. Ще одна проблема, а саме, капіталоємна стаття витрат у сукупності видатків на використання енергії ВДЕ – витрати на резервні джерела енергії, вирішується шляхом вибору споживача теплової енергії, яку генерує електродвигун. Таким ідеальним споживачем є СЦТ. Проектною і експлуатаційною особливістю СЦТ є те, що з метою мінімізації загальних витрат у системі реалізується температурний графік із максимальною температурою води 120 °С та мінімальною – 70 °С. Це надає можливість організувати покриття цього графіка таким чином, щоб зона між максимальною та мінімальною температурами 120 °С та 70 °С забезпечувалась енергією СЕС та ВЕС, а базова зона до 70 °С – енергією АЕС. Цих двох операцій достатньо, щоб при такому менеджменті в ОЕС

економічні показники діяльності ВДЕ не погіршувалися. Окрім того, з'являється низка енергоекономічних факторів, які спільно із уже наведеними забезпечують високу рентабельність СЦТ.

Доведено, що створення запропонованої моделі використання електроенергії ВЕС та СЕС дозволить знизити витрати на підтримання частоти та балансування ринку, енергоринок позбавляється збитків обсягом 10 млрд дол. США щорічно; вивільняються 7,28 млрд куб. м природного газу, що є значним внеском в енергетичну безпеку країни; на 38 млн т в еквіваленті CO₂ скорочуються викиди вуглекислого газу, що забезпечить новій СЦТ високу економічну ефективність із терміном окупності капіталу біля року. Тариф на теплову енергію у новій системі електротеплопостачання може бути зменшеним у 4 рази порівняно із тарифом, що діяв у СЦТ «Укртеплоенерго» у 2021 р., що забезпечить зростання попиту на тепло, що постачається через СЦТ, із подальшим підвищенням їх економічності.

Усі традиційні електростанції працюють на умовах самодостатності, тобто, усі витрати, що електростанція здійснює під час своєї роботи (освітлення, вентиляція, подача води, вугільні млини, забезпечення стабільності частоти і потужності тощо), покриваються самою електростанцією. Українські електростанції ВЕС / СЕС законодавчо звільнені від обов'язку компенсувати найбільш вагомі із зазначених витрат. Принцип організації самодостатніх ВЕС / СЕС очевидний – встановити зобов'язання щодо компенсацій витрат на власні потреби із аналогічними вимогами до традиційних електростанцій. В Інституті запропоновано новий принцип самодостатності функціонування ВЕС / СЕС [2], що досягається за рахунок введення в їх структуру системи накопичення енергії; розроблено комплекс математичних і програмно-інформаційних засобів визначення енергії ВЕС та СЕС з використанням миттєвих значень їх потужності, обсягів заряду, розряду акумуляційної системи, необхідної її ємності тощо. Дослідження енергоекономічних показників крупної реальної ОЕС із потужною підсистемою ВЕС показало, що термін окупності проєкту становить менше одного року, що свідчить про високу конкурентоздатність самодостатніх ВЕС і СЕС.

Висновки. Проведений системний аналіз ефективності функціонування сонячних і вітрових електростанцій у складі ОЕС України надає можливість запропонувати реалізувати інший принцип організації використання енергії СЕС і ВЕС разом із традиційними джерелами енергії. Згідно з ним споживачем енергії СЕС чи ВЕС є електричний генератор теплоти (електрокотел). Такий теплогенератор допускає використання електричної енергії, у якій частота може змінюватися у досить широкому діапазоні, зокрема він може використовувати енергію СЕС і ВЕС у первинному вигляді, коли енергія має широкий спектр частот. Згідно з таким принципом потреба у стабілізації частоти зникає.

Посилання

1. Babak V.P., Kulyk M.M. Increasing the Efficiency and Security of Integrated Power System Operation Through Heat Supply Electrification in Ukraine. *Science and Innovation*. 2023. Vol. 19. No. 5. P. 100—116. <https://doi.org/10.15407/scine19.05.100>
2. Hotra O., Kulyk M., Babak V., Kovtun S., Zgurovets O., Mroczka J., Kisała P. Organisation of the structure and functioning of self-sufficient distributed power generation. *Energies*. 2024. Vol. 17. Iss. 1. 27. <https://doi.org/10.3390/en17010027>

OVERCOMING THE LOSSES OF THE ENERGY SYSTEM AND THE ENERGY MARKET DURING THE RECOVERY PERIOD OF UKRAINE

Vitalii Babak, Dr. Sci. (Engin.), Professor, <https://orcid.org/0000-0002-9066-4307>
General Energy Institute of NAS of Ukraine, 172, Antonovycha St., Kyiv, 03150, Ukraine
e-mail: vdoe@ukr.net

Abstract. *The work examines a conceptual approach to creating a fundamentally new structure of an electric-heat system that unites the UES of Ukraine and the system of centralized heat supply by electrification of heat supply using energy from autonomous renewable energy sources and the organization of a structure of self-sufficient distributed generation.*

Keywords: energy system, energy market, renewable energy sources, electric heat generator.