

ПОКРИТТЯ НЕРІВНОМІРНОСТІ ГЕНЕРУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В БАЛАНСІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація:

У даній роботі досліджено засоби, що допомагають вирішити проблему з нерівномірністю генерування ВДЕ, а як наслідок зберегти баланс електроенергії в ЕЕС.

Ключові слова: електроенергетична система, ВДЕ, небаланс, генерування.

Abstract:

This paper investigates the tools that help solve the problem of uneven generation of RES, and as a consequence to maintain the balance of electricity in the power system.

Keywords: power system, RES, imbalance, generation.

Вступ

В залежності від того, чи виконується підтримка балансу потужності в ЕЕС, має місце проблема відповідності якості електричної енергії, а саме відхилення напруги і частоти струму від номінальних значень. В ЕЕС з даною метою формуються особливі маневрені потужності задача яких автоматично системами первинного і вторинного регулювання підтримувати баланс між генерування та споживанням електроенергії. Рівень потужності резерву розраховується таким чином, аби виконати забезпечення статичною та динамічною стійкістю ЕЕС, а споживачів, в свою чергу, якісною електроенергією[1]. Однією з перепон на шляху до збільшення об'ємів потужності ВДЕ, також є рівень резервної потужності, зачасту його стає недостатньо, оскільки він є дороговартісним, а тому використовують інші методи підтримки балансу, а саме – обмеження генерування вже існуючих ВДЕ[1-2].

Основна частина

Найрозповсюдженішим варіантом резервування небалансу є застосування ГЕС, ФЕС та ВЕС в парі, навіть враховуючи, що всі вони не володіють сталим прогнозом генерації. Розглядаючи експлуатацію ФЕС як частину балансуєної групи, то існує можливість використання ГЕС групою для компенсації тієї або іншої ФЕС. Можна сказати, що експлуатація ФЕС є доцільнішою в складі балансуєної групи, оскільки включає певні переваги, а саме: з групи ГЕС, проаналізувавши кожен за рівнем впливу, можна обрати саме ту ГЕС регулювання якої принесе найбільший вплив і дасть можливість компенсувати похибку прогнозування заданої ФЕС.

Така можливість є неабияк актуальною для України сьогодні, оскільки по причині зміни клімату, для нашої території стали характерними такі явища як: посухи та обміління річок в деяких регіонах, де встановлені малі ГЕС. Така ситуація вимагає пошуку нових засобів компенсації нерівномірності генерування ВДЕ, вирішити це питання дають такі технології як: водневі технології і біогазові установки[3].

Додатковою проблемою для ФЕС і ВЕС є їх залежність від метеорологічних факторів, що мають стохастичний характер. Вплив невідповідного рівня технічного обладнання різко ставить під загрозу режимну та балансову надійність ЕЕС. Відносно вирівнювання нерівномірності графіка генерування ВДЕ дає можливість частково підтримати баланс електроенергії в ЕЕС. З даною метою актуальним питанням є використання сучасних технологій, тобто застосування інших типів ВДЕ та акумулювання електроенергії.

Застосування водневих технологій як метод покращення енергоефективності ВДЕ задля балансування режимів ЕЕС зайняли своє місце у світовій практиці. США, Китай та інші розвинуті країни активно розпочали використовувати водень як джерело електроенергії, застосування отримало місце не лише в електроенергетиці, а й у інших сферах, таких як: транспорт та теплоенергетика [3]. В основі безлічі досліджень лежить ідея розробки установок, технологій отримання та зберігання водню [3-4] та особливостей їх інтегрування в ЕЕС з ВДЕ [1-4]. Основною

передумовою тут є те, що водневі технології дають змогу вирішити проблеми електроенергетичної галузі в цілому (рис. 1).

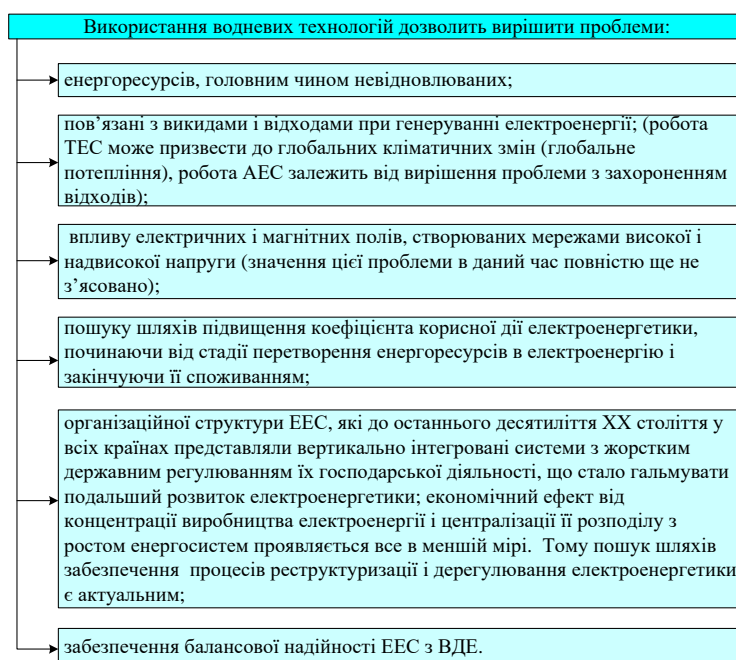


Рисунок 1 - Проблеми електроенергетики, які можна вирішити шляхом використання водневих технологій [4]

Розв'язок цих проблем мають багато шляхів до реалізації, один з основних є розвиток ВДЕ, таких як вітро-, сонячна - і гідроенергетика, а також атомної енергетики. Нажаль, ці джерела мають особливу прив'язку до місцевості, а тому не дозволяють вирішити завдання забезпечення електроенергією великі промислові виробництва, електротранспорт, тощо[5].

Водневі ж технології задовольняють світові тенденції щодо автономного та локального споживання, додатково вони є також екологічним, лише хоча б тому що, дозволяють генерувати стільки електроенергії, скільки необхідно споживачеві, і використовувати її з меншими втратами електроенергії ніж при централізованому живленні[7-8].

Прийнята Україною Дорожня карта розвитку водневих технологій, що розрахована на період до 2035 року, описує використання водню як екологічного енергоносія [5]. На сьогодні, розвитку набуває використання суміші Брауна (Brown's gas (ННО gas)), яка є більш ефективною з точки зору теплоутворення [7]. Додатково, воднева енергетика має перевагу з точки зору різноманітності способів отримання водню, оскільки з її використанням підвищується енергетична безпека та знижується залежність від деяких видів сировини.

До них відносяться: парова конверсія метану і природного газу, газифікація вугілля, електроліз води, піроліз, часткове окислення, біотехнології. Всі методи отримання водню можна розділити на промислові та лабораторні[6].

Ще одним видом покриття нерівності є БГУ. Біогазові установки дозволяють зменшити похибку прогнозування для ВДЕ, якщо їх використовувати в якості балансирів.

Такі технології на сьогодні поділяються на декілька категорій, а саме 2.

1) «Традиційне». Використання біомаси із традиційним походженням, тобто: деревина, тваринні відходи та ін.

2) «Сучасні». Виробляються із рідкого біопалива, сировиною для якого є рослини, виробництво біогазу, що отриманий в результаті анаеробного перетворення залишків життєдіяльності тварин; системи опалення на деревних пелетах та інші [5]

На сьогодні майже 75% від світового використання ВДЕ пов'язане із традиційним використанням біомаси. Ще у 2015 році біоенергія становила 10% від кінцевого споживання енергії, що складає 1,9% світового виробництва електроенергії. Такий вид палива є надзвичайно актуальним для густонаселених районів нашої планети таких як: Китай, Бразилія, Індія. В свою чергу біогаз має великий потенціал для збільшення енергоефективності ВДЕ.

Додатково біогазові установки дають можливість боротися із актуальними проблемами сучасності, зокрема зі збільшенням рівня органічних відходів, що напряму залежить від збільшення

рівня населення, а також із тенденцією до зменшення викидів CO₂, що дає можливість перетворити відходи у цінний відновлювальний енергетичний ресурс. За рахунок особливостей виробництва електроенергії, біо сировина є таким собі акумулятором електроенергії, оскільки задовольняє вимоги щодо повторного використання ресурсів та утилізації відходів. На додачу, це також є шляхом для закриття постійно зростаючого попиту на енергетичні послуги балансування.

За даними IRENA популярність біоенергетичних установок які генерують електроенергію з рідкого біопалива, комунальних відходів, біогазу, твердого біопалива постійно зростає (рис. 2).[7-9]

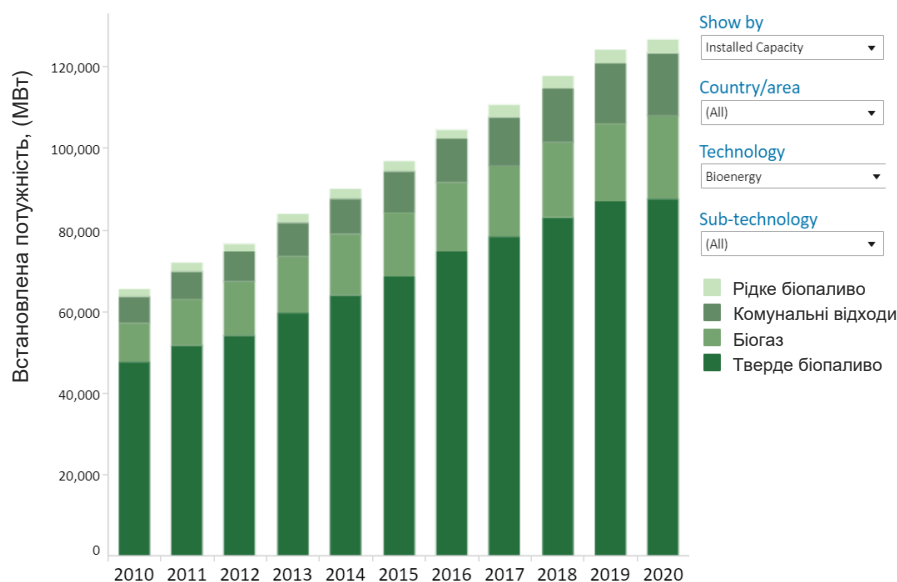


Рисунок 2 - Зміна встановленої потужності енергетичних установок, які генерують електроенергію з рідкого біопалива, комунальних відходів, біогазу, твердого біопалива в світі

Висновок

ВЕС та ФЕС останній час активно збільшують свої потужності, що є гарною тенденцією, але разом із тим, через нерівномірність їх графіка генерування, формує низку задач, які зобов'язують забезпечувати надійну та стабільну роботу електричних мереж з ВДЕ, та додатково і підвищення рівня енергоефективності самих ВДЕ.[6-8]

Помітної перспективи у цьому питанні формують малі ГЕС, які завдяки вдосконаленню їх конструкції та оптимізації керування дають можливість підтримувати баланс. Аналізуючи дані експериментів та розрахункові показники кореляції генерування міні-ГЕС, можна зробити висновок, що генерація ГЕС не залежить від метеорологічних параметрів, а через це може використовуватися для компенсації нестійкого генерування ФЕС та ФЕС.

Використання когенераційних установок на біогазі обіцяє наблизити поточне споживання або графіки генерації до заявленого від системного оператора розподілу електроенергії. Досвід показує, що когенераційні установки є особливо корисними в місцевих електроенергетичних системах, де, окрім об'єктів споживання електроенергії, існують різні типи ВДЕ і виробляється достатня кількість біогазу, щоб збалансувати режим ЛЕС. Незалежно від погодних умов когенераційні установки можуть брати участь як у внутрішньому балансуванні електроенергії в ЛЕС, так і в балансуванні електроенергії в ОЕС у складі балансувальної групи[9].

Якщо в енергосистемі з ВДЕ виникає проблема збалансування її режимів, то виникає проблема підбору резервних джерел електроенергії. Це можуть бути водневі технології, біогаз, вироблений на електростанціях, системні резерви у вигляді теплових електростанцій та гідроелектростанцій. Виникає необхідність вибору оптимальної комбінації методів виділення ВДЕ. Для цього необхідно розробити метод оцінки та порівняння методів резервування ВДЕ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Журахівський А. В., Казанський С. В., Матеєнко Ю. П., Пастух О. Р. Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського: Вид-во «Політехніка». 2017. 457 с.

2. Renewable Energy Generation and Impacts on E-Mobility / Sree Lakshmi G., O. Rubanenko, Hunko I. Journal of Physics: Conference Series, 2020, Vol. 1457. URL:<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1457/1/012009/meta> (дата звернення: 16.03.2021).
3. Chapter 1 – The Role of Hydrogen Energy: Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats. Ren J., Gao S., Liang H., Tan S., L. Dong, Hydrogen Economy, A. Scipioni, A. Manzardo, and J. Ren, Eds.: Academic Press, 2017, P. 1-33.
4. Chapter 23 – The Role of Fuel Cells and Hydrogen in Stationary Applications. Volkart K., Densing M., De Miglio R., Priem T., Pye S., Cox B. Europe's Energy Transition. M. Welsch et al., Eds.: Academic Press, 2017. P. 189 – 205.
5. Chapter 11 – PEM Electrolyzers and PEM Regenerative Fuel Cells Industrial View. Mittelstaedt C., Norman T., Rich M., Willey J. Electrochemical Energy Storage for Renewable Sources and Grid Balancing, Moseley P. T. and Garche J., Eds. Amsterdam: Elsevier, 2015. P. 159 –181.
6. Abe J. O., Popoola A. P. I., Ajenifuja E., Popoola O. M. Hydrogen energy, economy and storage: Review and recommendation. International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 44, No. 29, P. 15072 – 15086.
7. Hydrogen-based uninterruptible power supply. Varkaraki E., Lymberopoulos N., Zoulias E., Guichardot D., Poli G. International Journal of Hydrogen Energy, 2007. Vol. 32, P. 1589 – 1596.
8. Chapter 14 - Electric Conditioning and Efficiency of Hydrogen Production Systems and Their Integration with Renewable Energies. Ursúa A., Sanchis P., Marroyo L. Renewable Hydrogen Technologies, Eds. Amsterdam: Elsevier, 2013, P. 333 – 360.
9. A Multiscale Energy Systems Engineering Approach for Renewable Power Generation and Storage Optimization. Demirhan C. D., Tso W. W., Powell J. B., Heuberger C. F., Pistikopoulos E. N., Industrial & Engineering Chemistry Research. 2020. Vol. 59, No. 16, P. 7706 – 7721.

Повстянко Катерина Олександрівна —інженер I категорії, Відділ оперативного управління, НЕК «Укренерго», Вінниця, e-mail: ekaterina.povstyanko@gmail.com

Затхей Максим Вікторович - аспірант, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: maxzathey@gmail.com

Povstianko Kateryna O. - engineer of the 1st category, department of operational management, NPC «Ukrenergo», Vinnytsia, e-mail: ekaterina.povstyanko@gmail.com

Zathey Maksym V. - student, Department of Electricity, Electromechanics and Electrical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: maxzathey@gmail.com