

## ГЕНЕРАЦІЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ВІТРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ

Головко В. М., д.т.н., проф., e-mail: [golovkovm@ukr.net](mailto:golovkovm@ukr.net)Міхалін В. І., аспірант, e-mail: [mikhalin.vladyslav@iit.kpi.ua](mailto:mikhalin.vladyslav@iit.kpi.ua)

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

**Актуальність дослідження.** Відновлювана енергетика впевнено зміцнює свої позиції стосовно світового розподілу енергетичних потужностей. Вартість відновлюваної енергії в деяких країнах зменшилась до менш ніж 3 центів за кВт · год, що менше, ніж собівартість викопного палива (від 5 до 9 центів за кВт · год. Однак такі відновлювані джерела енергії, як вітер і сонячна енергія потребують стабілізації потужності через їх стохастичність генерації [1]. Поки що це питання вирішується шляхом розвитку електромереж та балансуванням потужності, яке забезпечують теплові електростанції. Однак дуже скоро цього може не вистачати для підтримання стабільної роботи відновлюваної генерації. Дослідження [2] показали, що акумулювання теплової енергії є найбільш економічним способом стабілізації електромережі навіть враховуючи те, що ефективність перетворення теплової енергії в електричну є нижчою, ніж ефективність електричних акумуляторів. Компанія Siemens розробляє власну технологію теплового акумулювання енергії вітрогенерації [3].

**Мета досліджень.** Аналіз можливостей теплового акумулювання енергії з вітрових електростанцій за допомогою індукційного нагрівання теплоносія для подальшого його використання у періоди підвищеного попиту на електричну енергію.

**Основні матеріали досліджень.** Існує два типових методи перетворення електричної енергії в теплову для подальшого зберігання. Перший передбачає використання електронагрівача. Цей метод може бути застосований із будь-яким джерелом відновлюваної енергії, що має стохастичний характер генерації. Другий метод – нова система під назвою WTES (Wind powered thermal energy systems) показанf на рисунку 1 [2]. Енергія вітру перетворюється в теплову на вершині вітряка за допомогою індукційного нагрівання. Решта системи є такою ж, як система концентрованої сонячної енергії. Ліва частина системи на рисунку 1 залежить від швидкості вітру, тоді як права сторона генерує електроенергію лише при виникненні потреби.

Вартість будівництва вітроенергетичної системи напряму залежить від маси вітроагрегата. Прямопривідна установка має переваги над редукторною, головні з яких – простота, надійність в експлуатації та низька вартість обслуговування через меншу кількість вузлів. Коефіцієнт корисної дії прямого приводу набагато вищий, ніж у редукторної системи, оскільки. Проте маса прямопривідного вітрогенератора потужністю 2 МВт може перевищує 100 тонн і, отже в результаті вартість установки також буде дуже високою через необхідність будівництва міцної вежі. Індукційний теплогенератор, який використовується для WTES можна зробити набагато легшим, ніж електричний генератор, оскільки його конструкція значно простіша.

Теплова енергія, що виробляється на вершині вежі, передається до резервуару завдяки циркуляційного насоса. Нагрітий теплоносій зберігається в теплоізольованій ємності і відбирається відповідно до попиту на виробництво електроенергії за допомогою парової турбіни. Така технологія циркуляції теплоносія на висоту понад 100 метрів вже успішно використовується в промислових масштабах. Розглядається навіть вітротурбіна з висотою башти 275 метрів [4]. WTES легко поєднувати з іншими тепловими установками, такими як концентруючі геліоустановки, геотермальні електростанції та установки, які спалюють біогаз.

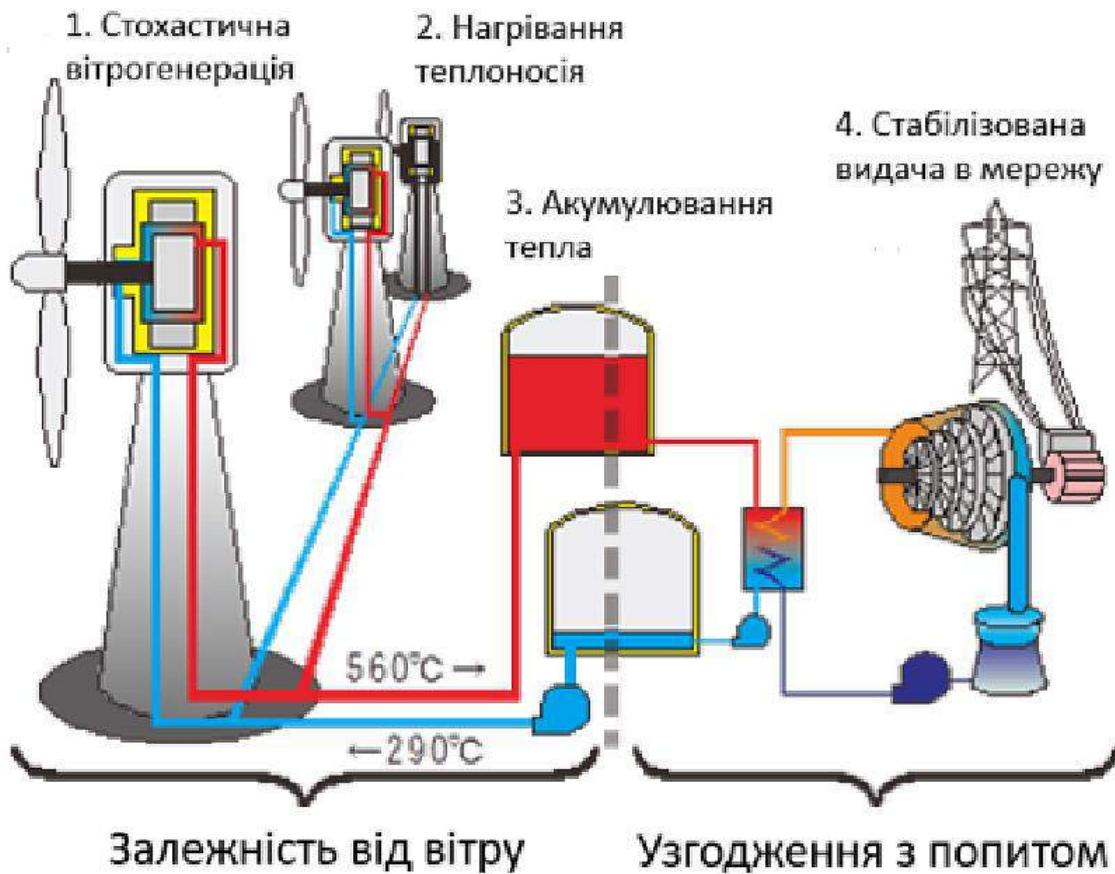


Рисунок 1 – Блок-схема системи теплоакumuлювання з вітроагрегатами

**Висновок.** Резервні теплові накопичувачі енергії необхідні для більш повного і раціонального використання енергії вітру, зважаючи на стохастичний характер вітрогенерації. Впровадження теплових накопичувачів енергії дозволяє розділити енергоустановку на частини, одна з яких є незалежною від вітрогенерації, натомість функціонує покладаючись на попит в електроенергії. WTES може також знайти застосування як складова частина більш комплексної енергоустановки, до складу якої входять сонячна концентраційні геотермальні та біоенергетичні установки, кожна з яких працює на спільну систему накопичення теплової енергії.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. International Energy Agency, “Medium-term renewable energy market report 2016,” ISBN PRINT 978-92-64-26496-0.
2. T. Okazaki, Y. Shirai, T. Nakamura, “Concept study of wind power utilizing direct thermal energy conversion and thermal energy storage,” *Renewable Energy*, vol. 83, pp. 332-338, Nov. 2015.
3. Siemens. (Sept. 2016). Press Release: Siemens presents thermal storage solution for wind energy. URL: <https://www.siemens.com/press/pool/de/pressemitteilungen/2016/windpower-renewables/PR2016090419WPEN.pdf>.
4. Kolb Gregory. An evaluation of possible next-generation high-temperature molten-salt power towers. SANDIA REPORT SAND2011e9320. Dec. 2011. p. 20.