

**Костюк В.О.**, канд. техн. наук, доц., **Тиндирика Ю.О.**, магістр  
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

### **КОМБІНОВАНА СИСТЕМА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ НА ОСНОВІ ВІТРОЕНЕРГОУСТАНОВКИ, ОСНАЩЕНОЇ ГІДРАВЛІЧНИМ АКУМУЛЯТОРОМ**

Вітроенергетика є однією з найбільш розвинених сфер практичного використання природних відновлюваних енергоресурсів. Значне поширення вітроенергетичних установок (ВЕУ) пояснюється їх універсальністю у використанні в порівнянні з іншими відновлюваними енергоджерелами. Вони можуть працювати автономно, а також бути приєднаними до розподільної електромережі.

Особливістю роботи автономних вітроелектрогенераторів є їх ізольованість від системи централізованого електропостачання. Серед основних недоліків – мала щільність енергетичного потоку і мінливість у часі робочих характеристик ВЕУ. Перша обставина змушує розширювати площу, зайняту вітроенергоустановками, що утворюють «вітрополе». Через другу обставину необхідним є резервування енергетичних установок за допомогою інших джерел, або акумуляторів [1].

Основними є два способи резервування: акумуляторне резервування і використання інших джерел електроенергії в якості резерву [2]. Використання паливних електростанцій, таких як дизельні та бензинові електростанції, призводить до того, що автономна система енергопостачання перестає бути екологічно чистою [3].

Акумуляторне резервування в переважній більшості випадків здійснюється із застосуванням електрохімічних акумуляторних батарей (АБ), які є компактними і мають високий ККД. Недоліками, такого резервування є: висока вартість електрохімічних акумуляторів і обмежена кількість циклів заряду-розряду [4].

У зв'язку з цим розробляються перспективні акумулятивні системи, які не потребують високих грошових витрат на акумуляцію енергії. До них належать акумулятори потенційної енергії на основі піднятого на певну висоту тіла, наприклад води. Однак вони мають дуже низькі показники енергоємності, тому запасання достатнього обсягу енергії зазвичай потребує спорудження громіздких конструкцій водонапірних веж.

Використання гідроакумуляторів та/або розташованих на висоті резервуарів дає змогу уникнути проблеми пошуку необхідного місця для розташування ВЕУ, а також може вирішити проблему постачання води, якщо об'єднати системи електропостачання та водопостачання у єдину комбіновану систему енергопостачання. У разі відсутності водоймищ можливим є використання підземних вод.

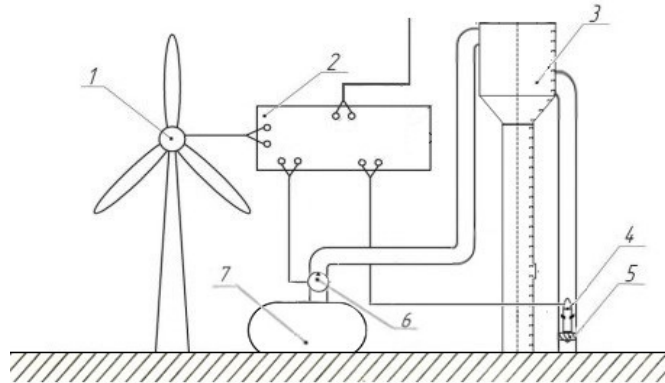
На рисунку зображена схема вітроелектростанції з використанням гідравлічного акумулятора електроенергії, де позначено: 1 – вітроелектроустановка, 2 – блок управління і перетворення струму, 3 – ємність для накопичення води, 4 – електрогенератор, 5 – гідротурбіна, 6 – насос, 7 – джерело води. Система працює таким чином:

1. Накопичення енергії. Якщо вироблена вітроустановкою енергія не використовується споживачем, або використовується частково, то отриманий від вітрогенератора струм використовується для живлення електродвигуна насоса. Насос перекачує воду в ємність водонапірної башти. Накопичення води припиняється у разі зупинки вітрогенератора, заповнення ємності, або якщо споживачеві потрібна вся електроенергія, що виробляється вітрогенератором.

2. Використання накопиченої енергії. Якщо вітрогенератор не здатен забезпечити споживача необхідним обсягом електроенергії внаслідок недостатньої швидкості вітру, або його відсутності, то вода з ємності починає надходити до гідроагрегату. Потік води

обертає гідротурбіну, яка з'єднана з якорем електрогенератора. Електрогенератор виробляє електроенергію, яка надходить на блок управління і перетворення струму, а потім до споживача.

Обсяг електроенергії, виробленої гідротурбіною, залежить від витрати води,



напору, обсягу резервуара. Потужність на валу гідротурбіни визначається за виразом:

$$N_T = gQ_T H_T \eta_T, \quad (1)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння,  $Q_T$  – витрата води,  $H_T$  – напір,  $\eta$  – ККД турбіни.

## Висновки

Швидкий розвиток альтернативних технологій енергопостачання, вітроенергетики зокрема, стримується через мінливість робочих характеристик вітрогенераторів, зумовлені стохастичною природою енергії вітру. Зазвичай безперервність електропостачання забезпечують шляхом резервування вітроустановок. Акумуляування енергії, що виробляється вітроелектростанціями, є одним із ефективних способів підвищення надійності електропостачання споживачів. Застосування електрохімічних АБ, незважаючи на такі переваги як компактність і високий ККД, має значні недоліки, зумовлені високою початковою вартістю та обмеженим числом циклів заряд-розряд й необхідністю періодичної заміни. Вітроенергетична установка, оснащена водонапірною вежею (резервним накопичувачем) з метою підвищення ефективності комбінованої системи збільшує можливості застосування ВЕУ малої потужності в системах енергопостачання автономних об'єктів.

## Список використаної літератури

- 1.Квитко А.В., Семенов Я.А., Отмахов Г.С. Автономные ветроэлектрические установки и системы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета – 2015, – №112. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/72.pdf>
- 2.Kostiuk, Vasyl. Economic and mathematical modeling to optimize competitive renewable technologies expansion plan / Vasyl O.Kostiuk // 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), Electrical and Computer Engineering (UKRCON), 2017. – 6 p., DOI: 10.1109/UKRCON.2017.81005202017.
- 3.Воронин С.М., Бабина Л.В. Анализ автономных ветроэлектростанций // Вестник аграрной науки Дона. – 2010. –№1. – С. 15-20.
- 4.Воронин С.М., Закиров И.В. Аккумуляирование энергии в ветроустановке // Вестник аграрной науки Дона. – 2013. – №4. – С. 26-30.

## References

- 1.Kvitko A.V., Semenov Ya.A., Otmakhov G.S. Autonomous wind power installations and systems // Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University – 2015, – №112. - Available at: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/72.pdf>
- 2.Kostiuk, Vasyl. Economic and mathematical modeling to optimize competitive renewable technologies expansion plan / Vasyl O.Kostiuk // 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), Electrical and Computer Engineering (UKRCON), 2017. – 6 p., DOI: 10.1109/UKRCON.2017.81005202017.
- 3.Voronin S.M., Babina L.V., The analysis of stand-alone wind-driven electric power stations// Bulletin of Don Agrarian Science. – 2010. –№1. – P. 15-20.
- 4.Voronin S.M., Zakirov I.V., Energy storage in wind installations // Bulletin of Don Agrarian Science. – 2013. – №4. – P. 26-30.