

*Н.В. Єрмілова, к.т.н., доцент,
В.В.Сімчук, студент гр. 401-МЕ
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка*

АЛЬТЕРНАТИВНІ АВТОНОМНІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ В ДЕРЖАВНИХ УСТАНОВАХ

Розглянуто сучасні системи електропостачання, які працюють на базі альтернативних джерел енергії.

Ключові слова: сонячна енергія, вітрогенератор, інвертор, гібридний контролер.

Щорічне зростання світових енергетичних потреб відповідно до оцінки Міжнародної енергетичної агенції становить 1,6% і має тенденцію до збільшення [1]. Вищезазначені проблеми привели світову спільноту до розуміння невідворотності й реальної потреби якнайшвидшого переходу до альтернативних джерел енергії. До них належать вітрова енергія, сонячна енергія, енергія води, геотермальна енергія, енергія морських хвиль та ін.

Сучасна вітроенергетика є однією з найбільш розвинених і перспективних галузей альтернативної енергетики. Вітроенергетичні установки дають можливість скоротити витрати органічних видів палива та поліпшити стан навколишнього середовища за рахунок скорочення шкідливих викидів у довкілля.

В індустріальних країнах розвиток вітроенергетики спрямований передусім на створення вітроенергетичних установок великої і середньої потужності. В Україні цей напрям теж набув суттєвого розвитку.

Наша країна має досить високий кліматичний потенціал вітрової енергії, який забезпечує продуктивну роботу не лише автономних вузлів живлення, але й потужних вітроелектростанцій (ВЕС). Вважається, що досяжна встановлена потужність ВЕС у складі централізованої енергосистеми України може складати до 16000 МВт, а досягне виробництво електричної енергії може становити 25 – 30 ТВт·год/рік.

Оптимальна середня швидкість вітру для енергетичного використання становить 4 – 25 м/с. Повторюваність – сума годин за рік, протягом яких вітер дме з визначеною швидкістю. Від цього показника залежить доцільність побудови вітрових електростанцій. При повторюваності приблизно 2000 год/рік та більше спорудження вітрових енергетичних установок вважають рентабельним.

Вітер є невичерпним енергоносієм, але він має безліч складних і слабо передбачуваних фізичних параметрів для кожного окремо взятого географічного місця. Описуючи вітер, крім середньорічної та максимальної швидкостей, беруть до уваги характеристики, що враховують внутрішню структуру повітряного потоку, такі як: розу вітрів, поривчасту щільність повітря, турбулентність, температуру і різновекторні течії по висоті.

Поряд з перевагами вітроенергетика має і суттєві недоліки, які обмежують її використання, а саме:

– вітрогенератори працюють досить нерівномірно, віддаючи то більшу, то меншу потужність, струм виробляється дуже змінною частотою, а часом і зовсім припиняється;

– інтенсивність вітрів великою мірою залежить від географічного розташування вітрової турбіни. ВЕС доцільно будувати в таких місцях, де середньорічна швидкість вітру вища ніж 3,5 – 4 м/с для невеликих станцій і вища ніж 6 м/с для станцій великої потужності;

– потужність однієї вітроустановки не перевищує в серійних установках 200 – 250 кВт, а у виняткових випадках 4 МВт. Вітроагрегати – досить громіздкі споруди. Так, вітроустановка, що має ротор діаметром 37 м з масою 907 кг, розвиває порівняно невелику потужність – лише 3 – 4 МВт, а з урахуванням простоїв середня потужність виявляється ще нижчою – приблизно 1 МВт. Для розміщення сотень, тисяч і тим більше мільйонів вітряків потрібні були б дуже великі території в сотні тисяч гектарів;

– згубна дія інфразвукового випромінювання на навколишнє середовище. Працюючі вітрогенератори створюють тонкий шум і, що гірше, генерують нечутні вухом інфразвукові коливання із частотами, нижчими ніж 16 Гц. Крім цього, вітряки розпорошують птахів і звірів, порушуючи їх природний спосіб життя, а значне їх скупчення на одному майданчику може істотно спотворити природний процес повітряних потоків з непередбаченими наслідками;

– порушення прийому телевізійного сигналу. Великі вітрогенератори обертаються зі швидкістю близько 30 об/с. Це близько до частоти синхронізації телебачення. Тому великі вітрогенератори можуть заважати прийому передач на відстані до 1,6 км. При використанні лопатей із скловолокна, які виявилися дешевшими металевих, відстань перешкод зменшується приблизно вдвічі. Та йдеться лише про великі вітрогенератори, і можна чекати, що це не буде проблемою для менших двигунів.

Сонячна енергетика – напрям нетрадиційної енергетики, заснований на безпосередньому використанні сонячного випромінювання для отримання енергії в будь-якому вигляді. Сонячна енергетика використовує відновлювальне джерело енергії та є екологічно чистою, тобто не виробляє шкідливих відходів.

Однією з найбільш серйозних перешкод реалізації сонячної енергетики є низька інтенсивність сонячного випромінювання. Навіть при найкращих атмосферних умовах (південні широти, чисте небо) щільність потоку сонячного випромінювання складає не більше 250 Вт/м². Цей вид енергії може використовуватися циклічно і лише у сонячні дні. Енергія розсіяна рівномірно на великих площах, а отже, потужні установки потребують лінз або дзеркал. Сонячна енергетика належить до найбільш матеріаломістких видів виробництва енергії. Великомасштабне використання сонячної енергії спричиняє гігантське збільшення потреби в матеріалах, а отже, й у трудових ресурсах для видобутку сировини, її збагачення, отримання матеріалів, виготовлення геліостатів, колекторів та іншої апаратури. Підрахунки показують, що для виробництва 1 МВт-рік електричної енергії за допомогою сонячної енергетики потрібно затратити від 10000 до 40000 людино-годин. У традиційній енергетиці на органічному паливі цей показник становить 200 – 500 людино-годин. Одним із суттєвих недоліків є також і значна вартість геліоустановок, а також низька інтенсивність сонячної радіації навіть при найкращих атмосферних умовах. Мінливість інтенсивності сонячної радіації належить до найважливіших її особливостей, з котрими доводиться рахуватися при використанні сонячної енергії.

Ураховуючи переваги та недоліки окремих видів енергії, найбільш перспективними для використання у Полтавській області вважають гібридні системи електропостачання, а саме – вітросонячні. Вони комбінують невеликий вітрогенератор із сонячними модулями. Подібні комбіновані системи забезпечують більш високу продуктивність електроенергії порівняно з окремо встановленими вітровими або фотоелектричними установками. Можливе підключення сонячних фотомодулів до вітрогенераторної системи через гібридний контролер чи за допомогою окремого контролера для сонячних систем.

Така гібридна система була запропонована для автономного електропостачання корпусу «Н» ПолтНТУ (рис. 1).

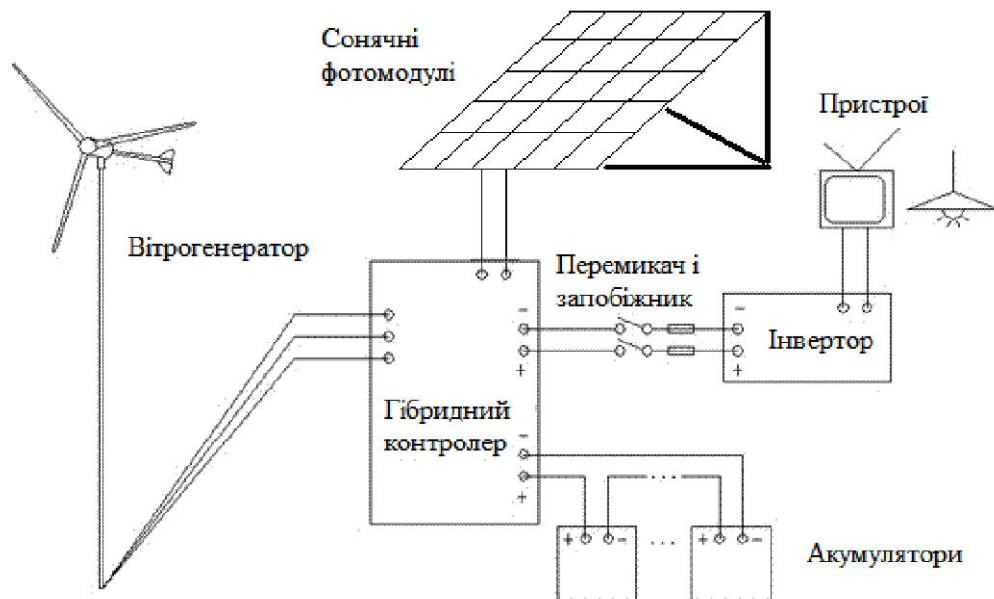


Рис. 1. Гібридна автономна система – «сонце – вітер»

До її складу входять вітрогенератор, сонячні фотоелектричні модулі, перетворювач постійного струму в змінний (інвертор), контролер, автоматика й акумуляторні батареї.

У разі використання комплексних вітросонячних систем передбачається більш плавне середньорічне покриття навантажень, тому що вітер домінує в осінньо-зимовий період, а сонце – у весняно-літній, а також збільшення середньодобового (середньомісячного) вироблення енергії за рахунок збільшення ймовірності одночасної роботи двох незалежних джерел енергії.

Таким чином, при роботі двох джерел з одним блоком управління і перетворення відносна вартість системи в цілому знижується і, як наслідок, зменшується питома собівартість вироблення 1 кВт·год електроенергії [2].

Було виконано перерахунки навантажень основних споживачів електроенергії корпусу й усього обладнання нафтогазового полігону. Для зменшення енергоспоживання запропоновано замінити існуючі люмінесцентні лампи освітлення на більш сучасні світлодіодні (LED), котрі мають триваліший термін експлуатації (до 100000 годин проти 8000 – 10000 для люмінесцентних та 1000 годин для ламп розжарювання), а також дозволяють зменшити споживання електроенергії на освітлення у 5 – 6 разів порівнянно з люмінесцентними лампами, що використовуються в корпусі. Розрахунки показали, що загальне споживання енергії по корпусу тоді зменшується у 1,8 раза.

Вартість світильників типу LED більша за вартість люмінесцентних, але, враховуючи тривалість терміну експлуатації та економію споживання енергоресурсу, термін їх окупності не перебільшує 1,5 року (з розрахунку роботи світильника 12 годин на добу без вихідних).

При розробленні автономної системи був розрахований і вибраний інвертор типу Santec ENBT2.1KW типу OFF - GRID з номінальною напругою $U_{інв} = 48$ В та номінальною потужністю $P_{ном} = 2,1$ кВт [3]. Розрахунок показав, що для функціонування системи необхідно встановити 28 акумуляторних батарей типу DJM 12200 з номінальною ємністю $q_{ном} = 200$ А·год.

Також здійснений розрахунок та вибір сонячних батарей [4], які рекомендовано встановити на південному боці покрівлі корпусу під кутом $\beta = 45^\circ$ до горизонту. Потрібно 30 сонячних батарей типу ES(M) 240 на номінальну потужність $P_{ном} = 240$ Вт і напругу $U_b = 48$ В. Площа сонячної батареї $1,7$ м². Таким чином, загальна площа сонячних батарей

складає 51 м², що відповідає величині площі південної частини покрівлі.

Оскільки основним джерелом автономного електропостачання корпусу «Н» ПолтНТУ є фотоелектрична система, то запропоновано вибрати вітроустановку відносно невеликої потужності, котра буде забезпечувати отримання необхідної кількості електроенергії для електропостачання цієї будівлі у похмурі дні, коли сонячна енергія недостатня.

Вітрогенератор горизонтальний серії E2 є надійною системою, що гарно зарекомендувала себе в умовах українського клімату. Простота і надійність конструкції досягається за рахунок використання високоякісних матеріалів та першокласного складання. Ефективний малошумний генератор прямого привода на постійних магнітах з використанням кращих струмозйомних технологій забезпечує стабільне альтернативне енергозабезпечення навіть за низьких швидкостей вітру. У вітрогенераторі застосовано аеромеханічну систему стабілізації частоти обертання вітротурбіни, що дозволяє експлуатувати її в широкому діапазоні швидкостей вітру. Вітрогенератор розрахований на номінальну потужність $P_{\text{ном}} = 2000$ Вт і напругу $U_{\text{ном}} = 48$ В, має діаметр вітроколеса 3,6 м, розрахований на швидкості вітру 3 – 25 м/с.

Як стабілізатор напруги рекомендований трифазний стабілізатор напруги типу «Елім Україна» СНАЗШ-45 кВА, розрахований на потужність 45 кВА.

Для забезпечення функціонування системи «сонце – вітер» необхідний гібридний контролер. У розробці вибрано контролер типу ESWC 20-48, розрахований на потужність вітрогенератора 2 кВт, напругу $U_{\text{ном}} = 48$ В, на виході якого формується синусоїдальна напруга 220 В, що подається для живлення споживачів.

Таким чином, ця система екологічно чиста, використовує лише відновлювальні невичерпні джерела енергії та здатна повністю забезпечити автономне електропостачання корпусу «Н» і прилеглої території ПолтНТУ.

Література

1. Титко, Р. Відновлювальні джерела енергії / Р. Титко, В. Калініченко. – Варшава: Вид-во OWG, 2010. – 533 с.

2. Кашкаров, А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 144 с.

3. Ирвинг, М. Готтлиб. Источники питания. Инверторы, конверторы. Линейные и импульсные стабилизаторы / Ирвинг М. Готтлиб. – М.: Постмаркет, 2000. – 168 с.

4. Методическое пособие для дипломного проектирования «Расчет системы автономного энергоснабжения с использованием фотоэлектрических преобразователей» для студентов специальности 6.090504 «Нетрадиционные источники энергии» / составители: Бекиров Э. А., Воскресенская С. Н., Химич А. П. – Симферополь: НАПКС, 2010. – 83 с.