

МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

УДК 621.37

Зенкін М. А., Дзюба О. О.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

У статті досліджено особливості якісної та ефективної роботи альтернативних джерел енергії, їх метрологічного забезпечення та інноваційної діяльності, пов'язані зі сферою відновлених альтернативних джерел енергії.

Зроблено висновок, що впровадження альтернативних джерел енергії та забезпечення їх моніторингу і програмно-приладне забезпечення є необхідним складником для розвитку держави.

Ключові слова: альтернативні джерела енергії, метрологічне забезпечення, система моніторингу, програмно-приладне забезпечення.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Однією з важливих глобальних проблем є зменшення запасів природних енергетичних ресурсів.

Усе частіше постають питання щодо раціонального використання нетрадиційних джерел енергетичної сировини, виробництва альтернативних палив і зберігання паливно-енергетичних ресурсів.

Одним зі шляхів пошуку та головним стратегічним завданням для вирішення цієї проблеми є розроблення екобезпечних способів одержання енергоресурсів на території нашої держави, пошук екологічно чистої енергетичної сировини на основі нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії. Найперспективнішим для України буде виробництво енергії з використанням таких ресурсів, як енергія вітру, сонця та інші. Саме на основі цих джерел можливо розробляти екологічно чисті технології продукування енергоресурсів [1].

Інноваційний тип розвитку характеризується перенесеним третім акцентом на використання принципово нових технологій, переходом до випуску високотехнологічної продукції, прогресивними організаційними і управлінськими рішеннями в інноваційній діяльності. Тому на цьому етапі актуальним є розвиток підприємств як інноваційний напрямок підвищення енергоефективності та безпеки країни [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час дослідження цієї теми проаналізовано велику кількість літератури. Можна з впевненістю сказати, що тема альтернативних джерел енергії та їх моніторингу є досить актуальною. Ця тема описана в працях таких вчених, як А. да Роза, А. Д. Плотнікова, Т. С. Абасова, Г. Г. Півняка, Ф. П. Шкрабець, М. Н. Климчука та інші.

Метою статті є дослідження та створення метрологічного забезпечення й ефективного моніторингу для забезпечення стабільності та розвитку альтернативних джерел енергії.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для ефективної і безперебійної роботи системи автономного електропостачання потрібне використання комбінованої системи з кількох джерел електропостачання, наприклад на основі сонячних і вітрових електроустановок. Акумуляування енергії є однією з найважливіших проблем, коли йдеться про експлуатацію енергетичних систем на основі відновлюваних джерел енергії.

Акумуляувати енергію необхідно через енергетичну нестабільність характеристик відновлюваних джерел.

За добової й сезонної нерівномірності вироблення електроенергії значної економії традиційних енергоносіїв може бути досягнуто акумуляцією енергії, вироблюваної в періоди її мінімального споживання.

Особливо важливо мати системи, що запасають енергію, під час експлуатації установок з нерегулярним виробленням протягом доби або триваліших періодів – вітрових, сонячних [3].

В основі рішення про використання поновлюваних джерел енергії звичайно лежать результати багаторічних спостережень (моніторингу) за станом навколишнього середовища. При цьому дуже важливо, щоб одержувана в процесі моніторингу інформація містила всі параметри, необхідні для розроблення конкретної енергетичної системи. Частково таку інформацію містять результати метеорологічних спостережень, але, на жаль, розташування метеостанцій дуже часто не збігається з місцем передбачуваного розміщення енергоустановок, і методи реєстрації.

Фізична природа використовуваних джерел енергії багато в чому визначає і напрямок розвитку технології і суспільства в цілому. Використання поновлюваних джерел енергії ставить нас і нашу діяльність у більшу залежність від навколишнього середовища, ніж використання звичайного і ядерного палива. Орієнтація на випереджальний розвиток енергетики на поновлюваних джерелах потребує значних витрат на розвиток відповідних цій енергетиці підприємств і технологій, а також визначених змін у галузі утворення, планування, фінансування, виробництва. Кінцевою метою має бути виховання суспільства в дусі великого розуміння свого зв'язку з навколишнім середовищем [4].

Ефективність використання тих чи інших альтернативних джерел енергії безпосередньо залежить від регіону, в якому необхідна установка. Якісний моніторинг енергопотенціалу дає можливість визначити найбільш придатну технологію і розраховувати її окупність на роки вперед, а так само унеможливує помилки, пов'язані з регіональними особливостями.

Такі альтернативні джерела енергії, як енергія сонячного світла і вітру, використовують для енергопостачання та нагрівання води, геотермальне тепло землі для опалення та кондиціонування будівель. Перетворення сонячної енергії на електричну відбувається за допомогою фотоелектричних пластин з кремнію – найпоширенішого елемента на планеті. Сонячні батареї, на основі кремнієвих пластин мають тривалий ресурс життя – понад 25 років і залежно від технології виробництва зберігають до 80 % своєї ефективності протягом усього ресурсу. Кількість енергії, одержуваної від сонячних батарей, різниться і безпосередньо залежить від місця розташування і сонячної активності в різні сезони року. Ефективність перетворення енергії у сонячних батареї досягає 20 % і залежить від технології їх виробництва і чистоти кремнію. Технологія стрімко розвивається і показник ефективності стає дедалі більше.

Експлуатація вітроустановок (вітрогенераторів) для отримання електрики доцільна в районах з високим значенням середньої швидкості вітру або в періоди низької сонячної активності. Ефективність перетворення енергії вітру не поступається ефективності геліоустановок, але залежить від точки розташування об'єкта і коректно розрахованого потенціалу місцевості [5].

Проблема вимірювання швидкостей (анемометрія) повітряних потоків та напрямки їх переміщення в промисловості, в системах екологічного моніторингу, в системах автоматичного управління вентиляцією диктує все вищі вимоги до метрологічних і експлуатаційних характеристик вимірювальних приладів. Ці вимоги вже не можуть бути виконані поліпшенням приладів, заснованих на традиційних принципах, таких як теплові й тахометричні. Потреба забезпечення безінерційного вимірювань, досить широкого динамічного діапазону, високої чутливості, прийнятної точності на початку діапазону і

достатньою надійності привела до необхідності звернутися до інших фізичних ідей, зокрема до акустичних методів вимірювання.

Основний тип оптичних приладів, що застосовують для вимірювання швидкостей потоків газів – доплерівські лазерні анемометри, засновані на вимірюванні різниці частот, що виникає під час відображення світлового променя рухомими частинками потоку. Оптичні анемометри мають високу точність і швидкодію, відсутність контакту з речовиною контрольованого потоку. Лазерні анемометри складні й дорогі, їх застосовують в основному для вимірювання місцевих швидкостей рідини й газу в різних дослідженнях [6].

Автоматизовані системи управління енергопостачанням вирішують завдання диспетчерського управління електропостачанням, обліку енергоносіїв, контролю та оптимізації роботи енергетичних мереж, планування і виконання технічного обслуговування й ремонту обладнання, а також ведення бази даних обладнання.

Автоматизовані системи енергетичного моніторингу технологічних установок призначені для постійного спостереження за процесом споживання, виробництва та перерозподілу енергії і математичного аналізу з метою виявлення відповідності цих процесів оптимальним або бажаним.

АСУ енергетичних мереж підприємства забезпечує управління процесами споживання й виробництва, розподілу енергоресурсів в реальному масштабі часу, некерованого споживання енергоресурсів і підвищення надійності енергопостачання.

Система має здійснювати такі завдання:

- 1) моніторинг установок;
- 2) автоматичне керування електропостачанням обладнання;
- 3) налаштування й конфігурація обладнання;
- 4) рівномірний розподіл потужності в системі;
- 5) збирання й передавання даних [7].

Параметри вітроустановки пов'язані між собою нескладними однозначними фізичними залежностями.

Потужність вітроустановки дорівнює

$$P_{BEV} = \eta * P_T, \quad (1)$$

де η – коефіцієнт корисної дії генератора і трансмісії (зазвичай дорівнює 0.8 – 0.9);

P_T – потужність вітротурбіни.

Потужність турбіни становить:

$$P_T = \xi * P_{\Pi}, \quad (2)$$

де ξ – коефіцієнт вітровикористання. Принципово відрізняється від ККД тим, що "недоотримана" потужність, в основному, не є втратами, а залишається в потоці. За різними теоріями максимальне значення коефіцієнта вітровикористання ідеального пристрою становить 0.59 – 0.68.

Реальний коефіцієнт вітровикористання добре спроектованої турбіни становить 0.4–0.55;

P_{Π} – потужність вітрового потоку, що проходить через площу вітротурбін.

Силу потоку розраховують за формулою

$$P_{\Pi} = \frac{\rho * V^3}{2} * S, \quad (3)$$

де ρ – густина повітря (постійна стала 1,225 кг/м³);

V – швидкість вітряного потоку;

$S = \pi D^2/4$ – площа вітряного потоку [8].

Енергія вітру й сонця можуть відмінно доповнювати одна одну. Так звані гібридні системи електропостачання особливо ефективні для цілодобового автономного електропостачання. Ці системи являють собою станції на базі вітрогенераторів і сонячних фотоелектричних модулів, приєднаних до єдиної енергосистеми. Продуктивність фотоелектричної батареї досить висока влітку й відносно низька взимку. У свою чергу, забезпечення електроенергією, виробленою за рахунок енергії вітру, в літній час є проблематичним через часті тихі дні. Тому переваги гібридної системи «вітер–сонце» стає очевидним.

Вітрогенератор з накопиченням електроенергії в акумуляторах може працювати й паралельно з мережею. Паралельна робота здійснюється за допомогою пристрою АВР (автоматичне введення резерву). АВР дає можливість перемкнути живлення об'єкта за відсутності вітру і повного розряду акумуляторів на електромережу або навпаки, перемикає навантаження на акумуляторні батареї в разі втрати живлення електромережі. Пріоритет може встановлюватися вручну залежно від специфіки об'єкта.

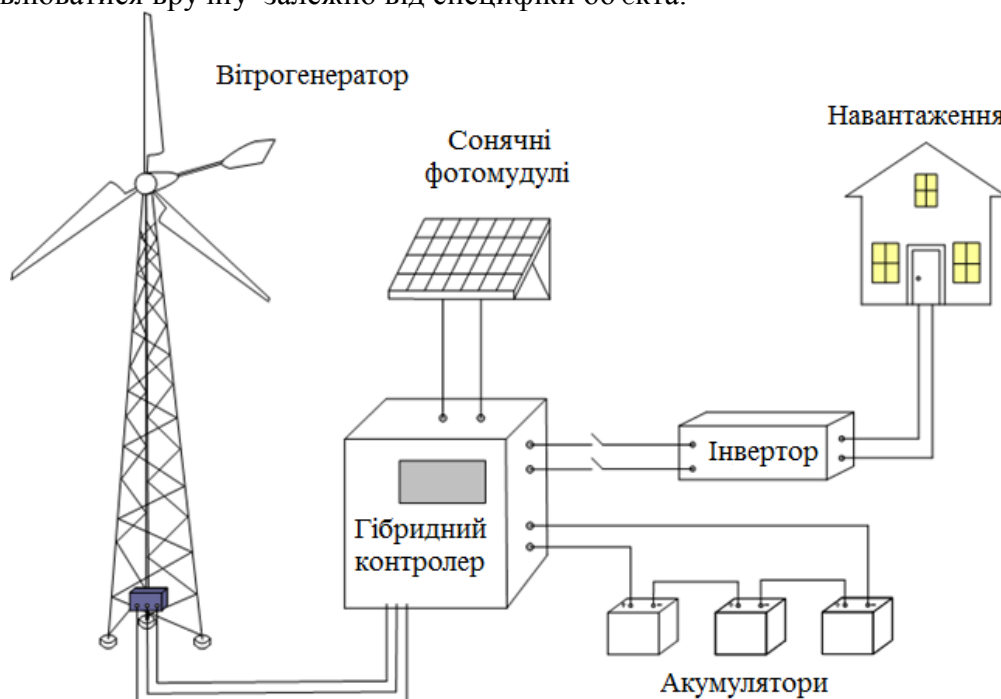


Рисунок 1. Схема гібридної сонячно-вітряної станції альтернативних джерел енергії

Таке рішення знаходить широке застосування на об'єктах, які підвладні частим відключенням електромережі, або його якість не задовольняє споживачів. Система так само може бути встановлена для збільшення встановленої потужності і для економії електроенергії.

Мережева станція призначена для паралельної роботи з промисловою мережею 220 або 380 В / 50 Гц. Як «безмежний» акумулятор в цій системі є традиційна електрична мережа. В умовах надлишку електроенергії, що виробляється, мережевий інвертор дає можливість віддавати її в мережу, а в разі відсутності вітру використовувати енергію електромережі. Перемикання режимів здійснюється в автоматичному режимі. Контроль вироблення й споживання враховується спеціальними вузлами обліку.

За такою схемою працюють найбільш стрімко зростаючі станції, які дозволяють продавати електроенергію в мережу за так званим «зеленим тарифом».

Останнім часом стало можливим об'єднати автономну й мережеву станцію за допомогою гібридного інвертора. Перевага таких систем у тому, що крім безпосереднього живлення навантаження маємо резерв в акумуляторних батареях, який може використовуватися за заданими пріоритетами [9].

Регулювання параметрів живлення станції у напрямку вітру (Yaw Control)

Цей спосіб регулювання полягає в обертанні гондоли по осі щодо вітру. Є два способи регулювання обертання: пасивний і активний. За пасивного способу обертання відбувається за допомогою кіля. Такий спосіб використовують лише в малопотужних вітрових установках. За активного способу обертання здійснюється за допомогою приводного двигуна, який за допомогою зубчастої передачі обертає гондолу. Не точна орієнтація ротора щодо вітру впливає на вихідну потужність електростанції.

Регулювання кута нахилу лопатей (Active Pitch Regulation)

Цей спосіб регулює швидкість обертання за допомогою зміни кута нахилу атаки лопатей на основі системи управління, яка зчитує й обробляє інформацію про вихідні потужності й швидкості вітру. Таке регулювання впливає на баланс обертальних і гальмівних сил, які діють на лопаті ротора, й отже дає можливість утримувати постійною швидкість обертання турбіни. Одну з таких систем розробила фірма Vestas і називається вона OptiTip. Механізми управління цієї системи містяться в центрі ротора й складаються з окремих гідравлічних приводів для кожної лопаті. Система OptiTip може працювати спільно з системами фірми Vestas OptiSlip і OptiSpeed. Недоліком такої системи є наявність рухомих деталей, що в цілому збільшує можливість поломки.

Регулювання зміною навантаження (Load Control)

Цей спосіб полягає в зміні опору навантаження, який є механічним навантаженням для генератора. За допомогою такого способу робоча точка станції "переміщається" з однієї механічної характеристики на іншу, більш придатної для виниклих умов швидкості й напрямку вітру [10].

Для забезпечення кращого розвитку гібридної станції та підтвердження сказаного вище необхідно використовувати сучасне приладно-програмне забезпечення.

Для приладної бази у роботі буде використано комплекс приладів, які допоможуть зібрати найбільшу кількість сонячної та вітряної складників, що в майбутньому дасть можливість перетворити ці енергії на електричну.

У дослідженні використано піранометри, піргеліометри, тракери для сонячної станції та найсучасніші датчики вітру, які визначають швидкість, направленість та силу вітру.

Базою програмного забезпечення було взято програму SCADA, яка забезпечить сталий та цілеспрямований моніторинг за даними системи гібридної станції альтернативних джерел енергії.

Ми вважаємо, що якісний моніторинг та контроль приладів забезпечить стабільний розвиток усіх галузей промисловості, де необхідне стабільне постачання електроенергії.

Прикладом одного з найсучасніших піранометрів є СМ 4.

Високотемпературний піранометр СМ4 – це радіометр, спеціально розроблений для вимірювання сонячного або штучного освітлення світла в найекстремальніших температурних умовах.

Діапазон робочих температур від -40 °С до +150 °С і вимірювання до 4000 Вт / м² – це унікальний продукт. Всі компоненти радіометра спеціально підібрані для їхньої здатності протистояти надзвичайно високим температурам та освітленню. СМ4 постачається з сигнальним кабелем високої температури 10 м, встановленим на прилад.

Високотемпературний піранометр СМ4 має внутрішню температурну компенсацію першого порядку, а також оснащений вбудованим датчиком температури Pt-100 для отримання додаткової інформації про умови вимірювання. Моніторинг температури під час операцій дає можливість з легкістю корегувати дані для підвищення точності вимірювань.

СМ4 постачають з калібрувальною таблицею, яка дає чутливість приладу для ряду діапазонів температур вимірювання та максимальної похибки в вимірюваних значеннях випромінювання в межах кожного діапазону.

Вбудований сушильний картридж легко видаляється, а заміний осушувач постачають у зручних пакетах для повторного заповнення. На рисунку 2 зображено піранометр СМ4.

Razon + – це система "все в одній", яка точно вимірює як пряме нормальне опромінення (DNI), так і дифузне горизонтальне опромінення (DHI) від сонця та неба, що дозволяє забезпечити дуже надійні значення глобальної горизонтальної сонячної освітленості (GHI) та тривалості сонячного проміння.

Інтегрований лічильник даних представляє вимірювання випромінювання у $Вт/м^2$, тривалість сонячного проміння, в годинах, та енергію, в кіловат-годинах/ $м^2$. За допомогою Wi-Fi-з'єднання ви можете легко налаштувати та налаштувати Razon + за допомогою будь-якого смарт-пристрою, такого як планшет.

Razon + включає в себе два розумні випромінювальні датчики; піргеліометр (PH1) для вимірювання DNI і затіненого піранометра (PR1) для вимірювання DHI.



Рисунок 2. Піранометр CM4



Рисунок 3. Система Razon + [11]

Інноваційні особливості піргеліометра мінімізують наслідки забруднення, коли вони працюють без нагляду в віддалених місцях, без шкоди для високої точності інструменту. Обидва піргеліометри та піранометри засновані на технології кварцового дифузора.

Razon + вимірює DNI і DHI й обчислює GHI, оскільки це мінімізує невизначеність у показаннях піранометра та забезпечує точніше та надійніше вимірювання, ніж використання непідігнуваного піранометра для вимірювання GHI антизабруднення та низький рівень технічного обслуговування

Завдяки конструкції з відкритою коліматорною трубкою та кварцовим дифузором піргеліометр стійкий до впливу забруднення. Більше того, Razon + базується на механізмі відстеження зі зворотним зв'язком, який не потребує обслуговування.

Внутрішнє оброблення даних за допомогою веб-доступу Razon + поставляється з входом даних з усіх параметрів в один набір даних. Вибирають інтерфейси Ethernet або RS-485 для завантаження ваших даних.

Дані подано в повному інтерфейсі з даними, графіками та інформацією про стан, які також можна перевірити на місці за допомогою смартфона, планшета або ноутбука за допомогою додаткового Wi-Fi-з'єднання.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Можна дійти висновку, що вдосконалення метрологічного забезпечення альтернативних джерел енергії є необхідним складником для ефективного розвитку та здійснення інноваційної діяльності країни. Впровадження сучасного метрологічного забезпечення та ефективного моніторингу дасть змогу розвиватися в сфері альтернативних джерел енергії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лось Л. В. Перспективна альтернативна енергетика / Л. В. Лось, М. Д. Терлецький // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. – 2013. – № 1(1). – С. 203–214. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2013_1%281%29__35
2. Климчук М. Н. Императивы развития предприятий альтернативной энергетики: акцент на инновации / М. Н. Климчук // Вопросы регулирования экономики. – 2012. – Том 3. – №1. – С. 142–149.
3. Півняк Г. Г. Альтернативна енергетика в Україні: монографія / Г. Г. Півняк. П64 Ф-П. Шкрабець: Над. гірн. ун-т. Д.: НГУ, 2013. – 109 с.
4. Нікульшин В. Р. Використання відновлювальних джерел енергії / В. Р. Нікульшин, В. В. Височин. – О: Наука і техніка, 2006. – 244 с.
5. Филиппова К. Г. Альтернативные источники энергии / К. Г. Филиппова // Вестник УГНТУ. – 2014. – №1(7). – С. 214-215. – Режим доступу <http://www.helios-house.ru/alternativnaya-energiya.html>
6. Плотников А. Д. Сравнительный анализ приборов и методов измерения скорости и направления ветра / А. Д. Плотников, Л. И. Сучкова // Вестник Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова. – 2010. – №2 – С. 119–122.
7. Горнушкин А. П. Разработка автоматизированных систем мониторинга и управления электроснабжением энергетических аппаратов / А. П. Горнушкин, В.И. Капля // Волжский политехнический институт (филиал) ВолГТУ – Режим доступу: http://www.volpi.ru/files/publications/A_P_Gornushkin_V_I_Kaplya_Razrabotka_avtomatizirovannyh_sistem_monitoringa_i_upravleniya_elektr.pdf

Зенкин Н. А., Дзюба А. А.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

В статье исследованы особенности качественной и эффективной работы альтернативных источников энергии, их метрологического обеспечения и инновационной деятельности, связаны со сферой восстановленных альтернативных источников энергии.

Сделан вывод, что внедрение альтернативных источников энергии и обеспечение их мониторинга и программно-приборного обеспечения является необходимой составляющей для развития государства.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, метрологическое обеспечение, система мониторинга, программно-приборное обеспечение.

M. Zenkin, O. Dziuba

RESEARCH OF METROLOGICAL SUPPORT OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

In the article the features of high-quality and efficient work of alternative energy sources for their metrological support and innovation activities related to the field of restored alternative energy sources.

It is concluded that the promotion of alternative energy sources and ensuring their monitoring and software and instrumentation is a necessary component for the development of the state.

Key words: alternative sources of energy, metrological support, monitoring system, software and hardware support.

Рецензент: Здоренко В. Г., д-р техн. наук,
професор, Київський національний
університет технологій та дизайну