

РОЗВИТОК МОДУЛЬНИХ ЗАСОБІВ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Б.М. Плескач^{1*}, канд. техн. наук, **Є.В. Новак**², канд. екон. наук

1 – Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є.Пухова НАН України,
вул. Генерала Наумова, 15, Київ, 03164, Україна

2 – ТОВ «ПАТРИОТ-НРГ»,

вул. Ореста Васкула, 44/50, Київ, 03179, Україна

e-mail: bn.pleskach@gmail.com, nev2011@gmail.com

Досліджено розвиток модульних засобів живлення, які використовуються як основне або резервне джерело електроенергії у важкодоступних місцях, або місцях зі складними кліматичними умовами для повного або часткового покриття електричних навантажень окремих об'єктів виробничого та соціального призначення. Основну увагу приділено концепції побудови мобільної автономної сонячно-вітрової електростанції МАСВЕС. Розглянуто особливості конструкції та наведено загальний вигляд такої електростанції. Бібл. 5, рисунок.

Ключові слова: мобільні, сонячно-вітрові, модульні електростанції.

Вступ. Питання забезпечення “чистою” та економічно ефективною електроенергією кожної людини залишається проблемою навіть сьогодні, в епоху швидкого технологічного розвитку. Оскільки понад мільярд людей не мають доступу до електроенергії, локальні рішення з її виробництва мають вирішальне значення для постачання енергії скрізь, особливо в місця, що з різних причин відключені від національних або регіональних мереж.

Розвиток та впровадження модульних та мобільних систем енергопостачання, які використовують відновлювану енергію, стрімко стає актуальними у всьому світі. Вітер, сонячна тепла енергія, сонячна фотоелектрична енергія, біомаса та геотермальна енергія – це приклади відновлюваних джерел енергії, які можуть запропонувати сталу та економічно ефективну енергію всім людям, незалежно від їхнього географічного розташування, особливо віддаленим громадам, що не мають електрозабезпечення.

Мета цієї роботи – створення концепції побудови модульних електростанцій відновлюваної енергетики, які можна швидко змонтувати.

Матеріали досліджень. Давно відомі блокові електростанції та котельні, змонтовані на базі побутових причепів або контейнерів, переваги яких у порівнянні зі звичайними електростанціями та ТЕЦ полягають у простоті, швидкості розгортання та експлуатації. Такі електростанції використовуються як основні або резервні джерела електроенергії у важкодоступних місцях, особливо в місцях зі складними кліматичними умовами для повного або часткового покриття електричних навантажень окремих об'єктів виробничого та соціального призначення. Вже звичними силовими установками в блокових електростанціях є двигуни внутрішнього згорання або газові турбіни [1]. Недоліком таких електростанцій є необхідність спалювання викопного палива.

Подальшим кроком у підвищенні ефективності використання палива стало об'єднання електростанції та котельні в єдиний мобільний когенераційний блок, в якому електростанція доповнюється котлом-утилізатором [2]. ККД такої установки за рахунок утилізатора котла досягає 90 %, але недоліком знов ж таки є необхідність спалювання викопного палива – нафти або газу. Але такий блок крім електричної енергії в змозі постачати й теплову енергію.

Новим кроком у розвитку модульних засобів енергетики стало створення малих модульних реакторів (SMR), в яких реалізована керована самопідтримувана ланцюгова реакція поділу [3]. Виготовляються такі джерела енергії за модульним принципом з урахуванням пасивної ядерної безпеки. Враховуючи меншу площу, потрібну для розташування, SMR можна розміщувати в місцях, не придатних для більших атомних електростанцій. Збірні блоки SMR можуть бути виготовлені, а потім відправлені та встановлені на місці, що робить їх доступнішими для будівництва, ніж великі енергетичні реактори. Маючи максимальну потуж-



жність не більше 300 МВт, SMR краще підходять для невеликих країн з меншим населенням і зниженим споживанням електроенергії, ніж традиційні АЕС, потужність яких сягає від 900 до 1600 МВт.

З іншого боку, подальший розвиток мобільних модульних електростанцій пішов у напрямку використання альтернативних джерел енергії – сонячного випромінювання та вітру [4]. Відновлювана енергія стає все більш важливою для боротьби зі зміною клімату та сприяння сталому технологічному розвитку. MASWES™ (Мобільна автономна сонячно-вітряна електростанція) є однією з перспективних технологій у цій галузі, яка призначена для забезпечення надійного та тривалого енергопостачання у віддалених регіонах або під час надзвичайних ситуацій [5].

Автономні системи відновлюваної енергії MASWES™ (наведено на рисунку) генерують енергію за допомогою сонячних панелей, вітрогенераторів та зберігають її в акумуляторних батареях, змонтованих в середині ISO-контейнера. Зарядно-генеруюча станція MASWES™ працює автономно, навіть без підключення до електромережі або джерела палива. Найбільша система може генерувати до 39 кВт енергії за допомогою сонячних панелей і додатково здатна продукувати до 20 кВт за рахунок вітряних турбін. Обидва джерела енергії можна використовувати одночасно для заряджання акумуляторів або безпосереднього живлення пристроїв споживачів.

ISO-контейнери можна транспортувати морським, автомобільним, залізничним і навіть повітряним транспортом. Конструкція станції MASWES™ дає змогу повністю упакувати один ISO-контейнер і транспортувати його в будь-яку точку світу без обмежень. Крім того, стандартний ISO-контейнер розміром 40 футів (12 метрів) або інших формфакторів – це об'єкт, транспортування якого легко узгодити з будь-якою логістичною компанією. Після доставки до місця призначення контейнеровозом з боковим (sideloader) чи похилим (tilt bed) завантаженням вся станція розгортається двома майстрами-монтажниками впродовж одного дня. Всередині контейнера розташовані дві горизонтально-осьові вітряні турбіни висотою до 14 метрів від рівня землі та 165 квадратних метрів фотоелектричних панелей – це два головних джерела енергії, які працюватимуть одночасно і сумарно вироблятимуть до 59 кВт електроенергії.

Контейнер також має відсік для зберігання сонячних панелей і вітрогенераторів, акумуляторні батареї з інверторами, три зарядні станції, обладнані стандартними роз'ємами, гідравлічні механізми та/або електродвигуни-актуатори, гвинтові палі, кондиціонер, вбудований комп'ютер для моніторингу системи, систему газового пожежогасіння, охоронну та пожежну сигналізацію, камери відеоспостереження і, на останок, систему захисту від блискавки та заземлення. Говорячи неінженерною мовою – ви отримаєте власну електростанцію, яка складатиметься із частин скоріше, ніж конструктор лего.



Ключові характеристики систем MASWES™:

- Легкість у транспортуванні – одна з головних особливостей і величезний стрибок до покращення рентабельності цієї станції та простота встановлення її там, де власник захоче;
- Безшумна робота – на відміну від інших джерел енергії, вітряні та особливо сонячні електростанції майже не створюють шуму. Це може бути рішенням, що матиме великий потенціал для готельного бізнесу та для забезпечення електроенергією цілих масивів будинків і котеджів;
- Автономність – система MASWES™ спроектована таким чином, щоб функціонувати без необхідності підключення до електромережі або постачання палива. Система виробляє та зберігає власну відновлювану електроенергію. Інтеграція сонячних панелей та вітряних турбін в єдину систему оптимізує виробництво електроенергії та забезпечує гнучкість за відсутності вітру (штиль) або сонячного світла (ніч). Найліпші погодні умови дають змогу генерувати до 420 кВт·год електроенергії на добу;
- Зручність експлуатації такого пристрою дозволяє будь-кому легко користуватися станціями;
- Хороше співвідношення ціни та якості – розумні станції екологічної енергії, на зразок MASWES™, є гарною інвестицією в довгостроковій перспективі й досить швидко можуть виправдати вкладені кошти;
- Низька вартість обслуговування – порівняно з енергією, що видобувається з викопного палива, та атомною енергією, відновлювана енергія не потребує регулярних інвестицій і частого обслуговування;
- Надійність – сонце і вітер є завжди. Принаймні одне джерело живлення завжди живитиме станцію, щоб заряджати батареї. Під час тривалого відключення центрального електропостачання ця енергія є повністю відновлюваною і безкоштовною.
- Система відеоспостереження дозволяє підтримувати безпеку та збереження майна.

Максимально корисне співвідношення використаного обладнання, простору і продуктивної енергії досягається завдяки контейнерній основі ISO, яка в розгорнутому вигляді має три різні робочі рівні. Найнижчий – це фундамент з гвинтовими палями, що закріплюють зарядно-генеруючу станцію до землі, забезпечуючи її стійкість навіть під час суворих погодних умов. Середній рівень є відсіком для розміщення електричного обладнання. Третій найвищий рівень складається зі змонтованих вітряних турбін та сонячних панелей.

Позиціонування станції є невід'ємною частиною гарантії максимальної продукції енергії. Найефективніше розміщувати станцію в добре освітленій сонцем протягом усього світлового дня місцевості, де вітряні турбіни будуть піддаватися впливу вітру максимально потужно та якісно. Сонячні панелі мають бути нахилені до сонця для досягнення максимальної продуктивності. 165 квадратних метрів двосторонніх фотоелектричних панелей і сонячних рефлекторів дають змогу збирати навіть ті сонячні промені, які за інших умов були б розсіяні. Акумуляторні батареї дозволяють зберігати згенеровану енергію та використовувати її тоді, коли є потреба споживання.

Глобальний попит на енергію зміщується в бік більш екологічно сприятливих і стійких відновлюваних джерел енергії, тому важливо досліджувати нові методи вироблення альтернативної енергії. Модульні станції MASWES™ є доцільним рішенням, оскільки вони компактні, практичні та портативні, а також відносно прості в установці. Модульна конструкція станції також дає змогу легко розширювати або модернізувати її, щоб задовольнити зростаючий попит на енергію.

Висновки. Таким чином на базі уніфікованих морських контейнерів може бути створена лінійка модульних засобів різної потужності, призначених для постачання електроенергії на різні об'єкти виробничого та соціального призначення, починаючи від ядерних і закінчуючи сонячними і вітровими. Вибір таких засобів залежить від ресурсів, які знаходяться в розпорядженні споживача, потрібних обсягів енергоспоживання, графіків навантажень та інших вимог та обмежень. Однак, серед них слід за можливості віддавати перевагу більш безпечним і найбільш екологічно чистим засобам, заснованим на відновлюваних джерелах енергії.

1. Энергомаш: Мобільна блочно модульна дизельна електростанція – 1.4 МВт, <https://www.youtube.com/watch?v=9YTu5VG6CQU>
2. Маляренко В.А., Шубенко О.Л., Андреев С.Ю., Бабак М.Ю., Сенецький О.В. Когенераційні технології в малій енергетиці. Монографія. Харків ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 418 с.
3. Joanne Liou, What are Small Modular Reactors (SMRs) *International Atomic Energy Agency*, 2021, <https://www.iaea.org/newscenter/news/what-are-small-modular-reactors-smrs>.
4. To make the world electricity generation greener, cheaper, and decentralized. *Published on the MASWES page*, <https://maswes.net/>
5. E. Novak, B. Pleskach and others. Mobile autonomous solar-wind electrical station. Patent USA № 11.689.025 B2, Jun. 27, 2023.

DEVELOPMENT OF MODULAR MEANS OF RENEWABLE ENERGY

B.M. Pleskach¹, E.V. Novak²

1 – Institute of modeling problems in energy named after G. E. Pukhova, National Academy of Sciences of Ukraine, General Naumova str., 15, Kyiv, 03164, Ukraine

2 – PATRIOT-NRG LLC,

Oresta Vaskula str., 44/50, Kyiv, 03179, Ukraine

e-mail: nbn.pleskach@gmail.com, ev2011@gmail.com

The development of modular power supplies, which are used as the main or reserve source of electricity in hard-to-reach places, or places with difficult climatic conditions for full or partial coverage of electrical loads of individual industrial and social facilities, has been studied. The main attention is paid to mobile autonomous solar and wind power plants (MASVES). The features of construction are considered and a drawing of the general appearance of such a power plant is given. Ref. 5, figure.

Keywords: mobile, solar-wind, modular power plants.

1. Energomash: Mobile block modular diesel power plant – 1.4 MW, <https://www.youtube.com/watch?v=9YTu5VG6CQU>
2. Malyarenko V.A., Shubenko O.L., Andreev S.Yu., Babak M.Yu., Senetskyi O.V. Cogeneration technologies in small-scale power engineering, Monograph, Kharkiv XNUMX named after O. M. Beketova, 2018, 418 p.
3. Samuele Furfari, Squaring the energy circle with SMRs, *Sustainability Times*, 2019, <https://www.sustainability-times.com/uncategorized/squaring-the-energy-circle-with-smrs/>
4. To make the world electricity generation greener, cheaper, and decentralized. *Published on the MASWES page*, <https://maswes.net/>
5. E. Novak, B. Pleskach and others. Mobile autonomous solar-wind electrical station. Patent USA № 11.689.025 B2, Jun. 27, 2023.

Надійшла: 05.06.2023

Прийнята: 16.02.2024

Submitted: 05.06.2023

Accepted: 16.02.2024