

ВИКОРИСТАННЯ СЕС ЯК ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Коломієць Д.П., ст. викл.
Кухарик Р.С., здобувач РВО бакалавр
Фесенко О.М., здобувач РВО бакалавр
Національний університет харчових технологій
м. Київ, Україна, dmko2023@i.ua
Чумаченко С.М., д.т.н., с.н.с.
Громадська організація «Асоціація фахівців
цивільного захисту», м. Київ, Україна

Анотація: Структура типової сонячної електростанції (СЕС) включає в себе серію фотовольтаїчних модулів, об'єднаних у стрінги для генерації постійного струму (DC); контролери заряду, що конвертують високовольтні DC стрінги у напругу, необхідну для зарядки акумуляторних батарей; інвертори для перетворення DC у змінний струм (AC), блок керування запуском генератора, захисні елементи – запобіжники, блискавкозахист та автоматичні вимикачі. Контролер заряду, інвертор та пристрої автоматики, наприклад, для генератора можуть бути як окремими модулями, так і інтегрованими в єдиний мультифункціональний блок. За всієї уявної простоти налаштування та роботи СЕС у процесі її експлуатації виникає ряд питань, які вимагають невідкладних рішень, особливо за умов нестабільної роботи ОЕ в умовах надзвичайних ситуацій. Очевидним є той факт, що узгодження взаємодії СЕС та ОЕ, використання СЕС як автономних джерел живлення малопотужних споживачів тощо, не відбудеться без масштабної диджиталізації.

Ключові слова: сонячні електростанції, налаштування, використання, електропостачання, диджиталізація

Досліджували перспективу використання в якості резервного джерела живлення малопотужних приймачів діючої гібридної сонячної електричної станції (рис. 1), розташованої у Київській області, що за умовами природної інсоляції віднесена згідно діючих ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» до II світлокліматичного територіального району України.

Основне налаштування станції – обладнання компанії Victron Energy (Нідерланди): гібридний інвертор Multi RS Solar 48/6000/100-450/80 1 tracker (1 шт.) – основний інвертор потужність 6 kW; сонячний зарядний пристрій Victron Smartsolar MPPT RS 450/100-Tr (1 шт.) – додатковий потужністю 5 kW; панель керування Victron Energy Cerbo GX (1 шт.) – основний промисловий комп'ютер, що здійснює керування всією лінійкою продуктів компанії; сонячні модулі китайського виробника Ja Solar JAM72S30-545/MR (36 шт.) – загальною потужністю 19,6 kW. Вхід і вихід інвертора підключені через диференційний автомат HAGER AD982J C32 30ma. Захист мереж DC (постійний струм від сонячних модулів) – за допомогою запобіжників CN 10x38 gPV 16A 1000V (10kA) встановлених у тримачі ETI EFH 10 DC (Словенія). Захист з'єднань з мережею змінного струму (AC) здійснюється за рахунок однополюсних автоматів марки HAGER MC132A C32, диференційних реле (УЗО) Schneider Electric Easy9 63 A 100 mA та обмежувача перенапруги ETI ETITEC SM T12 300 / 12,5 (3 + 1, 4p, TT, TN-S). Для захисту від блискавки використано

розрядник GEYA GSP9-C40PV. Для електричних з'єднань обладнання використано кабелі виробників: DIHOOL Silicone (Китай), KBE Solar (Німеччина), Одесакабель і Запорізький кабельний завод (Україна).

На перший погляд, алгоритм роботи даної гСЕС може здатися досить простим для замовника: наявність сонячного світла сприяє живленню навантаження та одночасному заряджанню акумуляторів; за відсутності сонця навантаження живиться від батарей; у разі розрядження батарей система переходить на використання об'єднаної електромережі (ОЕ). Однак, у процесі експлуатації виникає ряд питань, які вимагають невідкладних рішень, особливо в умовах надзвичайних ситуацій таких, як бойові дії, коли є пошкодження обладнання мереж живлення, але проведення детального огляду та необхідних аварійно-відновлювальних робіт можливо тільки в залежності від безпекової ситуації, після дозволу військових.

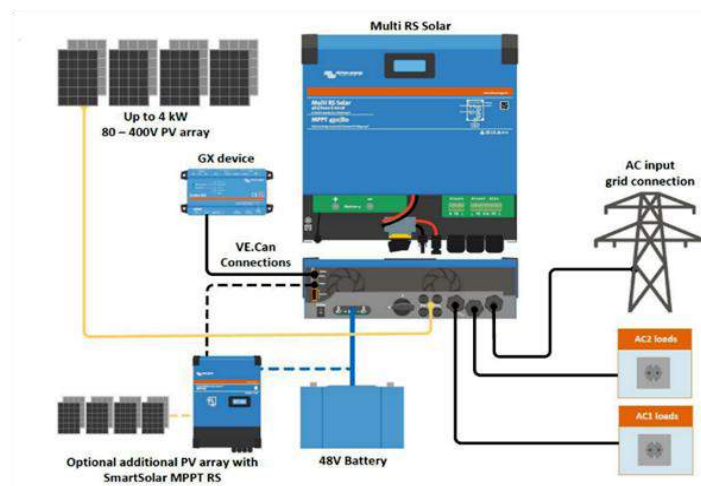


Рис. 1. Структурна схема та обладнання гСЕС

Проведено аналіз та рішення деяких ситуаційних задач, зокрема:

1. Як діяти у ситуації, коли електромережа стала недоступна через аварію, а батареї вже розряджені. Логічно, що алгоритм роботи гСЕС не повинен допускати такої ситуації. Зазвичай це досягається встановленням двох обмежень (порогів): першого – порогу розрядження батареї, що застосовується при доступності електромережі для уникнення аварійних випадків, та другого – порогу максимально допустимого розрядження при відсутності мережі. Мінімізація глибини розрядження батареї збільшує кількість циклів її заряджання-розрядження, яка має прямий вплив на термін її служби.

Якщо ми встановили ліміт розрядження на рівні, наприклад, 40% для аварійних випадків і в подальшому використовуємо електромережу, існує ситуація, коли глибоке розрядження батареї вночі може бути економічно недоцільним через нижчий тариф. У ранкові години, коли сонячна активність недостатня, може виникнути необхідність купувати електроенергію за вищим ранковим піковим тарифом. Очевидно, що оптимальним рішенням є управління потоками енергії таким чином, щоб на ранок зберегти достатній рівень заряду батареї, уникаючи купівлі електроенергії за високим тарифом, а замість цього використовувати електроенергію ощадливого нічного тарифу і не розряджати

акумулятор. Таку ситуацію також можна вирішити застосуванням нічного порогу розрядження.

2. Розрахунок оптимальної або мінімальної кількості фотовольтаїчних модулів, потужності інвертора та ємності акумуляторної батареї відповідно до середньої, пікової потужності та обсягів споживання, типу навантаження об'єкту є обов'язковою умовою при проєктуванні. Але як діяти у випадку непередбачуваного довготривалого високого споживання накопиченої електроенергії, коли батареї розряджені до критичного рівня ще до початку дії нічного тарифу? На наш погляд більш раціонально використовувати електромережу вночі для живлення об'єкту та одночасного зарядження батарей до рівня, достатнього для забезпечення потреб ранкового часу, коли сонячна активність буде ще недостатня, а купувати зранку дороге.

3. Що робити коли світить яскраве сонце, акумуляторні батареї повністю заряджені, але поточне споживання електроенергії недостатнє? Така ситуація призводить до втрати потенційної сонячної енергії (Lost Solar Energy) або невикористання сонячної енергії (Unused Solar Energy), яка могла б бути генерована. Це вимагає імплементації системи моніторингу для ідентифікації таких моментів, а також за необхідності ефективного перерозподілу енергії на додаткові приймачі, наприклад малопотужне холодильне обладнання для збереження продуктів харчування. Виробники обладнання СЕС по різному вирішують поставлені питання. Якийсь функціонал інтегрований в інвертор, якийсь в окремий блок керування окремим процесом. Для інтеграції з системами керування або моніторингу виробники часто використовують власні або стандартні промислові протоколи, наприклад такі як Modbus, які входять у функціональні блоки їх розробки. Так для розглянутої gСЕС контроль та регулювання температури акумулятора Pytes E-BOX-48100R, зібраного з трьох літєвих акумуляторних батарей, виконує система WiFi SONOFF (Китай). Максимальний зарядний та розрядний струм в залежності від температури та рівня заряду батареї витримується контролером Pytes, що передає данні через CAN-шину основному контролеру Cerbo GX. Пристрій GX отримує ліміт напруги заряду (CVL), ліміт струму заряду (CCL) і ліміт струму розряду (DCL) від цієї батареї та передає їх інвертору та усім підключеним зарядним пристроям. Контроль споживання енергії здійснюється лічильниками електроенергії – TOMZN Tuuya Smart Energy Meter (Китай) та системи smart-MAIC (Україна). На час обслуговування або аварійного тимчасового вимкнення СЕС передбачено автоматичне перемикання батарей на загальну мережу перемикачем вводу резерву TAXNELE Dual Power Automatic Transfer Selector (Китай). Сучасна електронна систем типу Victron Remote monitoring (VRM) і Cerbo GX дозволяє дистанційно проводити моніторинг та управляти СЕС в режимі реального часу.

При проєктуванні будь-якої СЕС слід надавати перевагу у виборі тому обладнанню, яке підтримує кастомізацію на рівні користувача/інсталятора та спонукає до широкого впровадження діджиталізації в оперативне управління процесами електропостачання в умовах надзвичайних ситуаціях з врахуванням викликів та обмежень сьогодення.