

## ПРОБЛЕМА ІНТЕГРУВАННЯ ПРИВАТНИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В РОЗПОДІЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ

Жарков В. Я.<sup>1</sup>, Жарков А. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Таврійський державний агротехнологічний університет (м. Мелітополь),

<sup>2</sup>ТОВ "ЮБС-Холод" (м. Харків)

*Розроблені і запатентовані дахові когенераційні СЕС інтегровані в розподільні електромережі.*

**Постановка проблеми.** Проблема підвищення енергетичної ефективності приватних дахових СЕС вкрай актуальна. Фактори, що стримують їхнє впровадження: ККД і ціна фотопанелей. Актуальним також є місце генерації СЕС в добовому графіку навантаження (ДГН) розподільної електромережі [1, 2, 3].

**Аналіз останніх досліджень.** Ефективність роботи фотоенергетики в значній мірі визначається ККД фотоелектричних перетворювачів (ФЕП), та істотно залежить від їх температури. Основною причиною зниження ККД є нагрів ФЕП. При нагріванні ФЕП на один градус понад 25°C він втрачає в напрузі 0,002, тобто 0,4%/°C [1].

**Мега статті.** Обґрунтувати доцільність інтеграції в розподільну електричну мережу (РЕМ) розроблених нами когенераційних сонячних електростанцій з охолоджувальними фотоелектричними модулями (ФЕМ) циліндричної форми.

**Основна частина.** Збільшити ККД ФЕП можна за рахунок їх охолодження і додаткового отримання теплоти (Пат. №№ 97080, 97782, 106635), що вельми актуально для домогосподарств, особливо селянських. Сонячний ФЕМ циліндричної форми містить дві скляні колби з боросилікатного скла, яке забезпечує пропуск хвиль сонячної радіації в діапазоні 0,4 ... 2,7 мкм. Колба меншого діаметра розташована в прозорій колбі більшого діаметра (одна в одній), з'єднані між собою подібно посудині Дьюара з вакуумною порожниною між ними (Пат. №№ 97080, 97782, 106635). Сонячне світло вільно проходить через зовнішню прозору трубку і попадає на поверхню ФЕП, розташованого на внутрішній скляній трубці меншого діаметру, які генерують електричну енергію. ФЕП виготовлені з напівпровідникового матеріалу, який можна наносити тонкою плівкою безпосередньо на скло. Така конструкція ФЕМ забезпечує збільшення кількості поглиненого світла (а, отже, і кількості генерованої електроенергії) протягом дня, без зміни його положення. Охолоджувальна рідина, проходячи по трубках, відбирає тепло, знижуючи робочу температуру ФЕП, що забезпечує збільшення його ККД. Рух охолоджувальної рідини в ФЕМ від нижньої до верхньої частини колектора забезпечується за принципом термосифона або теплової труби.

Нами розроблено і запатентовано кілька принципів схем присадибних когенераційних СЕС (Пат. №№ 103043, 107333, 107991). Для присадибної СЕС найбільш прийнятним є ФЕМ циліндричної форми з охолоджувальною рідиною, наприклад, водою.

Запропонована схема присадибної СЕС з використанням запатентованого нами ФЕМ охолоджувального

рідину, має високий ККД при відносно низькій вартості. Використання води в якості охолоджувальної рідини дозволяє виконати охолоджувальний контур відкритим, а підігріту воду використовувати для господарських потреб.

З 12 січня 2016 р. в Україні введено "зелений" тариф на електроенергію, вироблену приватними домогосподарствами з відновлюваних джерел потужністю до 30 кВт, з прив'язкою до курсу ЄВРО. Для фізичних осіб максимальна потужність СЕС – 30 кВт. Кількість житлових індивідуальних будівель в Україні – 6,5 мільйонів.

Для розгляду проблеми інтеграції ми зняли ДГН за 1.08.2017 для приватних дахових СЕС1 і СЕС2 (рис.1,2), які знаходяться у різних районах міста, і порівняли їх з ДГН характерних електроспоживачів розподільної електромережі: ПП "Молокозавод ОЛКОМ", ВАТ "Мелітопольський м'ясокомбінат", трансформаторна підстанція 35/6 кВ "Червона зірка".

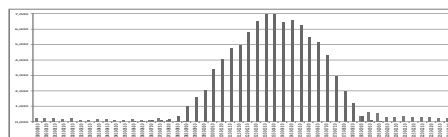


Рисунок 1,а – ДГН Приватної дахової СЕС1

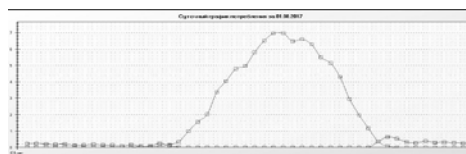


Рисунок 1,б – ДГН Приватної дахової СЕС1

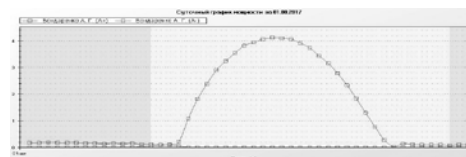


Рисунок 2 - ДГН Приватної дахової СЕС2

**Характеристика СЕС1:** Орієнтація – на південь під кутом 40° до горизонту; тип фотопанелей - полікристалічні; потужність - 20 кВт (38 x 0,25 кВт + 41 x 0,26 кВт); перша черга 10 кВт, 2016 р. +10 кВт, 2017 р); приєднані до електромережі 0,38 кВ через інвертори 2 x 10 кВт; надлишки електроенергії продаються в енергосистему за "зеленим тарифом". ДГН СЕС1

зображена у вигляді лінійчатої гістограми (рис.1,а) і ламаної кривої (рис. 1,б).  $P_{\max} = 7 \text{ кВт}$  о 13 год-30 хв.

Споживач: будинок, загальною площею  $300 \text{ м}^2$  (з них опалювальна 50%); електроротел - 10 кВт.

Таблиця 1 Щомісячне споживання електроенергії, кВт.год.

Місяць	Споживання (+)	Відпуск (-)
Березень	2047,275	627,536
Квітень	279,439	1335,630
Червень	105,299	2267,051
Липень	133,306	2269,624
Серпень	197,750	2310,067
Вересень	234,402	1905,131

**Характеристика СЕС2:** Орієнтація – на південь і північ, по двоскатному даху. За площею і кількістю фотопанелей - значно менша.  $P_{\max} = 4,1 \text{ кВт}$  о 13 год-30 хв (рис. 2).

На рис. 3 поданий ДГН ПП "Молокозавод - ОЛКОМ", а на рис. 4 – ДГН ВАТ "Мелітопольський м'ясокомбінат" за 1.08.2017р. Обидва графіки мають максимуми навантажень, які співпадають з  $P_{\max}$  СЕС1 і СЕС2.

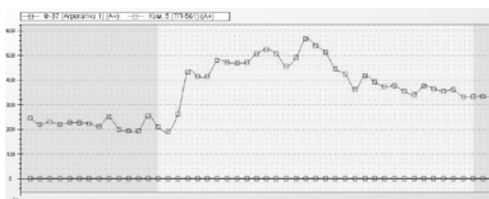


Рисунок 3 – ДГН "Молокозавод - ОЛКОМ"

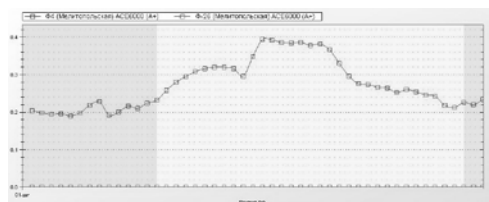


Рисунок 4 – ДГН "Мелітопольський м'ясокомбінат"

На рисунках 5, 6 подані ДГН двотрансформаторної ПС 35/6 кВ "Червона гірка" з трансформаторами Т1 і Т2 з номінальною потужністю по 16 МВА.

До фідера 14 трансформатора Т2 приєднаний будинок із СЕС1, пік навантаження якої (7 кВт) співпав з максимумом навантаження ПС. З 10 до 16 години навантаження 5 МВт з Т2 було переключене на Т1, де підскочило до 10...11 МВт (рис.6).

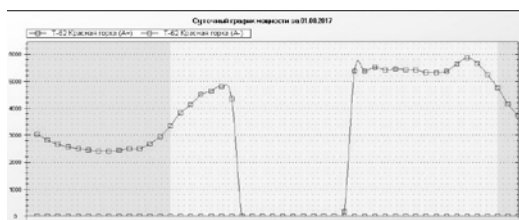


Рисунок 5 – ДГН Т2 ПС "Червона гірка"

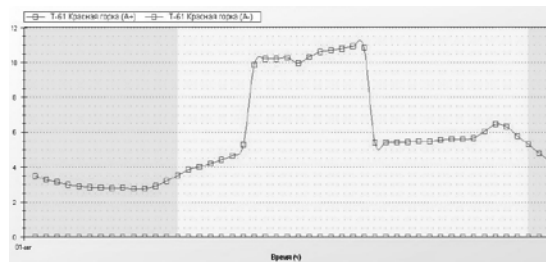


Рисунок 6 – ДГН Т1 ПС "Червона гірка"

**Висновок.** Дахові СЕС нормально вписуються в ДГН характерних споживачів міста. Перевага когенераційних СЕС з охолодувальними ФЕМ циліндричної форми полягає в збільшенні загального ККД, спрощенні монтажу на горизонтальному даху, в можливості маневрування ДГН за рахунок зміни генерації електричної потужності на теплоту і навпаки.

#### Список використаних джерел

1. Жарков А. В. Приусадебная солнечная электростанция с охлаждаемыми фотоэлектрическими модулями / А. В. Жарков, А. М. Королев // Вестник аграрной науки Дона.– 2017.– № 1 (37).– С. 57-62.
2. Тугай Ю. І. Інтеграція поновлюваних джерел енергії в розподільні електричні мережі сільських регіонів / Ю. І. Тугай, В. В. Козирський, О. В. Гай, В. М. Бодунов // Технічна електродинаміка. – 2011.– № 5. – С. 63-67.
3. Дудніков С. М. Деякі аспекти проектування комбінованих систем енергопостачання з поновлюваними джерелами з врахуванням концепції Smart Grid / С. М. Дудніков // Збірник ХНУМГ. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. – 2014. – Вип. 118 (1). – С. 67-71.

#### Анотація

### ПРОБЛЕМА ИНТЕГРИРОВАНИЯ ЧАСТНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

Жарков В. Я, Жарков А. В.

*Разработаны и запатентованы крышные когенерационные СЭС интегрированные в распределительные электрические сети.*

#### Abstract

### THE PROBLEM OF THE INTEGRATION OF PRIVATE SOLAR POWER IN THE ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORK

V. Zharkov, A. Zharkov

*Developed and patented roof cogeneration SES is integrated into the power supply.*