

## ПРО ПЕРСПЕКТИВУ ВИКОРИСТАННЯ ПРИВАТНИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ ЗАРЯДКИ ЕКОМОБІЛІВ В УКРАЇНІ

Галько С.В.<sup>1</sup>, Довгалюк С.М.<sup>2</sup>, Жарков А.В.<sup>3</sup>, Жарков В.Я.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Таврійський державний агротехнологічний університет,

<sup>2</sup>Харківський національний технічний університет «ХПІ», <sup>3</sup>ТОВ «ЮБС – Холод», Україна

### ВСТУП

Світові продажі електричних і гібридних авто з кожним роком збільшуються мінімум удвічі. Найбільше електромобілів в Китаї. На другому місці – Європа, особливо скандинавські країни. За результатами продажів 2017 року на дорогах Землі роз'їжджало 3,1 млн. електромобілів. Перше півріччя 2018 року додало до цієї цифри ще 800 тисяч. До кінця поточного року очікується, що кількість екомобілів перетне позначку в 5 млн.

Україна - в п'ятірці країн щодо ринку екомобілів. У 2017 р. українці купили 2697 авто – це в 2,3 рази більше ніж в 2016-м. Загалом в Україні за даними МВС станом на 1.05.2018 р. зареєстровано 7439 екомобілів, що майже вдвічі перевищує показник минулого року (до 2016 р. - 418 од., 2016 р. – 1521 од., 2017 р. - 3818 од.), повідомляє Autogeek.

Близько 56% екомобілів були зареєстровані в Києві, 1106 машин - в Одеській області, і 949 - в Харківській. Водночас зазначається, що в Україні відчувається гостра нестача швидких зарядних станцій - їх в десять разів менше, ніж звичайних.

Відсутність інфраструктури є одним із головних бар'єрів для розвитку ринку електромобілів в Україні. Та й вартість самих "батареї" завелика. Але вже помітні зміни на краще – заправок стає все більше. За їх будівництво взялися великі корпорації, зокрема – ДТЕК. По Одеській, Київській та Харківській областях вже є непогане охоплення. Напевно, саме тому «зелені авто» тут продаються успішніше.

Головною перевагою електромобілів є можливість заряджати їх в будь-якому місці, де є звичайна побутова електромережа. Для цього використовується зарядний пристрій, вмонтований в кожен електромобіль, і зарядний шнур. Самий простий спосіб зарядки електромобіля в гаражі від звичайної розетки 220/230 Вольт, 16 Ампер. Розрізняють 4 режими «заправки бака» електромобіля (в англоязычній термінології Mode) [1].

Mode 1 - самий базовий. Зарядка змінним струмом від побутової електромережі. Він не гарантує безпеки у випадку перегріву кабелю / розетки чи короткого замикання, а тому не рекомендований в сучасних електромобілях. Час зарядки стандартного електрокара з батареєю в 20-25 кВт\*год. становить 6-8 годин.

Mode 2 те ж саме, але з застосуванням фірмового кабелю з захистом, який за допомогою простих світових індикаторів інформує про протікання зарядки.

Mode 3 - зарядка більшим змінним струмом з використанням окремої спеціальної розетки, яка по суті є зарядною станцією. В залежності від типу кабелю і розетки, може видавати від 7,2 до 43 кВт. Відповідно, тривалість «заправки» стандартного електрокара становить від 4 годин до декількох хвилин.

Mode 4 - самий швидкий спосіб зарядки електромобіля з використанням джерела постійного струму, але не більше 1-2 швидкої зарядки на тиждень [1].

В Україні нараховується 1179 станцій підзарядки електромобілів (в 2015 р. було 62 станції, в 2016 р. – 287, в 2017 р. – 577). Особливо активно мережа електрозаправок розвивається в Чернігівській, Полтавській і Харківській областях. Також відносно рівномірно покрита зарядками Західна Україна. Наявність електрозаправок уже чітко простежується вздовж головних автомагістралей: траси Київ-Полтава-Харків, Київ-Одеса, Харків-Дніпро-Запоріжжя-Мелітополь-Азовське море. Інфраструктуру зарядних станцій в Україні складають як станції, спеціалізовані тільки на підзарядці електрокарів, відомих АЗС, так і позамережні зарядки біля ресторанів, готелів та ін. закладів. Окремим способом зарядки електрокара є система «зарядки» від сонячних батарей.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

На сьогодні всього в Україні налічується 6,5 млн. приватних домогосподарств (ПДГ). З них на 30.09.2018 р. 6031 ПДГ оснащені даховими сонячними електростанціями (СЕС), загальною потужністю 121 МВт, що працюють за «зеленим» тарифом (табл.1) [2].

Таблиця 1 - Динаміка збільшення кількості приватних СЕС за 2014-2018 рр.

Рік	Кількість, од.	Потужність, МВт	Зростання, МВт
2014	21	0,1	0,1
2015	244	2,2	2,1
2016	1109	16,7	14,5
2017	3010	51	34,3
30.09.18	6031	121	70

Українці з 2015 року інвестували в приватні СЕС 120 млн. євро і встановили сонячні панелі загальною потужністю більше 120 МВт.

На кінець третього кварталу 2018 року беззастережним лідером по приватним СЕС є Київська область (727 СЕС), потім Дніпропетровська (694 СЕС). Першу трійку замикає Тернопільська область (522 СЕС). Услід йдуть Кіровоградська (401), Івано-Франківська (363), Херсонська (359), Закарпатська (337) та інші регіони. Розриви між ними мінімальні. Нажаль, у Запорізькій обл. на 30.09.2018 р. налічувалось всього 56 приватних СЕС, це – найгірший показник, якщо не рахувати Луганськ (8 СЕС) [2].

Ті приватні домогосподарства, які вмонтували сонячні електростанції у 2017-2019 рр., можуть продавати надлишкову частину електроенергії по тарифу 0,18 євро/кВт.год. до 2030 року. Переважна більшість ПДГ надають перевагу мережним СЕС, щоб заробити на відпущеній електроенергії [3,4].

Переходити на «сонячну» електроенергію також допомагає влада на місцях. Зокрема, на Львівщині з обласного бюджету ПДГ повертають 10% суми кредиту на сонячні панелі, а на Житомирщині – 20% суми кредиту. У м. Хмельницькому та м. Броди (Львівська обл.) з міського бюджету повертають 10% вартості робіт із встановлення СЕС.

Стрімкий попит населення на «сонячну» електроенергію пояснюється прийнятим у 2015 р. Законом України № 514-VIII, яким надано вигідний «зелений» тариф із прив'язкою до курсу євро. Це означає, що ПДГ може продавати надлишок згенерованої «чистої» електроенергії в мережу і швидко повертати кошти, вкладені у СЕС без застережень щодо інфляції. Держава викупує за стимулюючим «зеленим» тарифом тільки надлишки електроенергії - різницю між відпущеною в електромережу сонячною електроенергією і власним споживанням. Чим вище потужність СЕС, тим більше електрики може продати її власник. А значить - тим швидше він зможе повернути кошти, які були вкладені в придбання устаткування [4].

Проведено кореляційний аналіз добових графіків навантаження (ДГН) приватних СЕС нашого міста (рис.1) між собою та еквівалентного ДГН СЕС<sub>екв</sub> з ДГН автозаправочної станції «Гефест» літнього дня (рис.2) [3,4,5].

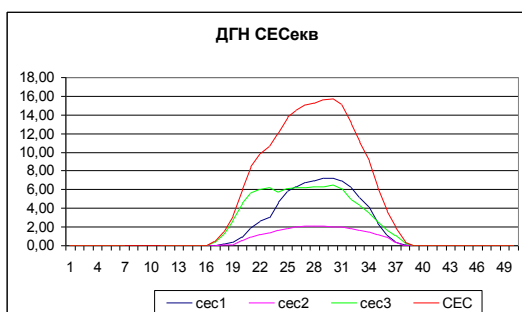


Рисунок 1 - ДГН СЕС<sub>екв</sub> 3-х приватних СЕС

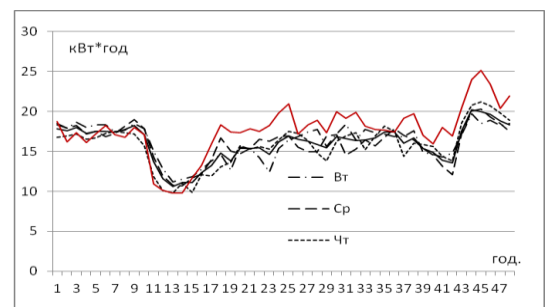


Рисунок 2 - ДГН АЗС «Гефест»

В табл. 2 наведені розраховані енергетичні показники кожної СЕС [4,6]: коефіцієнт максимальної потужності  $K_M$  та коефіцієнти використання встановленої потужності за добу  $K_{ВВПд}$  і за рік  $K_{ВВПр}$ , а також коефіцієнт парної кореляції СЕС2 і СЕС3 з СЕС1.

Таблиця 2 - Енергетичні показники СЕС1, СЕС2, СЕС3 за 03.10.2017 р.

Показник	СЕС <sub>1</sub>	СЕС <sub>2</sub>	СЕС <sub>3</sub>
Орієнтація	південь	південь	схід-захід
$P_{вст}, \text{кВт}$	20	5,2	30
$P_{макс}, \text{кВт}$	7	2,25	7,1
$K_M = P_{макс} / P_{вст}$	0,35	0,43	0,237
$W_{д}, \text{кВт.год}$	60,88	25,07	88,77
$K_{ВВПд} = W_{д} / 24P_{вст}$	0,139	0,201	0,123
$W_{р}, \text{кВт.год}$	17611	7080	27738
$K_{ВВПр} = W_{р} / 8760P_{вст}$	0,101	0,155	0,106
Коеф. парної кореляції з СЕС <sub>1</sub> $r_{xy}$	$r_{xy} =$	0,986945	-
	$r_{xy} =$	-	0,936412

Коефіцієнт кореляції Пірсона  $r_{xy}$  визначається за формулою

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \times \sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

де  $x_i$ - значення змінної  $x$ ;  $y_i$  - значення змінної  $y$ ;  $\bar{x}$  – середнє арифметичне значення для змінної  $x$ ;  $\bar{y}$  – середнє арифметичне значення для змінної  $y$ .

Із табл. 2 слідує: найбільш високі енергетичні показники у СЕС2 з орієнтацією на південь, у СЕС1 - дещо менші, а у СЕС3, з орієнтацією «схід-захід», показники найнижчі.

Коефіцієнт кореляції Пірсона за світовий день між ДГН СЕС<sub>екв</sub> (див рис. 1) та автотранспортною станцією «Гефест» (див. рис. 2) розрахований за формулою 1, становить  $r_{xy} = 0,8536$ , тобто маємо високий кореляційний зв'язок.

**Висновки.** На базі приватних СЕС може бути створена локальна мережа ефективних станцій для заряду акумуляторів електромобілів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. <https://ecotechnica.com.ua/stati/1718>
2. <https://prel.prom.ua/n223975>
3. Жарков В.Я. Проблема інтегрування приватних сонячних електростанцій в розподільні електричні мережі / В.Я Жарков, А.В. Жарков// Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Вип.187 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України».-Харків: ХНТУСГ, 2017.- С.44-45.
4. Жарков А.В. Кореляційний аналіз ДГН приватних дахових СЕС та переробних підприємств міста щодо їх інтеграції в локальну електромережу/ А.В. Жарков// Збірник статей: «Розвиток науки в ХХІ столітті» 1 ч.- Харків: Знання, 2018. – С. 44-58.
5. Жарков В.Я. Присадибна сонячна електростанція з фотоелектричними модулями циліндричної форми/ В.Я.Жарков, С.В. Галько, А.В. Жарков // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Вип.165 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України».- Харків: ХНТУСГ, 2015.- С.25-26.
6. Догалюк С.М. Оцінка ефективності використання відновлюваних джерел енергії в об'єднаній енергосистемі України / С.М. Догалюк, О.П. Лазуренко, Ш.Н. Саїдов, І.С. Яковенко// Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Вип.196 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». –Харків: ХНТУСГ, 2018.- С.45-50.