

УДК [621.311.25:551.521.1]:63

Микола Тарасенко, д.т.н., проф., Катерина Козак, к.т.н., ст. викладач
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В УКРАЇНІ

Досліджено енергетичну ефективність сонячних електростанцій в умовах України. Проведено відповідні розрахунки та побудовано графічні залежності.

Ключові слова: енергоефективність, сонячні електростанції, енергоресурси.

Mykola Tarasenko, Kateryna Kozak

ENERGY EFFICIENCY OF SOLAR POWER PLANTS IN UKRAINE

There has been researched the energy efficiency of solar power plants in the conditions of Ukraine. It has been calculated energy efficiency of solar power stations and constructed corresponding graphic dependences.

Keywords: energy efficiency, solar power, energy resources.

При величезних обсягах витрачання енергоресурсів людство не зможе витримати високі темпи нарощування енергоспоживання не тільки за запасами паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) та економічними можливостями, але й за вимогами екології. Наслідки впливу використання ПЕР на навколишнє середовище є згубними й незворотними для існування вищих форм життя на Землі. Інтенсивне спалювання вуглеводного палива призводить до зростання концентрації вуглекислого газу та інших газових домішок в атмосфері, підсилюючи дію парникового ефекту. Вже сьогодні спостерігаються значні просторові неоднорідності полів температур. Виникають стихійні катаклізми. Все це вказує не тільки на необхідність скорочення питомих витрат енергоносіїв, але й на актуальність переходу до альтернативної енергетики та регулювання чисельності населення на планеті.

Одним з перспективних напрямків вирішення згаданої проблеми є впровадження сонячних електростанцій (СЕС). При проектуванні СЕС слід пам'ятати, що ефективність роботи сонячних панелей у натурних умовах суттєво залежить від: 1 – *інтенсивності сонячної радіації* (рис. 1); 2 – *температури* навколишнього середовища (рис. 2). 3 – *вологості* (рис. 3). Найбільша ефективність СЕС припадає на діапазон часу від 10 до 19 години протягом місяців березень – вересень

Практично встановлено, що для реалізації СЕС потужністю 1 МВт потрібно 2 га землі. В той час, як для спорудження атомної електростанції потужністю 1000 МВт – лише 50 га. Тобто 0,05 га на 1 МВт. Тому найбільшого розповсюдження СЕС набули в космосі, де вартість електричної енергії має другорядну роль. Незважаючи на це кількість СЕС на планеті невинно зростає.

Для оцінки енергоефективності використання СЕС в Україні ми провели відповідні розрахунки для всіх областей, використавши онлайн калькулятор *atmosfera* [1]. За результатами розрахунків були побудовані графічні залежності наведені на рис. 4 і 5. З рис. 4 видно, що найкращий кут для встановлення СЕС до горизонту 30°. Енергоефективність використання СЕС в різних областях України різна. Найкращою є Одеська область, де можна отримати найбільшу кількість сонячних кВт·год. Трохи гіршими за цим показником є Донецька, Луганська, Миколаївська та Херсонська області. Найгіршою є Харківська обл. (рис. 5).

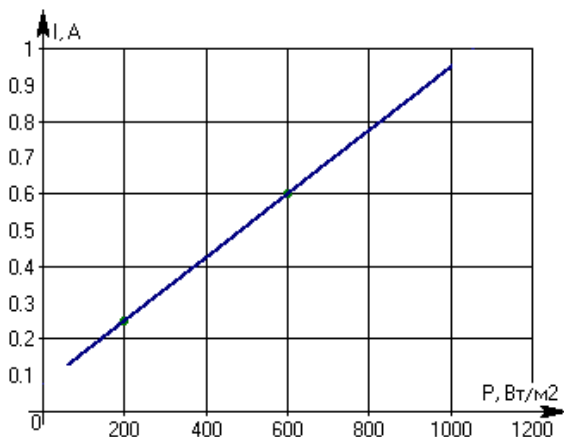


Рис. 1. Залежність струму короткого замикання від інтенсивності сонячної радіації

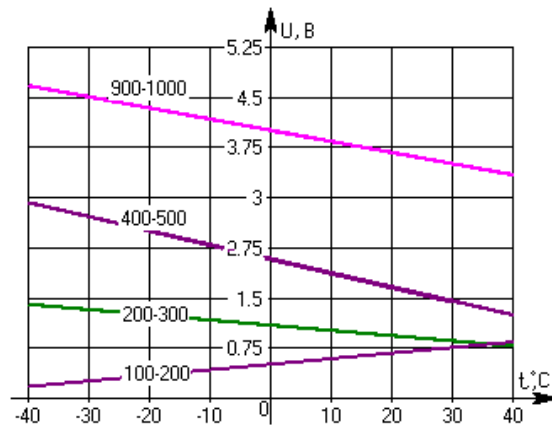


Рис. 2. Залежність напруги на навантаженні СЕС від температури при різних рівнях опромінення (Вт/м²)

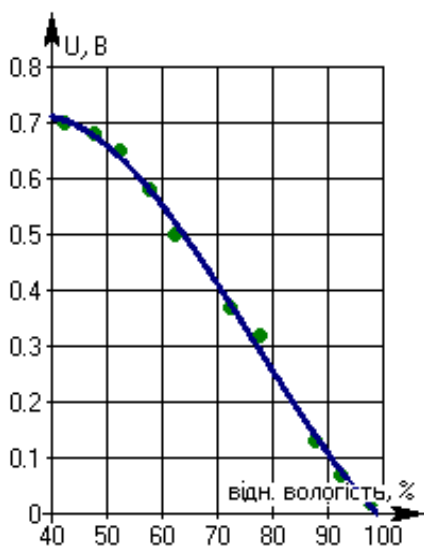


Рис. 3. Залежність напруги на навантаженні СЕС від вологості повітря

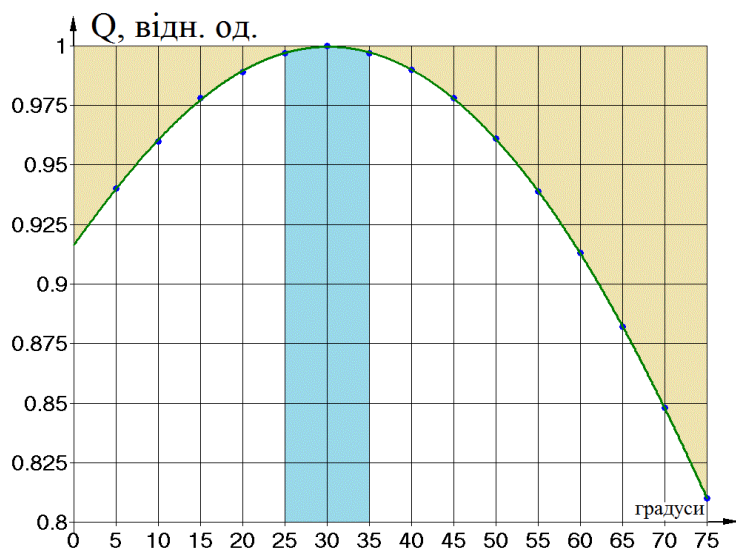


Рис. 4. Залежність кількості виробленої електроенергії від кута нахилу фото панелей до горизонту

Очевидно, що енергоефективність СЕС не може змінюватися стрибкоподібно при переході через кордони областей як це показано на рис. 5. Тому ми апроксимували отримані стовпчикоподібні залежності логарифмічною функцією

$$Q = -0,081 \cdot \ln(N) + 1, \text{ відн. од.}, \quad (1)$$

де Q – річний виробіток електроенергії СЕС, відн. од.;

N – номер області або регіону (декількох областей в яких виробляється однакова кількість електричної енергії). Сьомий регіон об'єднує Закарпатську, Івано-Франківську та Чернівецьку області.

Для отримання величин річних виробіток електроенергії СЕС для пронумерованих областей і регіонів рис. 5 у натуральному вираженні достатньо річний виробіток електроенергії СЕС для Одеської області (3952 кВт·год) помножити на Q , отриману розрахунковим шляхом за виразом (1).

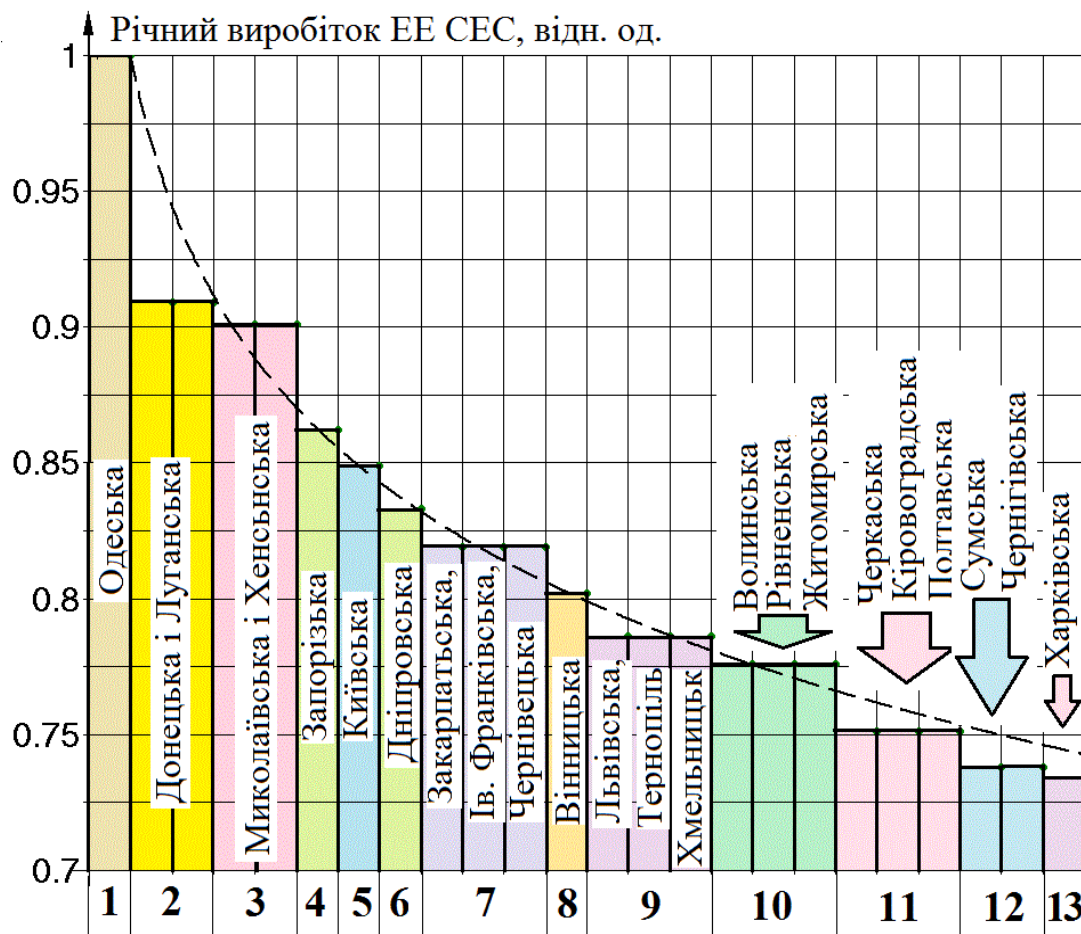


Рис. 5. Річний виробіток ЕЕ СЕС площею 19,2 м² по областях України для при автономності 1 доба, куту нахилу до горизонту 30°, вартості СЕС 4520 доларів, добовому споживанні 5 кВт·год, ємності акумуляторних батарей 5 кВт·год

Залежності вартості (2) і окупності (3) СЕС (у відносних одиницях) від добового споживання електроенергії носять лінійний характер і добре описуються наступними виразами

$$V = 0,031 \cdot q + 0,985, \text{ відн. од.} \quad (2)$$

$$G = 0,504 \cdot q + 15,855, \text{ роки.} \quad (3)$$

де V – вартість спорудження СЕС, відн. од.;

G – окупність СЕС, роки;

q – добове споживання ЕЕ, кВт·год/добу.

Для отримання величини вартості СЕС у натуральному вираженні для будь-якого добового споживання ЕЕ достатньо визначені за формулою (2) дані помножити на вартість СЕС при добовому споживанні ЕЕ 0,5 кВт·год, яка визначається за [1]. Для Одеської області для зазначених вище параметрів вартість СЕС становить $V = 3962$ долара, а окупність – 16,11 років при тарифі на електроенергію 1,68 грн/(кВт·год).