

Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка" включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Наказ Міністерства освіти і науки України від 29.12.2014 № 1528)

Ефективна ЕКОНОМІКА

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет



№ 4, 2013 [Назад](#) [Головна](#)

УДК 330.131.5

Ю. С. Ліснічук,
магістр кафедри міжнародної економіки НТУУ «КПІ»
С. В. Войтко,
д. е. н., доцент кафедри міжнародної економіки НТУУ «КПІ»

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ КРЕМНІЄВИХ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ У КОРОТКОСТРОКОВІЙ ТА СЕРЕДНЬОСТРОКОВІЙ ПЕРСПЕКТИВІ

Y. L. Lisnichuk,
Master of International economy department NTUU "KPI"
S. V. Voytko,

Doctor of economic sciences, associated professor of International economy department NTUU "KPI"

ANALYSIS OF ECONOMIC EFFICIENCY OF SILICON SOLAR SELLS PRODUCTION IN SHORT-TERM AND MIDDLE-TERM VIEW

Досліджено економічну ефективність виробництва електроенергії з альтернативних джерел (на прикладі кремнієвих сонячних батарей). Розраховано собівартість 1кВт·год електроенергії, отриманої за допомогою кремнієвих сонячних батарей. Проаналізовано співвідношення собівартості 1кВт·год електроенергії з традиційних та альтернативних джерел енергії, у короткостроковій та середньостроковій перспективі.

The economic justification of electricity from alternative sources (on the example of silicon solar batteries) was researched. Calculated cost of electricity 1kVt hour, obtained using silicon solar cells. Analyzed the relationship between the cost of 1kVt hour electricity from conventional and alternative energy sources in the short and medium term.

Ключові слова: альтернативна енергетика, ефективність, собівартість, кремнієві сонячні батареї.

Keywords: alternative energy, effectiveness, cost of production, silicon solar cells.

Вступ:

Постановка проблеми. Науковою проблемою є суперечність між економічною та соціальною значимістю використання альтернативних джерел енергії у короткостроковій та середньостроковій перспективі. Авторами висувається гіпотеза, що при існуючому рівні цін на електроенергію використання окремих її джерел не є економічно обґрунтованим у короткостроковій перспективі (у нашому випадку, на прикладі використання кремнієвих сонячних батарей). Однак, розвиток сфери альтернативної енергетики та зростаючий дефіцит традиційних енергоносіїв призведуть до зменшення собівартості електроенергії з відновлювальних джерел і, як наслідок, забезпечать економічну доцільність альтернативної енергетики у середньо- та довгостроковій перспективі. **Основні завдання:** на основі техніко-економічних і технологічних параметрів з використанням необхідних статистичних даних розрахувати собівартість виготовлення кремнієвих сонячних батарей, обмежившись двома статтями калькуляції (витрати на сировину та електроенергію). Використовуючи середньорічну продуктивність однієї пластини кремнієвої сонячної батареї в Україні, враховуючи отримані раніше дані, розрахувати вартість 1кВт·год виробленої електроенергії. А також проаналізувати відношення собівартості електроенергії з альтернативних і традиційних джерел у коротко- та середньостроковій перспективі.

Актуальність дослідження:

Питанням економічної доцільності займалися такі вчені як Трейсі МакКіббен [1], А. В. Макаров [2], В. А. Скришевський [3], основу їх досліджень становили перспективи використання сонячних батарей та їх вплив на навколишнє середовище. Однак, недостатня увага приділялась економічній складовій та ефективності виготовлення електроенергії з альтернативних джерел у короткостроковій та середньостроковій перспективі.

Враховуючи сучасний стан економіки України, а також значний обсяг дотацій з боку держави, авторами було поставлено завдання дослідити доцільність виготовлення електроенергії з використанням кремнієвих сонячних батарей та розрахувати вартість 1кВт·год енергії, отриманої з кремнієвих сонячних батарей.

Методологія

Методологічну основу дослідження складає системний підхід до аналізу економічної доцільності, техніко-економічний аналіз за статтями калькуляції собівартості, використання середніх значень для аналізу отриманих результатів.

Алгоритм дослідження:

- Провести розрахунок собівартості виробу згідно таких етапів виробництва:
 - дворазове очищення оксиду кремнію методом переплавлення;
 - виготовлення з очищеного кремнію пластин площею 1,5625 м², товщиною 25 мкм; Так, основними статтями собівартості виготовлення сонячної батареї будуть затрати на сировину та електроенергію.
 - Враховуючи середню річну потужність сонячного випромінювання, розрахувати річну потужність однієї пластини:

$$P = Average * \gamma * S \quad (1)$$

- Розрахувати вартість 1 кВт·год виготовленої енергії:

$$Price = \frac{P * T}{C_i} \quad (2)$$

Результати дослідження:

1. Для розрахунку маси та вартості кремнію необхідного для виготовлення однієї пластини, врахуємо наведені вище дані про розмір пластини та густину кремнію (2г/м^3):

$$m = pV = 3 * 12,5 * 2,5 = 781,25 \text{ г} \quad (3)$$

Згідно проведених досліджень вартість 15 кг оксиду кремнію становить 22500 грн. Отже, вартість оксиду кремнію необхідного для виробництва 1 батареї становить 1172 грн [6].

2. Для очищення від домішок кремній попередньо нагрівають до температури розплавлення. Використовуючи наступні дані: температура розплавлення оксиду кремнію – 1713 С, кремнію – 1400 С, теплоємність кремнію – 678 Дж, вартість електроенергії для підприємств першого класу напруги – 0,76 грн, розрахуємо вартість електроенергії необхідної для очищення кремнію [7]:

$$P_e = \frac{678(1713+1400)}{1000} * 0,76 * 0,78125 = 1253,2 \text{ грн} \quad (4)$$

Також, необхідно враховувати теплоту плавлення, яка для кремнію становить 50 кДж/моль чи 1407,5 кДж на одну пластину. Отже, для дворазового розплавлення кремнію потрібно 2815 кДж, що в грошовому виразі становитиме 2139,45 грн.

3. Отже, приблизна собівартість за приведеними статтями калькуляції виготовлення однієї пластини кремнієвої сонячної батареї становитиме 4565 грн. Для розрахунку повної вартості виготовлення необхідно врахувати інші статті калькуляції (витрати на заробітну плату, амортизація обладнання тощо). Зазначимо, що витрати на обслуговування та експлуатацію можуть досягати половини технічної собівартості.

4. Згідно даних Організації об'єднаних націй за 2011 рік [11] середня річна потужність сонячного випромінювання в Україні складає 1172 кВтгод. Після врахування ККД кремнію, який становить 24,7 %, отримаємо річну потужність пластини:

$$P = 1172 * 0,247 * 1,5625 = 452,3 \text{ кВт год} \quad (5)$$

5. Враховуючи усі отримані дані і середній термін служби кремнієвої сонячної батареї, 20 років. Розрахуємо вартість 1 кВтгод енергії (враховуючи тільки технічні статті калькуляції):

$$Price = \frac{452,3 * 20}{4565} = 1,98 \text{ грн} \quad (6)$$

Зазначимо, що для об'єктивної оцінки ефективності виготовлення кремнієвих сонячних батарей отриману ціну потрібно збільшити на величину витрат на обслуговування, оплату заробітної праці та низку інших статей калькуляції. Так, згідно зроблених припущень, в середньому ціна зростає в 2 рази [8].

6. Розрахуємо рівень рентабельності виробництва електроенергії за допомогою кремнієвих сонячних батарей з урахуванням «зеленого тарифу» [4; 5]:

$$R = \frac{5,05 * 1,2 - 1,98 * 2}{1,98 * 2} * 100\% = 53\% \quad (7)$$

Проведені розрахунки вказують на надвисокі показники рентабельності виробництва електроенергії з альтернативних джерел, зокрема з використанням кремнієвих сонячних батарей. Високий рівень державних дотацій та наявність спеціальних програм підтримки виробників електроенергії з альтернативних джерел, як в Україні, так і у світі, забезпечує сьогодні надвисоку маржу прибутку. Однак, проведені розрахунки собівартості 1 кВтгод енергії, отриманого за допомогою кремнієвих сонячних батарей, підтверджують зроблене припущення, що альтернативна енергетика на сьогодні є економічно невідповідною (рис. 1).

Собівартість електроенергії, виробленої з традиційних джерел визначимо на рівні 0,4 грн, а собівартість електроенергії з альтернативних джерел (на прикладі кремнієвих сонячних батарей) – як 3,86 грн, що включає в себе витрати на електроенергію та сировину (1,98 грн), затрати пов'язані з обслуговуванням та з оплатою праці персоналу.

Так, у точці А виробництво електроенергії з альтернативних джерел стає економічно вигіднішим за виробництво з традиційних енергоносіїв. Однак, менша собівартість 1кВтгод з відновлювальної енергії досягається лише при значних обсягах виробництва. Зазначимо, що сьогодні ціна 1 кВтгод електроенергії виготовленого із застосуванням традиційних джерел енергії в Україні не перевищує 1 грн, що значно нижче за собівартість виготовлення 1 кВтгод з використанням альтернативних джерел енергії. Так, можна зробити висновок, що альтернативна енергетика у короткостроковій перспективі є інвестиційно привабливою лише за умови дії «зеленого» тарифу.

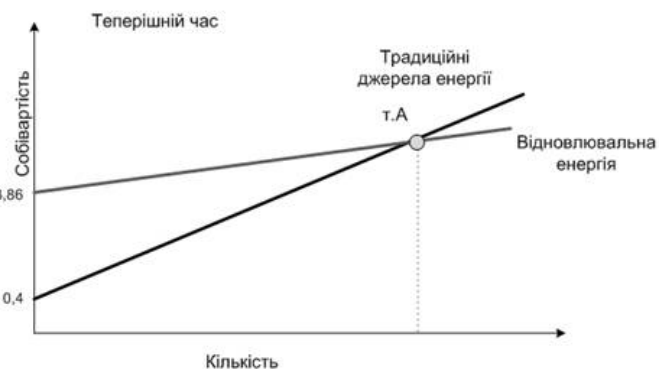


Рис. 1. Співвідношення собівартості виготовлення енергії з традиційних та альтернативних джерел у теперішньому часі

Зазначимо, що термін дії «зеленого» тарифу в Україні закінчиться 1 січня 2030 року, а більшість Європейських програм підтримки припиняться у 2020 році, коли має бути реалізований проект Європа-2020, згідно якого у 2020 році 20 % електроенергії має надходити з альтернативних джерел енергії [9]. В Україні держава, як основний покупець електроенергії, є фактично монополістом на ринку і зменшення у 2030 році тарифів до економічно обґрунтованого рівня може призвести до збитковості та банкрутства окремих підприємств.

З іншого боку, враховуючи зростаючий інтерес до альтернативних джерел енергії як у світі, так і в Україні, зазначимо можливість суттєвого зменшення собівартості виготовлення у середньостроковій перспективі. Так, сьогодні постійні витрати виробників електроенергії з альтернативних джерел є вищими за постійні витрати, що пов'язані з виробництвом електроенергії з традиційних джерел, навіть якщо умовно-змінні витрати в альтернативній енергетиці є значно нижчими (енергії сонця та вітру – безкоштовна, на відміну від вугілля та інших звичних енергоносіїв). Однак, з розвитком технологій та збільшенням обсягів інвестування умовно-постійні витрати в альтернативній енергетиці матимуть тенденцію до зменшення, що пов'язано з дією ефекту масштабу.

Враховуючи посилення дефіциту традиційних джерел енергії, що підтверджується кривою Хабберта [12] (рис. 2), собівартість 1 кВтгод здобутого з використанням традиційних енергоносіїв зростатиме, що у перспективі зробить альтернативну енергетику економічно вигіднішою за традиційну (рис. 3).

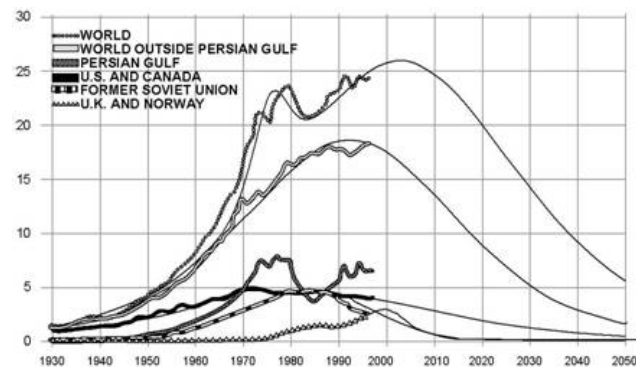


Рис. 2. Крива Хабберта [12]

Згідно кривої Хабберта світовий рівень видобутку нафти після досягнення свого піку (приблизно у 2008 році) постійно зменшуватиметься, що призведе до суттєвого дефіциту енергоносіїв у світі. Варто зазначити, що при розробці кривої враховувались як вже розвідані запаси енергоносіїв, так і можливість розробки нових родовищ.

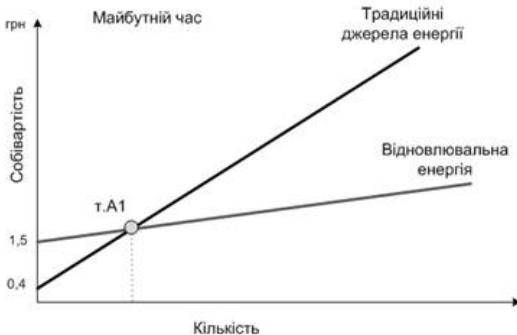


Рис. 3. Співвідношення собівартості виготовлення енергії з традиційних та альтернативних джерел у майбутньому часі

На думку експертів [10], протягом наступних 10 – 15 років собівартість електроенергії з альтернативних джерел зменшиться більш, ніж у 2,5 рази. Основними чинниками, що впливають на рівень собівартості є впровадження існуючих наукових розробок, суттєве збільшення попиту і, як наслідок, зростання масштабів виробництва. Так, визначимо прогнозовану вартість 1 кВт·год електроенергії з альтернативних джерел на рівні 1,5 грн. Як видно з рис. 3, що відображає майбутній час, т.А1 при якій собівартість енергії є однаковою і для традиційних, і для альтернативних джерел, досягається при значно менших обсягах виробництва, ніж сьогодні (рис. 1). Підсумуємо, що у середньостроковій перспективі альтернативна енергетика є економічно вигіднішою за традиційну енергетику, що збільшує її інвестиційну привабливість.

Висновки:

Науковою новизною є методичний підхід до визначення економічної ефективності альтернативних технологій генерування енергії на основі техніко-економічних характеристик виготовлення та експлуатації основних елементів енергетичної системи.

Проведене дослідження підтверджує економічну неефективність застосування виробленої електроенергії для виробничих цілей у короткостроковій перспективі. Так, вартість 1 кВт·год електроенергії, отриманої з традиційних джерел енергії, для підприємства складає 69,81 коп., порівняно з 198 коп. витрат на сировину та електроенергії для виготовлення 1 кВт·год з альтернативних джерел. Однак, зберігається економічна доцільність використання кремнієвих сонячних батарей з метою продажу отриманої енергії державі за «зеленим» тарифом. На нашу думку, доцільним є інвестування у сферу альтернативної енергетики, зокрема у розвиток виробничих потужностей, що може забезпечити високий рівень рентабельності (більш ніж 50 %) протягом усієї дії «зеленого» тарифу.

Проведений аналіз собівартості 1 кВт·год електроенергії, виготовленої з традиційних та альтернативних джерел підтверджує економічну неефективність альтернативної енергетики у короткостроковій перспективі. З іншого боку, враховуючи зростаючий дефіцит традиційних енергоносіїв (підтверджується кривою Хабберта) та розвиток технології у сфері енергетики, вважаємо, що у середньостроковій перспективі альтернативна енергетика буде економічно вигіднішою за традиційну (рис. 3). Так, можна зробити висновок, що доцільним є інвестування у сферу нетрадиційної енергетики з метою отримання прибутку у середньо- та довгостроковій перспективі. Подальших досліджень потребує визначення масштабів виробництва електроенергії при якому вартість 1 кВт·год з альтернативних та традиційних джерел енергії буде однаковою.

Вважаємо, що сфера альтернативної енергетики, зокрема виробництва з кремнієвих сонячних батарей, сьогодні є однією з найбільш інвестиційно привабливих в Україні, що пов'язано з використанням державою прямих фінансових дотацій та вагомим місцем альтернативної енергетики у покритті дефіциту енергоресурсів. Зазначене потребує подальших наукових досліджень.

Список використаних джерел:

1. Ukraine is too poor to invest in green energy [Електронний Ресурс] / Tracy McKibben. – Режим доступу: http://debatty.org/en/speakers/energy_debatty/121-139.html
2. Фортов В. К. Глобальна енергетична безпека: проблема і шляхи розв'язання / В. К. Фортов, А. В. Макаров, Т. А. Митрова // Вісник НАН України. – 2011. – № 8. – С. 30 – 42.
3. Porous silicon cells: a new possibilities for terrestrial application / [Skryshevsky V.A., Litovchenko V.G., Klyui N.I. and others] // Proc. 17th European Photovoltaic Solar Energy Conf. - Munich. - 2001. - P. 1858 - 1861.
4. Постанова № 80 Національної комісії регулювання електроенергетики України [Електронний ресурс] // Національна комісія регулювання електроенергетики України [сайт] / - Режим доступу: http://www.nerc.gov.ua/control/uk/publish/article?showHidden=1&art_id=123854&cat_id=34446. - НКРЕ, Постанова від 23.12.2011 № 80
5. Постанова № 222 Національної комісії регулювання електроенергетики України [Електронний ресурс] // Національна комісія регулювання електроенергетики України [сайт] / - Режим доступу: http://www.nerc.gov.ua/control/uk/publish/article?showHidden=1&art_id=123806&cat_id=34446. - НКРЕ, Постанова від 28.12.2011 № 222 (із змінами)
6. Продажа монокристалічного кремнія [Електронний ресурс] // All-Biz Украина [сайт] / - Режим доступу: <http://www.ua.all.biz/g14550/>. - Кремний Кр1, Киев
7. Свойства химического элемента - Кремний. [Електронний ресурс] // Справочник химика [сайт] / - Режим доступу: <http://chem100.ru/elem.php?n=14>. - Кремний
8. Міфи про «чисту» енергію // Форбе Україна. 2011 - №2 – С. 22.
9. Захоплені сонцем // Інвест-газета. 2011. - № 45 – С. 26 – 27.
10. Renewable energy technology roadmap: 20 by 2020 / European Renewable energy Council. – 2009. – 24 p.
11. Environment Statistics Country Snapshot: Ukraine [Електронний ресурс] // [сайт] / - Режим доступу: <http://unstats.un.org>
12. Hubbert's curve [Електронний ресурс] // <http://www.peakoil.net> [сайт] / - Режим доступу: <http://www.peakoil.net/publication-tags/hubbert-curve>

Стаття надійшла до редакції 18.04.2013 р.



ТОВ "ДКС Центр"