

Р.О. Дзумедзей, В.В. Борик

Експлуатаційні характеристики термоелектричних модулів на прикладі системи «Сонячний колектор-термоелектричний генератор»

*Фізико-хімічний інститут Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника,
вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна, E-mail: fcss@pu.if.ua*

Представлено систему «Сонячний колектор-термоелектричний генератор», яка являє собою поєднання двох джерел альтернативної енергії в одному пристрої. Подано аналіз існуючого ринку ТЕ модулів та вказано на переваги ТЕ модулів нашого виробництва. Представлено ключові показники розробленого бізнес-плану.

Ключові слова: ТЕ модуль, генерація енергії, термін окупності.

Стаття поступила до редакції 11.03.2013; прийнята до друку 15.06.2013.

Вступ

В останні роки на перше місце у світі виходять питання, що стосуються енергетичної безпеки. Тому дослідження, спрямовані на розвиток методів збереження енергії, перетворення їх із одного виду в інший, накопичення енергії носять пріоритетний характер як на національних, так і на міжнародних рівнях. Крім того, стрімкий розвиток новітніх високоточних технологій змушує розробляти термоелектричні пристрої генерації та перетворення енергії для все більш частіших випадків, коли ніякі інші пристрої не можуть бути використаними. Це, зокрема, чітко просліджується у медицині, космічній галузі, побуті, коли населенню у часи економічної кризи необхідно активно шукати способи економії енергії.

Щорічне світове споживання енергії еквівалентно 13 ТВт (TW). До кінця цього століття, прогнозована чисельність населення та економічне зростання підвищаться більше ніж у три рази, що призведе до відповідного збільшення світового споживання енергії [1]. Все це, а також загроза глобальної зміни клімату, ставлять нові виклики, які визначають енергетику як пріоритетну основу сьогодення: пошук нових, екологічно чистих та поновлюваних перспективних джерел енергії.

Європейська Комісія наголошує, що енергетична безпека «визначає задоволення енергетичних потреб як за рахунок використання адекватних внутрішніх ресурсів, які розробляються економічно обґрунтованим чином чи таких, що підтримуються в якості стратегічного резерву, так і за рахунок

доступних та стабільних зовнішніх джерел, які за необхідності можуть бути доповнені стратегічними резервами» [2].

Енергетична безпека – це розвиток нетрадиційних, зокрема, відновлюваних джерел енергії. Тому, вирішення проблеми енергетичної безпеки через підвищення значення альтернативної енергії є ключовим питанням як науки, так і економіки. Крім того, якщо ще до початку 2000 р. основною вимогою було збільшення виробництва електроенергії, то в останні 2-3 роки на передній план виходять додаткові умови: енергія повинна вироблятися екологічно чистим шляхом, має бути відновлювана та не пов'язана з вуглецем. Відповідно, зусилля багатьох вчених спрямовані на розвиток «зеленої» енергетики [3]. Термоелектрична генерація є одним із перспективних, а в деяких випадках єдиною доступним джерелом перетворення теплової енергії в електричну. Проблеми, пов'язані із перетворенням теплової енергії в електричну є зараз актуальними як для науки так і техніки [4-6]. Термоелектричні перетворювачі енергії на основі сполук IV-VI застосовуються в діапазоні робочих температур (500-900) К. Плюмбум телурид є базовим термоелектричним матеріалом для середнього діапазону температур [5-8], тому часто проводять пошук нових надійних матеріалів на його основі. Авторами цієї статті уже розглядалися матеріали легованого плюмбум телуриду та твердих розчинів на його основі [9-14]. Саме на основі згаданих матеріалів виготовлені ефективні та конкурентні за ціною термоелектричні модулі.

I. Передумови розробки

Постійне зростання споживання електроенергії населенням планети призводить до загострення питання про розвиток та оптимізацію роботи джерел електроенергії. Дослідження проведені фахівцями фірми «Sharp» показують збільшення виробництва електроенергії усіма відомими методами (рис. 1.). Помітно, що частка відновлюваних джерел енергії значна, відповідно слід звернути більше уваги до можливостей генерації електроенергії, зокрема із дармової теплової енергії.

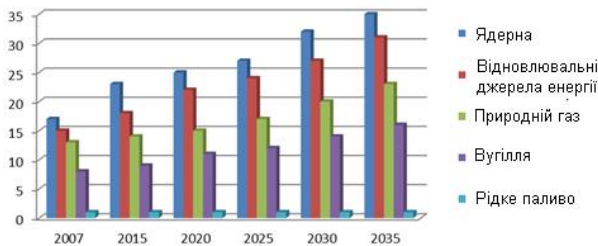


Рис. 1. Тенденції виробництва електроенергії в трильйонах кВт/год. [15].

Станом на сьогодні світові лідери-виробники термоелектричних модулів середньо температурного діапазону, забезпечують своєю продукцією потреби космосу та автомобілебудування, а для побутового використання не має пропозицій. Проте більшість об'ємів дармового тепла знаходиться власне у середньому діапазоні температур (рис. 2.).

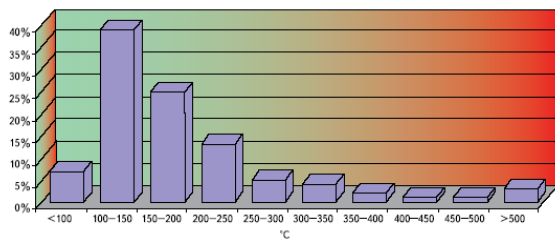


Рис. 2. Розподіл температур на поверхні промислових агрегатів [3].

Також слід зауважити, що сьогодні ринок потребує 6,2 мільярдів термоелектричних модулів на рік, проте виробники забезпечують близько 1% необхідних об'ємів [15]. Даний факт свідчить про незаповненість ТЕ ринку та широкі можливості на ньому.

Безперечно лідером альтернативної енергетики є перетворення сонячної енергії, яку використовують як для генерації електроенергії (фотовольтаїчні панелі) так і для побутових потреб, зокрема нагріву води (сонячні колектори). Значним недоліком альтернативних джерел енергії, усіх видів, низький коефіцієнт корисної дії. Розроблене нами рішення поєднує два джерела альтернативної енергії в одному пристрої та сприяє підвищенню ефективності перетворення сонячної енергії.

II. Аналіз розробки

Нами розроблено та запропоновано для ринку систему «Сонячний колектор – термоелектричний генератор», яка покликана замінити існуючі системи «Сонячний колектор – фотовольтаїчна панель» (рис. 3.). Використання термоелектричних модулів роблять систему доступнішою за ціною, за рахунок спрощення системи корекції на сонце, роблять систему менш габаритною та більш легкою. Крім того вартість 1-го Вага генерованої енергії знижується на 50 відсотків та споживання енергії самою системою зменшується до 20 Вт/год.

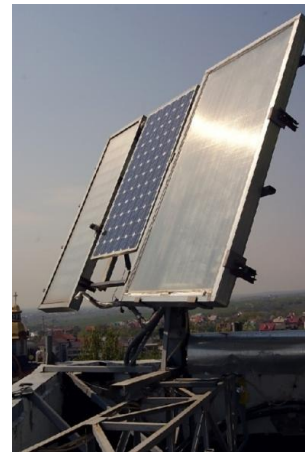


Рис. 3. Система «Сонячний колектор – фотовольтаїчна панель».

Проаналізувавши ринок ТЕ модулів в Україні (табл. 1.) помітно, що наша продукція конкурентна за ціною та потужністю генерованої енергії, проте явно виділяється за діапазоном робочих температур. Це в першу чергу пов'язано із тим, що більшість виробників використовують типовий промисловий термоелектричний матеріал Bi_2Te_3 .

Таблиця 1

Виробник	P, Вт	Розмір	T _{макс} , $^{\circ}\text{C}$	Ціна, USD
Melcor (USA)	33,4	30*30	85	75
Tellurex (USA)	34,1	30*30	100	25
Velleman (Belgium)	25,7	30*30	100	44
Altek (Ukraine)	35	40*40	100	50
Власне виробництво	60	40*40	450	60

Крім того нами розроблено бізнес-план повного циклу серійного виробництва та продажу конкурентоздатних термоелектричних перетворювачів енергії. Обсяги виробництва базуються на вивчених потребах ринку і складені з розрахунку виготовлення 20 модулів на тиждень (1 кг термоелектричного матеріалу). Необхідні кошти – 470 тис. доларів США. Термін окупності проекту – 30 місяців (табл. 2.).

Таблиця 2

Показник	Одиниця виміру	Значення
Простий термін окупності	рік	2,37
Чиста приведена вартість (NPV)	тисячі USD	470
Дисконтований термін окупності (РВР)	рік	2,55
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	%	43,4
Модифікована IRR (MIRR)	%	29

- Запропоновано систему «Сонячний колектор – термоелектричний генератор».
- Розроблено бізнес-план для виходу на ринок запропонованої системи.

Автори висловлюють вдячність проф. Фреїку Д.М. та доц. Никирью Л.І. за підтримку досліджень та обговорення їх результатів.

Дзумедзей Р.О. – науковий співробітник ФХІ, провідний фахівець відділу з питань інтелектуальної власності;

Борик В.В. – науковий співробітник ФХІ, викладач кафедри безпеки життєдіяльності.

Висновки

- Проведено аналіз сучасного ринку термоелектричних модулів.

- Basic Research Needs for Solar Energy Utilization, Report of the Basic Energy Sciences Workshop on Solar Energy Utilization, USA: DOE, April 18–21, 2005.
- European Commission. Energy. Energy 2020: Roadmap 2050. – http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/index_en.htm
- P. Shostakovskij, *Novye tehnologii*, 12, 131 (2010).
- A.V. Dmitriev, I.P. Zvjagin, *Uspehi fizicheskikh nauk* 180(2), 821 (2010).
- V.M. Shperun, D.M. Freïk, R.I. Zapuhljak, *Termoelektrika teluridu svincju ta jogo analogiv* (Plaj, Ivano-Frankivs'k, 2000).
- L.I. Anaticuk, *Termojelementy i termoelektricheskie ustrojstva* (Naukova dumka, Kiev, 1979).
- N.H. Abrikosov, L.E. Shelimova, *Poluprovodnikovye materialy na osnove soedinenij AIVBVI* (Nauka. M., 1987).
- D.M. Freïk, V.F. Pasichnik, V.V. Borik, B.S. Dzundza, O.L. Sokolov, *Fiziko-himichni problemi napivprovodnikovogo materialoznavstva. T.1. Kristali AIVBVI* (Vidavnicno-dizajners'kij viddil CIT Prikarpat's'kogo nacional'nogo universitetu imeni Vasilja Stefanika, Ivano-Frankivs'k, 2007).
- D.M. Freïk, L.I. Nikiruj, R.O. Dzumedzej, O. Zub, *Fizika i himija tverdogo tila* 11(1), 62 (2010).
- L.I. Nikiruj, R.O. Dzumedzej, R. Ahiska, G.D. Mateïk, *Fizika i himija tverdogo tila* 11(4), 844 (2010).
- L.I. Nikiruj, R.O. Dzumedzej, M.O. Galushhak, T.P. Gevak, Ju.V. Bandura, *Fizika i himija tverdogo tila* 12(3), 589 (2011).
- L.I. Nikiruj, R.O. Dzumedzej, Ju.V. Bandura, T.P. Gevak, *Fizika i himija tverdogo tila* 12(4), 882 (2011).
- L.I. Nikiruj, R.O. Dzumedzej, Ju.V. Bandura, T.P. Gevak, *Fizika i himija tverdogo tila* 13(1), 230 (2012).
- R.O. Dzumedzej, I.V. Gorichok, L.I. Nikiruj, M.O. Galushhak, *Fizika i himija tverdogo tila* 13(2), 369 (2012).
- <http://www.sharp.ua>
- <http://uk.rs-online.com/web/p/peltier-modules>

R.O. Dzumedzej, V.V. Boryk

Performance Specifications of Thermoelectric Modules on the Example of the System "Solar Collector – Thermoelectric Generator"

Vasyl Stefanyk PreCarpathian National University
57, Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine, E-mail: fcss@pu.if.ua

Presented system "Solar collector-thermoelectric generator", which is a combination of two sources of alternative energy in one device. The analysis of the existing market and TE modules are the advantages of our TE modules. Presented key indicators developed business plan.

Keywords: TE module, generation energy, payback period.