

ЕФЕКТИВНІСТЬ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У ТЕПЛИЧНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

*Л. П. ЧЕРВІНСЬКА,
доктор економічних наук
Київський національний економічний
університет ім. В. Гетьмана
В. Ф. ІВАНЕНКО
науковий співробітник
Український науково-дослідний інститут
продуктивності агропромислового комплексу*

Наведено оцінку ефективності альтернативних джерел енергії в овочівництві закритого ґрунту та обґрунтовано параметри галузі на основі запровадження запропонованих інновацій. Обґрунтовано показники ефективності тепличного господарства за умов модернізації енергетичних потужностей.

Постановка проблеми. Забезпечення необхідного мікроклімату в культивацийних спорудах захищеного ґрунту при вирощуванні овочів і розсади в зимовий та ранньовесняний періоди потребує значних витрат теплової енергії. Це найбільш концентровані й енергомісткі споживачі теплоти. На 1 кг вирощеної в теплицях сільськогосподарської продукції витрачається близько 10 – 15 кг палива. Тому в умовах суворого дефіциту та дорожчезці енергоресурсів традиційних підходів до теплозабезпечення недостатньо і проблема економії енергоресурсів при теплопостачанні споруд захищеного ґрунту шляхом поліпшення їхнього обігріву та використання нетрадиційних джерел енергії надзвичайно актуальна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефективність енергозбереження на основі запровадження альтернативних джерел енергії досліджували такі вчені, як А. О. Олексюк, С. О. Челапко, А. А. Горделюк, В. О. Лазоренко, Н. В. Пришляк, Ю. Г. Качан, Ю. В. Куріс, І. М. Левицька, Джуліано Вокс, Мейр Тітел, Альберто Пардоссі.

Мета дослідження – порівняти ефективність інновацій на основі альтернативних джерел енергії в овочівництві закритого ґрунту, запропонованих у світовій практиці та обґрунтувати параметри ефективності діяльності досліджуваного підприємства.

Виклад основного матеріалу. Мало розвиненим напрямом у розробленні нетрадиційних джерел енергії є геотермальні води, що ефективно використовуються в сільському господарстві. Наприклад, на Північному Кавказі собівартість тепличних овочів, вирощених на геотермальних водах, у 1,5 раза нижча, ніж там, де парники обігріваються за допомогою котелень, що працюють на мазуті. У холодній Ісландії в оранжереях, які обігріваються термальними водами, вирощують навіть банани, а столиця країни Рейк'явік протягом останніх 40 – 50 років повністю опалюється теплом підземних вод [4].

Геотермальні електростанції (геоТЕС) характеризуються такими особливостями:

- містять постійний залишок енергоресурсів, що забезпечує використання повної встановленої потужності устаткування геоТЕС;
- мають достатньо простий рівень автоматизації;
- обмежують наслідки можливих аварій.

Нині 58 країн використовують тепло своїх геотермальних ресурсів не тільки для виробництва електроенергії, а й безпосередньо у вигляді тепла. У структурі об'єктів, які використовують у такому вигляді геотермальний ресурс, обігрівання теплиць становить 9 % [3]. Наприклад, в Угорщині площа геотермальних теплиць 1,5 млн м² [8].

GeoТЕС, побудовані в США, Італії, Росії та інших країнах, за питомими капіталовкладеннями і вартістю електроенергії можуть конкурувати із сучасними ТЕС і АЕС [3].

На сьогодні в Україні немає жодної установки на зразок термальній електростанції, проте перспективними зонами для застосування геотермальної енергії вважаються Карпати, Закарпаття і Крим [4].

Річний технічний потенціал геотермальної енергії оцінюється як еквівалентний 12 млн т у. п., що забезпечує перспективність розвитку геотермальної енергетики в країні [3].

Теплові насоси ефективно вирішують проблеми опалення теплиць. Їх використання у тепличному господарстві дозволить суттєво знизити собівартість сільськогосподарської продукції. Використання сучасних енергозберігаючих технологій для теплиць дозволяє зменшити витрати, пов'язані з паливом. Розрахунок системи обігріву (підтримання необхідного мікроклімату) теплиць, проводиться індивідуально для кожного об'єкта.

Теплові насоси "вода/вода" одні з найбільш ефективних теплоенергетичних систем. Ґрунтова вода – надійне і постійне джерело енергії, оскільки температура води становить 7 – 13 °С. Фактична температура води залежить від місця викачування. Співвідношення між вхідною потужністю та вихідним теплом (коефіцієнт ефективності – COP) у системах "вода/вода" має найвище значення, часто перевищуючи 5, якщо брати до уваги середньорічні показники. Щоб встановити тепловий насос, необхідно пробурити дві свердловини в землі: основну свердловину для закачування води та другорядну – для повернення води в землю. Як свідчить досвід, оптимальна відстань між основною свердловиною та другорядною становить близько 15 м. Частина енергії, що зберігається в закачаній воді, забирається, а вода після охолодження на 2 – 4 °С повертається в землю, при цьому в ній не відбувається ніяких хімічних змін [12].

З метою пошуку найоптимальнішого варіанта модернізації енергетичних потужностей нами проведено економічне обґрунтування витрат на опалення теплиць альтернативними видами палива на базі голландської технології ПАТ "Комбінат Тепличний" з розрахунку на 1 га та по підприємству в цілому.

Середнє значення теплових витрат в найпрохолодніший місяць (голландська технологія цех № 9) становило $675,95 / 744 = 0,91$ Гкал/год, а враховуючи, що теплота згорання (калорійність) 1 м^3 природного газу – 7,6 Мкал, становить $119,7\text{ м}^3$:

$$910 \text{ Мкал} / 7,6 = 119,7 \text{ м}^3.$$

Нами визначено необхідну потужність теплового насоса для опалення 1 га $0,91 \text{ Гкал/год} \times 1,163 = 1,058 \text{ МВт} = 1058 \text{ кВт}$ (потужність опалення).

З урахуванням зазначеного сукупні витрати на електроенергію при застосуванні технології теплового насоса визначено за розробленою методикою:

$$C_{\text{елек}} = T_e \text{ год} / K \cdot C, \quad (1)$$

де $C_{\text{елек}}$ – витрати на електроенергію; $T_e \text{ год}$ – витрати теплової енергії; K_e – коефіцієнт ефективності COP; C – вартість енергоносія.

Зважаючи на високу вартість устаткування та послуг з установки теплових насосів розраховано термін окупності проекту та з'ясовано доцільність застосування даної технології. При проведенні розрахунків використано дані геотермального теплового насоса українського виробництва фірми VDE потужністю 468 кВт (ТН-470):

$$\begin{aligned} T_p &= L \cdot K, & (2) \\ T_p &= 109,6 \cdot 4,27 = 468 \text{ кВт}, \end{aligned}$$

де T_p – максимальна теплова потужність 1 насоса на опалення теплиць, кВт; K – коефіцієнт ефективності COP; L – витрати електроенергії на роботу теплового насоса, кВт-год.

$$\begin{aligned} T_e \text{ год} &= T_e / t \cdot K, & (3) \\ T_e \text{ год} &= 44450 : 744 \cdot 1,163 = 69,483 \text{ МВт}, \end{aligned}$$

де $T_e \text{ год}$ – витрати теплової енергії ПАТ "Комбінат Тепличний", МВт-год; T_e – загальні витрати теплової енергії підприємством у найпрохолодніший період (січень), Гкал; t – час у певний період, год; K – коефіцієнт співвідношення Гкал до МВт:

$$69,483 \cdot 1000 = 69483 \text{ кВт.}$$

$$C_{be} = T_e \text{ год} / T_p \cdot C \quad (4)$$

$$C_{be} = 69483 : 468 \cdot 63870 = 9482648 \text{ Євро,}$$

де C_{be} – вартість основного устаткування; C – вартість 1 теплового насоса.

У процесі досліджень також проаналізовано структуру витрат на монтаж системи теплових насосів "під ключ". Результат аналізу витрат на устаткування для влаштування обігріву теплиць геотермальним тепловим насосом показав певне відсоткове співвідношення ціни додаткового устаткування та монтажних робіт до ціни теплових насосів (табл. 1).

Таблиця 1

Структура витрат на влаштування опалення геотермальним тепловим насосом, %

Теплові насоси	65,4
Обв'язочні матеріали (трубопровід)	4,6
Робота з обладнання котельні	7,2
Ґрунтовий контур*	22,8
Всього капіталовкладень	100

*Ґрунтовий контур (технологія з використанням ґрунтових вод до 15 м) включає додаткове устаткування, буріння свердловин та роботи з прокладання труб:

$$C_p = C_{be} + C_{ae} \quad (5)$$

$$C_p = 9482648 + (9482648 \cdot 0,346) = 12763644 \text{ Євро (134018262грн),}$$

де C_p – вартість проекту; C_{ae} – вартість додаткового устаткування і робіт зі встановлення.

Нами було розраховано для ПАТ "Комбінат Тепличний" економію опалення тепловим насосом "вода/вода" порівняно з газовим котлом:

$$C_{hg} = (T_e / Kl) \cdot C \quad (6)$$

$$C_{he} = (182096 \text{ Гкал} / 7,6) \cdot 3,37 = 80745,2 \text{ тис. грн,}$$

де C_{hg} – вартість опалення газом; T_e – загальні витрати теплової енергії ПАТ "Комбінат Тепличний" за рік, Гкал; Kl – теплота згорання (калорійність) 1 м^3 природного газу; C – вартість енергоносія, грн./ 1 м^3 .

$$C_{he} = (T_e / K) / K_e \cdot C, \quad (7)$$

$$C_{he} = 182096 \cdot 1,163 / 4,27 \cdot 744 = 36899,9 \text{ тис. грн}$$

де C_{he} – вартість опалення тепловим насосом; K – коефіцієнт співвідношення Гкал до МВт; K_e – коефіцієнт ефективності COP; C – вартість енергоносія, грн./ 1 м^3 .

$$E_e = C_{hg} - C_{he}, \quad (8)$$

$$E_e = 80745200,0 - 36899900,0 = 43845300 \text{ грн}$$

де E_e – ефективність від застосування технології "Тепловий насос".

Порівняння основних показників витрат на опалення теплиць природним газом і тепловими насосами за кожною з технологій та їх розраховану ефективність наведено в табл. 2.

**Економічне обґрунтування енергетичних та вартісних витрат на опалення теплиць
альтернативними видами палива на базі голландської технології
ПАТ "Комбінат Тепличний" на 1 га**

Показник	Опалення газом	Технологія теплового насоса		
		"вода/вода"	"грунт/вода"	"повітря/вода"
Витрати енергії на опалення теплиць, кВт	1058*	1058	1058	1058
Коефіцієнт ефективності COP (Coefficient of Performance)		5,7	4,4	4,0
Орієнтовні витрати електроенергії на роботу теплового насоса, кВт/год	119,7 м ³	185,60	240,45	264,50
Вартість енергоносія, грн/кВт.год	3,37	0,744	0,744	0,744
Сукупні витрати на обраний енергоносіє, грн/год	403,40	138,09	178,89	196,80
Рівень витрат, %	100	34,2	44,3	48,8
Сукупні витрати на опалення теплиці за рік, тис. грн	80745,2	27642,6	35770,1	39403,7
Економічна ефективність застосування теплового насоса, тис. грн	x	+ 53102,6	+ 44975,1	+ 41341,5

*0,91 Гкал/год = 1058 кВт

За одержаними результатами економічного обґрунтування енергетичних та вартісних витрат на опалення теплиць альтернативними видами палива на базі голландської технології в розрахунку на 1 га було встановлено, що рівень фінансових витрат при застосуванні теплових насосів порівняно з опаленням газом зменшиться орієнтовно на 51 – 65 % залежно від технології (табл. 2., рис. 1).

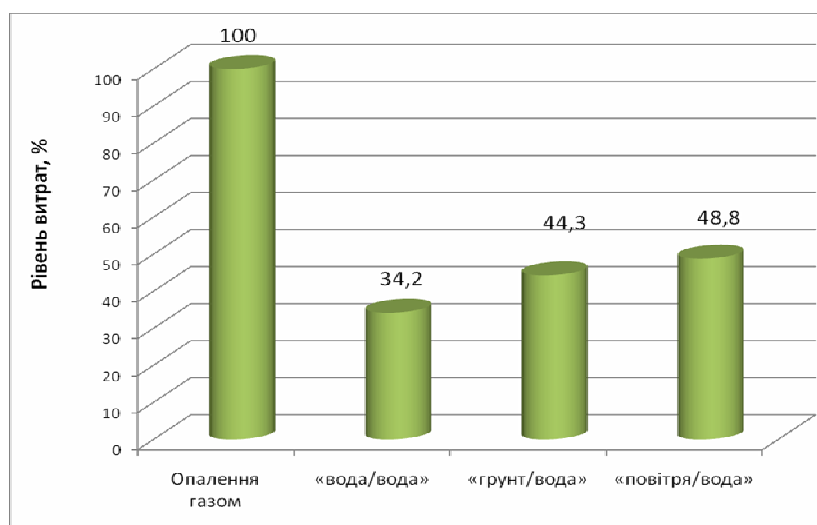


Рис. 1. Рівень фінансових витрат при застосуванні теплових насосів порівняно з опаленням газом залежно від технології, %

Отже, "Комбінат Тепличний", за нашими розрахунками, може отримати економію від застосування технології "Тепловий насос" за рік 43,8 млн грн. При цьому витрати на влаштування опалення геотермальним тепловим насосом становитимуть 134 млн грн і можуть окупитися підприємством за три роки лише за рахунок економії.

Нами було розглянуто інше джерело енергії – сонячна радіація. Радіаційний режим території України сприятливий для практичного використання сонячної енергії. Україна розташована між 44° і 52° північної широти та 22° і 41° східної довготи. Згідно з останніми метеорологічними спостереженнями в Україні протягом року буває, залежно від регіону, 100 – 200 сонячних днів. У результаті обробки статистичних метеорологічних даних про надходження сонячної радіації В. О. Лазоренко визначив питомі енергетичні показники з надходження сонячної енергії та розподіл енергетичного потенціалу сонячного випромінювання для кожної територіальної зони України.

Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що надходить на 1 м² поверхні, на території України знаходиться в межах від 1000 кВт-год/м² у її північній частині до 1400 кВт-год/м² в АР Крим. Якщо підрахувати сумарну сонячну радіацію, то одержимо такий результат: сонячна енергія, що реально надходить за три дні на територію України, перевищує річне споживання електроенергії в нашій країні. Тривалість прямого сонячного випромінювання протягом року в північно-західній частині України становить 1600 – 1700 год. У лісостеповій зоні вона зростає до 1900 – 2000 год/рік, а в степовій зоні та на узбережжі морів досягає 2300 – 2400 год/рік. Максимальна тривалість сонячного випромінювання у Кримських горах – 2453 год/рік [6].

Середньорічний потенціал сонячної енергії в Україні 1235 кВт-год/м², що відповідає енергомісткості близько 100 л дизельного палива або 100 м³ природного газу, є достатньо високим, набагато вищим ніж, наприклад, у Німеччині (1000 кВт-год/м²) та Польщі (1080 кВт год/м²) – рис. 2 [6]. Це свідчить про сприятливі можливості для ефективного використання сонячної енергії на території України. За дослідженнями [13], річне виробництво електроенергії в Південній Італії на широті 41° становить 1300 – 1400 кВт-год/м², де потрапляння сукупної річної сонячної радіації на горизонтальну поверхню більше ніж 5 ГДж/м².



Рис. 2. Середньорічний потенціал сонячної енергії, кВт-год/м²

Проведений аналіз наявного устаткування для виробництва відновлювальної енергії на сільськогосподарських підприємствах України у 2011 р. показав досить низькі результати: лише 10 одиниць устаткування, з них по 3 одиниці припадає на устаткування, що перетворює енергію вітру, сонця, біомаси. та 1 установка працюють на інших ресурсах [7].

Як свідчать дослідження Є. Савченко, витрати на виробництво електроенергії з різних відновлювальних джерел енергії суттєво відрізняються (табл. 3), що змушує зацікавлене підприємство проводити глибокий аналіз, перш ніж обрати один з напрямів.

Витрати на виробництво 1 кВт-год з різних відновлюваних джерел енергії

Вид відновлюваного джерела енергії	Витрати на виробництво 1 кВт енергії, цент
Вітер	5,5 – 13
Вода	3 – 25
Фотоенергія	50 – 80
Сонячна та термальна енергія	10 – 25
Біомаса	5 – 30
Геотермальна енергія	7 – 15

Сонячне випромінювання також часто використовують в електроенергетиці (через фотовольтаційні соти) [10]. За нашими дослідженнями, у структурі собівартості тепличних овочів електрична енергія становить від 2 до 5 % (ПАТ "Комбінат Тепличний" – 2,2 %) та має тенденцію до зростання у зв'язку із запровадженням сучасної контрольно-виміральної апаратури систем управління технологічними процесами, регулювання систем освітлення у критичні періоди росту рослин та іншими інноваціями в цій галузі.

Фотовольтаційні соти забезпечують перетворення сонячної енергії (світла) у електричну. Найбільше застосування фотовольтаційні установки знайшли у США, Японії та країнах Західної Європи, а також у країнах Північної Африки у формі малих електростанцій [10].

Також нами проведено економічне обґрунтування встановлення монокристалічних сонячних батарей Sunearth на ПАТ "Комбінат Тепличний".

Нашими дослідженнями встановлено, що в Україні теплиць із сонячними батареями немає. Світові тенденції в цілому і в Україні зокрема спрямовані на постійне збільшення вартості традиційних видів енергії. Вартість вітрової, сонячної енергії, біогазу має тенденцію до сталого застосування. Обґрунтовуючи доцільність встановлення монокристалічних сонячних батарей, ми навели ряд переваг та недоліків цього проекту (табл. 4).

Переваги та недоліки встановлення монокристалічних сонячних батарей

Переваги теплиці на монокристалічних сонячних батареях	Недоліки теплиці на монокристалічних сонячних батареях
Батареї монтують на верхніх вітражах, що дозволяє заощадити будівельні матеріали та зберігає площі під сільськогосподарське виробництво	Необхідно передбачити альтернативний вид енергетичного забезпечення теплиць
Гарантійний термін експлуатації та техобслуговування 25 років	Батареї регулюються залежно від сонцестояння та часу доби
Немає необхідності будувати АЕП	Потужність батарей залежить від пори року та часу доби
Стабільна собівартість продукції, що вирощується у закритому ґрунті	Циклічність отриманої енергії необхідно перевести в сталий
Дає підстави розраховувати на дотації згідно із зеленим тарифом та компенсацію за зменшення викидів CO ₂ кіотського протоколу	
відсутність шкідливих викидів;	

За нашими розрахунками, 1 га теплиці на базі голландської технології (цех № 9) ПАТ "Комбінат Тепличний" (з використанням закамульованої енергії) потребує:

$$L = T_e : K : K_e \quad (9)$$

$$L = 3562 : 1,163 : 4,27 = 717,3 \text{ МВт},$$

де L – витрати електроенергії на роботу теплового насоса, МВт на рік на 1 га; T_e – загальні витрати теплової енергії ПАТ "Комбінат Тепличний" на 1 га, Гкал; K – коефіцієнт співвідношення Гкал до МВт; K_e – коефіцієнт ефективності COP;

$$N = L : t : P \quad (10)$$

$$N = 717300 : 2000 : 0,26 = 1379 \text{ монокристалічних сонячних батарей},$$

де N – кількість необхідних монокристалічних сонячних батарей, t – кількість сонячних днів на рік, P – потужність однієї монокристалічної сонячної батареї.

$$C_p = N \cdot C \quad (11)$$

$$C_p = 953 \cdot 3838 = 5284926 \text{ грн},$$

де C_p – вартість проекту, C – вартість однієї монокристалічної сонячної батареї.

Вартість електроенергії, що використовувалась у розрахунках економічної ефективності встановлення монокристалічних сонячних батарей, у 2013 р. становила 0,7437 грн/кВт.год. Урожайність на ПАТ "Комбінат Тепличний" (цех № 9) у 2010 р. – 56,7 кг/1м² овочів, а реалізаційна ціна 1 кг помідора – 7,63 грн. Даний комбінат із цеха № 9 реалізував за рік 2353 т овочів.

За нашими розрахунками, 1 га теплиці на базі голландської технології (з використанням закамульованої енергії) та за умови використання технології "Тепловий насос" потребує 717,3 МВт на рік з необхідністю встановлення 1379 монокристалічних сонячних батарей Sunearth потужністю 0,26 кВт кожна, на загальну суму 5,28 млн грн. Відповідно реалізується з 1га закритого ґрунту овочевої продукції на 4,27 млн грн (табл. 5).

Таблиця 5

Економічне обґрунтування встановлення монокристалічних сонячних батарей Sunearth у виробничих та кліматичних умовах ПАТ "Комбінат Тепличний"

Показники	На 1 га теплиці	ПАТ "Комбінат Тепличний" (вся площа)
Потужність, МВт на рік	717,3	49596,64
Кількість монокристалічних сонячних батарей	1379	95378
Загальна сума, млн грн	5,28	366
Кількість реалізованої продукції, тис. т		22,7
Реалізується з 1га закритого ґрунту овочевої продукції, млн грн	4,27	179,3

Також у 2010 р. ми розраховували вартість проекту встановлення монокристалічних сонячних батарей для повного забезпечення опалення ПАТ "Комбінат Тепличний" із загальною площею теплиць 46 га та середньою врожайністю (всі цехи комбінату) – 47,4 кг/1м² овочів та реалізаційною ціною помідорів 7,89 грн/кг:

$$N = 49596640 : 2000 : 0,26 = 95385 \text{ монокристалічних сонячних батарей}$$

$$C_p = 95385 \cdot 3838 = 366087630 \text{ грн}.$$

Вартість проекту встановлення монокристалічних сонячних батарей потужністю 49,6 тис. МВт на рік, що зможе повністю забезпечити опалення ПАТ "Комбінат Тепличний" загальною площею теплиць 46 га та його підсобних приміщень, становить

366,09 млн грн. ПАТ "Комбінат Тепличний" у 2010 р. реалізовував 22725 т овочевої продукції та отримав 179,3 млн грн прибутку. Розрахований термін окупності – два роки.

Враховуючи актуальність та перспективність застосування сонячних батарей, замовник даної теплиці може розраховувати на часткову державну компенсацію понесених витрат, пов'язаних з будівництвом, згідно існуючими енергозберігаючими програмами, що реалізуються в Україні.

Україна має величезний нереалізований потенціал для розвитку *вітроенергетики* та будівництва сучасних вітрових електростанцій. Уже кілька років в Україні чисельні компанії заявляли про наміри будівництва великих вітроенергетичних комплексів потужністю сотні мегават.

Після прийняття у квітні 2009 р. законодавства, яке встановлювало привабливі ставки зеленого тарифу для електроенергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії, в тому числі й для вітрової енергетики, ціла маса українських та іноземних компаній оголосила про свої наміри будувати вітрові електростанції на території України. Однак у 2009 – 2010 рр. жодна сучасна вітрова електростанція в Україні не з'явилася.

Лише на початку 2011 р. на пільгових умовах було ввезено в Україну устаткування для першої черги Новоозовської вітрової електростанції. У липні 2011 р. відбулося урочисте відкриття нової електростанції. Тому сміливо можна назвати 2011 р. роком народження сучасної вітроенергетики в Україні.

Зауважимо, що на кінець 2010 р., за інформацією Української вітроенергетичної асоціації, встановлена потужність вітрових електростанцій України становила 87,5 МВт. У жовтні 2012 р. їх загальна потужність – близько 249 МВт [1].

Нами здійснено також економічне обґрунтування встановлення вітрогенераторів NEG Micon на ПАТ "Комбінат Тепличний".

Собівартість електрики, що виробляють вітрогенератори, залежить від швидкості вітру. Єдиною важливою умовою для вітрогенераторів є висока середньорічна швидкість вітру. Для розрахунку ми використовували характеристики вітрогенератора NEG Micon (Бельгія) потужністю 1,5 МВт. Проте ця потужність є максимальною, яку генератор може виробити при швидкості вітру 15 м/с. Для Київської області середньорічний рівень швидкості вітру становить лише 3 м/с.

Для розрахунку ми застосовували формулу [2]:

$$N = \rho S V^3 / 2, \text{ Вт}, \quad (12)$$

де N – потужність вітрогенератора, Вт; ρ – густина повітря, кг/м^3 ; $1,225 \text{ кг/м}^3$ – густина повітря при нормальних умовах; S – відмітаєма площа повітря, м^2 ; V – швидкість вітру, м/с; 3 м/с – середньорічна швидкість вітру в Київській області:

$$N = 1,225 \cdot 1520 \cdot 3^3 / 2 = 25137 \text{ Вт} (0,02514 \text{ МВт}).$$

$$C_p = (T_e : t : N) \cdot C_e, \quad (13)$$

де C_p – вартість проекту, млрд грн; T_e – загальні витрати теплової енергії ПАТ "Комбінат Тепличний" за рік, МВт; t – кількість годин в певному періоді (1 рік); C_e – вартість устаткування, млн грн:

$$C_p = (49596,64 : 8760 : 0,02514) \cdot 14,175 = 303,75 \text{ млн євро } 3,192 \text{ млрд грн.}$$

Одержані нами розрахунки показали, що для повного забезпечення ПАТ "Комбінат Тепличний" електроенергією для опалення тепловими насосами необхідно встановити 225 вітряків NEG Micon потужністю 1,5 мегавата та витратити на устаткування 3,19 млрд грн. Проект встановлення вітрогенераторів у 8,7 разів більш затратомісткий, ніж проект встановлення сонячних батарей. Орієнтовна окупність такого проекту 17,8 року. За максимально сприятливих умов (постійна швидкість вітру 15 м/с) такий проект був би навпаки дуже вигідним і міг би окупитися лише за чотири місяці. Отже, використання

вітрогенераторів є доцільним лише в зонах, де високий рівень середньорічної швидкості вітру, наприклад у морі або на іншій відкритій місцевості.

Ще одним напрямом розроблення альтернативних джерел енергії є утилізація біомаси, побутових відходів, зокрема у тепличному господарстві відпрацьований кокосовий субстрат, бадилля огірків, томатів та інших тепличних культур [5]. Наприклад, компанія "Біогаз Nord" пропонує BiNoGreenhouse – біогазовий завод спеціально розроблений для теплиць.

Багато країн світу, в тому числі й Україна, мають у своєму розпорядженні значні потенційні можливості виробництва біогазу з біомаси сільськогосподарських тварин. З 1 т сухої речовини біомаси при її анаеробному обробленні можна отримати до 500 м³ біогазу з теплотворною здатністю 5200 – 6500 ккал/м³ [5].

Біогаз є продуктом обміну речовин бактерій, що утворюються в результаті розкладу органічного субстрату. У процесі утворення біогазу беруть участь три види бактерій, що послідовно живляться продуктами життєдіяльності інших. Після очищення біогаз може досягати стандарту природного газу та використовуватися населенням. Теплотворна здатність біогазу становить 15 МДж/м³ [9].

Нами було проведено економічне обґрунтування встановлення біогазової установки німецької компанії ZORG на ПАТ "Комбінат Тепличний". При використанні біогазової установки отримуємо тепло, CO² і високоякісні добрива для живлення рослин і електроенергію, яку можна використовувати для власних потреб або продати.

У нашому випадку сировиною для виробництва біогазу слугуватиме бадилля томатів та огірків, а також відпрацьований кокосовий субстрат.

Співвідношення основної продукції у виробництві томатів до побічної становить 0,21 [11]. ПАТ "Комбінат Тепличний" за рік виробляє 22961 т овочів, відповідно бадилля та листя становить 4821,81 т. Вологість зелених стебел томатів 78 – 82 %, що позитивно впливає на кінцевий вихід газу із сировини, в середньому 300 м³ з 1 т. Дана кількість сировини дасть змогу отримати 1446,54 тис. м³ біогазу. Проте треба враховувати, що біогаз на 14,5 % має нижчу теплотворну здатність ніж природний газ, тому зможе замінити лише 1236,8 тис. м³ природного газу.

З 1 м³ біогазу в генераторі можна виробити 2 кВт електроенергії, що становитиме для ПАТ "Комбінат Тепличний" 2893,1 МВт. Вироблена електроенергія зможе покрити лише 5,83 % витрат підприємства на опалення із застосуванням теплових насосів, або 43,3 % витрат на використання електроенергії.

Для розрахунку було використано біогазову установку з виходом біогазу 3229 м³. Аналіз технічних характеристик показав, що з 60 т сировини отримуємо близько 56 т/добу твердих та рідких добрив.

Таблиця 6

Витрати на встановлення біогазової установки ZORG, тис. євро

Джерело енергії	Проектна документація	Монтаж, запуск та налагодження	Устаткування	Будівництво
Біогазова установка	45	21	470	340
Теплоелектростанція	-	10	442	-

Загальна вартість проекту встановлення біогазової установки ZORG становить 1328 тис. євро. При виробництві 2893,1 МВт електроенергії на рік вартістю близько 204 тис. євро термін окупності даного проекту лише за рахунок економії становитиме 6,5 років.

Висновки. Виходячи з наших досліджень найбільш ефективним джерелом енергії для тепличних господарств є поєднання сонячних батарей і теплових насосів. Кожен кВт

потужності сонячних батарей дозволяє отримати 5 кВт теплової енергії при застосуванні теплових насосів.

За одержаними результатами економічного обґрунтування витрат на опалення теплиць альтернативними видами палива на базі голландської технології в розрахунок на 1 га було встановлено, що рівень витрат при застосуванні теплових насосів порівняно з опаленням газом зменшиться орієнтовно на 51 – 65 % залежно від технології.

ПАТ “Комбінат Тепличний” може відмовитись від природного газу, модернізувавши енергетичні потужності з одночасним переходом на альтернативні джерела енергії.

Список літератури

1. Вітрові електростанції України. Нові проекти. [електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ecoclubua.com/2011/12/vitrovi-elektrostantsiji-ukrajiny-novi-proekty/>
2. Ветрогенератор. [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Ветрогенератор>
3. Электроэнергетика и охрана окружающей среды. Функционирование энергетики в современном мире. Геотермальная энергетика. [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-8>
4. Зеркалов Д. В. Энергобережения в Украине. [Електронний ресурс] Монографія. – К.: Основа, 2012. – 582 с.
5. Качан Ю. Г., Куріс Ю. В., Левицька І. М. Біогазові установки та методи їх розрахунку // Енергетика та Електрифікація. – 2009. – №5.
6. Лазоренко В. О. Розробка моделі енергоефективної теплиці з використанням традиційних джерел та сонячної енергії // Науковий вісник НУБіП України. – 2011. – вип. 166(4).
7. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2011 році: [стат. бюлетень]; Державний комітет статистики України. – К., 2012. – 52 с.
8. Олексюк А. О., Челапко С. О., Горделюк А. А. Створення енергоресурсозберігаючих систем геотермального теплопостачання з використанням сонячної енергії та теплових насосів // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – 2011. – №1(12). – с.143-150
9. Пришляк Н. В. Досвід Китаю у будівництві індивідуальних біогазових установок // Економіка АПК. – 2011. – №1.
10. Савченко Є. Застосування сонячної енергії у сільському господарстві України: можливості і проблеми // Аграрна економіка. – 2012. – Т. 5, № 1-2. С. 105 – 114.
11. Тараріко Ю. О. Біоенергетичні зрощувані агроєкосистеми. Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва (Південний Степ України), За редакцією Ю. О. Тараріко. – К.: ДІА, 2010. – 98 с.
12. Теплові насоси AQUAGOR. [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.gorenje.ua/ua/aquagor>
13. Giuliano Vox, Meir Teitel, Alberto Pardossi at al. Sustainable greenhouse systems. Nova science publishers. Italy, Inc., 2010. 79 p.

Эффективность альтернативных источников энергии в тепличном хозяйстве

Л. П. Червінська,
доктор економічних наук
Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана
В. Ф. Іваненко
Український науково-дослідницький інститут
продуктивності агропромислового комплексу

Ображена оценка эффективности альтернативных источников энергии в овощеводстве закрытого грунта и обоснованы параметры отрасли на основе внедрения предложенных инноваций. Обоснованы показатели эффективности тепличного хозяйства в условиях модернизации энергетических мощностей.

The effectiveness of alternative energy in greenhouses

L. Chervinska,
V. Ivanenko
The Ukrainian scientific research institute
of efficiency of agriculture

Deals with evaluation of the effectiveness of alternative energy sources in vegetable greenhouses and field parameters proved based on introducing the proposed innovation. Proved performance greenhouses for the modernization of energy facilities.