

УДК 631.371:631.365

А. Д. Гарькавий, д-р техн. наук, проф.;

П. Г. Завальнюк, асп.

## ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРІВ ДЛЯ СУШІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

*Наведено результати експериментальних досліджень полімерного геліоколектора з використанням концентратора сонячної енергії та порівняльні характеристики теплової потужності.*

### Вступ та постановка задачі

Поглиблення енергетичної кризи в Україні вимагає нових шляхів енерговикористання в сільському господарстві, зокрема під час сушіння рослинних матеріалів. Проте, питання використання відновлювальних джерел енергії для сушіння сільськогосподарської продукції вивчені недостатньо.

Під час збирання сіна втрати найпоживніших кормів можуть досягати 50 % [1]. Вони відбуваються за рахунок біохімічних змін в рослинах та від механічних втрат, обламування листків пересохлого сіна. Особливо великі втрати під час зволоження опадами, оскільки вимиваються поживні речовини та створюються умови для розвитку пліснявих грибів. Втрати значно зменшуються під час досушування пров'яленої трави до кондиційної вологості в штучних умовах, але на це необхідно витратити до 30...50 кВт·год енергії на тонну сіна [1].

Зменшуються витрати електроенергії, і скорочується час на досушування під час застосування активного вентилявання з підігріванням повітря у сонячних теплогенераторах. Більшість таких геліоколекторів розміщують на конструкціях сіносовищ, або встановлюють каркас поблизу скірт сіна. Проте високі затрати на виготовлення та установку каркасу, щорічна заміна плівок приводить до збільшення затрат на заготівлю сіна. *Метою досліджень є визначення енергетичних показників та оптимальних параметрів роботи сонячного теплогенератора з концентратором сонячної енергії.*

### Методика досліджень

Для досліджень теплоенергетичних показників розроблено та виготовлено геліоколектор циліндричної форми довжиною  $l = 3$  м, радіусом  $r = 0,47$  м, в якому абсорбером є чорна плівка, яка одночасно є внутрішнім каналом циркуляції повітря.

Прозору плівку товщиною 100 мкм використовували як теплоізолювальний матеріал. Зовнішній канал циркуляції проходить між прозорою і чорною плівкою. Для геліоколектора з концентратором сонячної енергії було виготовлено каркас, на якому закріплені дзеркальні пластини, зігнуті у вигляді параболи [2]. Енергія, яка надходить від сонця, падає на передню частину теплосприймаючої поверхні геліоколектора та на дзеркальні поверхні параболічних пластин, відбивається та фокусується на теплосприймаючій поверхні геліоколектора (рис. 1).

В геліоколекторі повітря циркулює по обох циркуляційних контурах та виводиться на вихідний патрубок 6. Датчики термоперетворювачів опору ТСМ-2.8.100М розміщували вздовж циркуляційного каналу через кожні 50 сантиметрів з метою визначення температурного поля всередині геліоколектора.

Сигнали з датчиків передавались на багатоканальний вимірювальний пристрій АЦП «ZET-210», з якого числові дані виводились на дисплей комп'ютера. Для визначення питомої подачі повітря застосовували прилад ИС-1, сонячну радіацію вимірювали датчиком SL-600. Сигнали опрацьовували за допомогою програми «Zet-формула» та в режимі реального часу виводили значення підігріву повітря, питомої потужності по кожному з каналів циркуляції, загальної потужності геліоколектора. В процесі досліджень змінювали об'ємну подачу повітря, реєстрували показники датчиків температури та визначали залежності вихідної потужності теплогенератора від об'ємної подачі повітря та сонячної радіації.

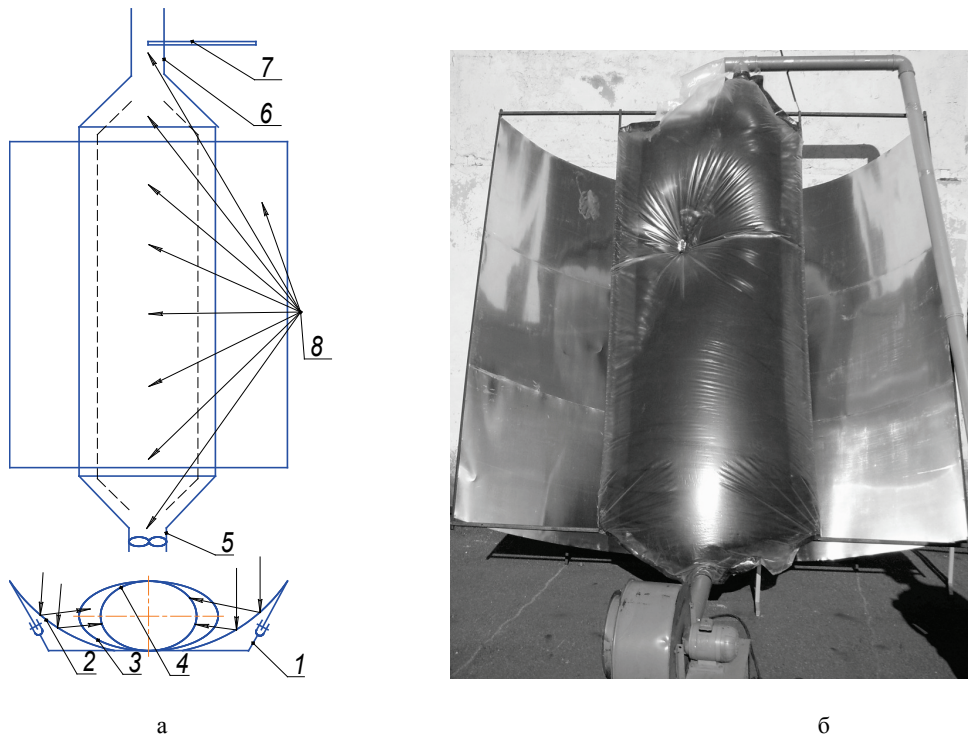


Рис. 1. Геліоколектор з концентратором сонячної енергії: а — схема геліоколектора з парабоциліндричним концентратором; б — зовнішній вигляд геліоколектора: 1 — каркас; 2 — парабоциліндричний концентратор; 3 — прозора плівка; 4 — чорна плівка; 5 — вентилятор; 6 — вихідний патрубок; 7 — анемометр ІС-ІПР.2.001.009; 8 — датчики температури ТСМ-2.8.100М

**Результати досліджень**

В процесі досліджень визначались теплоенергетичні характеристики геліоколектора з використанням концентратора сонячної енергії та без нього. Максимальної вихідної потужності геліоколектори досягали з 12 до 14 години, яка складала 2,25 кВт, для геліоколектора з концентратором сонячної енергії, та 1,36 кВт — для геліоколектора без концентратора з інтенсивністю сонячної радіації 730 Вт/м<sup>2</sup> (рис. 2, 3). Середня температура підігріву повітря в кожному з них була в межах 7,5...15 °С, подача повітря — 150...550 м<sup>3</sup>/год.

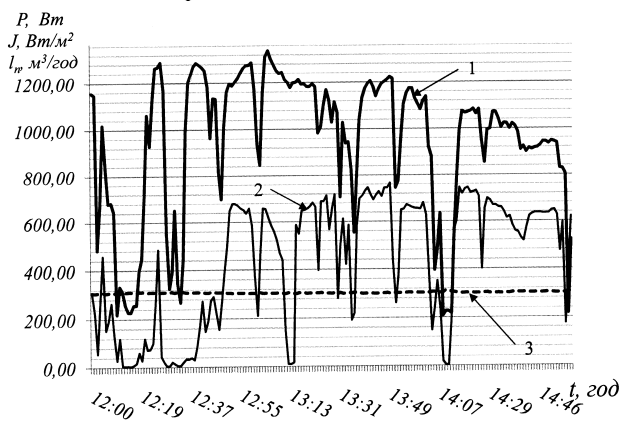


Рис. 2. Вихідна потужність геліоколектора без концентратора сонячної енергії: 1 — залежність теплової потужності геліоколектора  $P$  від часу  $t$ ; 2 — інтенсивність сонячної радіації  $J$  від часу  $t$ ; 3 — питома витрата повітря  $l_v$  від часу  $t$

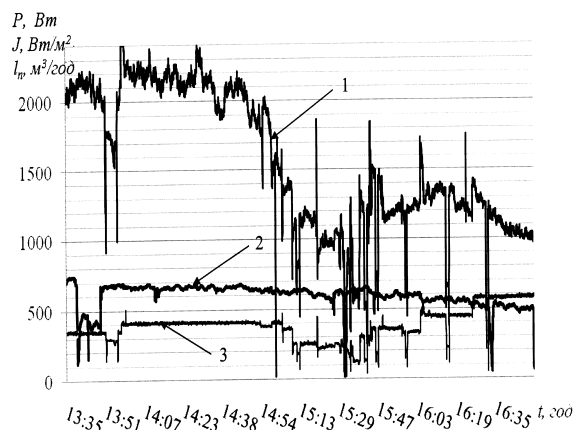


Рис. 3. Вихідна потужність геліоколектора з концентратором сонячної енергії: 1 — залежність теплової потужності геліоколектора  $P$  від часу  $t$ ; 2 — інтенсивність сонячної радіації  $J$  від часу  $t$ ; 3 — питома витрата повітря  $l_v$  від часу  $t$

Загальну та середню кількості теплової енергії, отриманої протягом кожної години, визначали інтегруванням  $\partial P / \partial t_i$ , для  $\partial t_i = 1$  с. Також визначали середню теплову потужність протягом кожної години впродовж періоду досліджень. Узагальнені статистичні дані досліджень наведені в табл. 1, 2.

Середні значення теплоенергетичних характеристик геліоколектора без концентратора

Період, години дня	Інтенсивність сонячної радіації $J$ , Вт/м <sup>2</sup>	Подача повітря, м <sup>3</sup> /год	Потужність геліоколектора, $P$ , Вт	Сумарна кількість теплової енергії, Вт/год
13...14	555,62	303,10	1 105,63	1105,63
14...15	592,49	302,56	911,30	2016,93
15...16	476,40	320,82	713,28	2730,21
16...17	329,50	304,09	458,45	3188,66
Загальне середнє	488,50	307,64	797,17	—

Таблиця 2

Середні значення теплоенергетичних характеристик геліоколектора з концентратором сонячної енергії

Період, година дня	Інтенсивність сонячної радіації $J$ , Вт/м <sup>2</sup>	Подача повітря, м <sup>3</sup> /год	Потужність геліоколектора, $P$ , Вт	Сумарна кількість теплової енергії, Вт/год
13...14	576,52	339,94	2 022,00	2 022,00
14...15	658,55	407,60	2 098,76	4 120,76
15...16	608,45	277,87	1 096,17	5 216,93
16...17	527,67	488,60	1 182,32	6 399,25
Загальне середнє	598,40	382,69	1 549,52	—

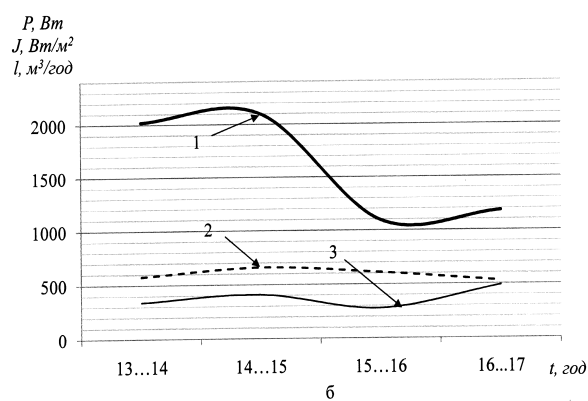
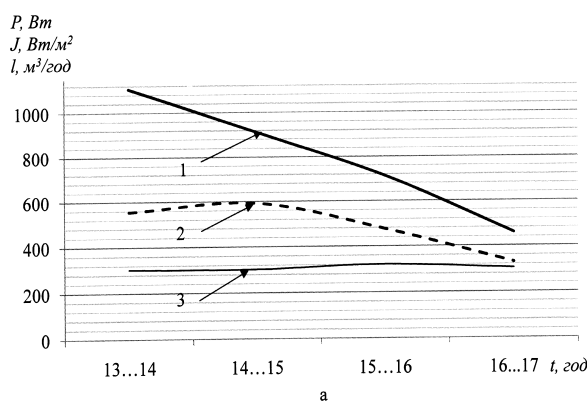


Рис. 4. Середні показники вихідної потужності геліоколектора без концентратора сонячної енергії (а) та з концентратором (б): 1 — вихідна потужність геліоколектора  $P$ ; 2 — інтенсивність сонячної радіації  $J$ ; 3 — питома витрата повітря  $l_n$

Під час дослідження температурного поля всередині геліоколектора були виявлені залежності, показані на рис. 5.

Характер зміни температури вздовж геліоколектора вказує на нерівномірний рух повітряних мас та на те що, холодне повітря потрапляє в центральну частину геліоколектора та змішується з підігрітим повітрям, внаслідок того що, швидкість повітряного потоку з вхідного патрубка досягає 12...15 м/с.

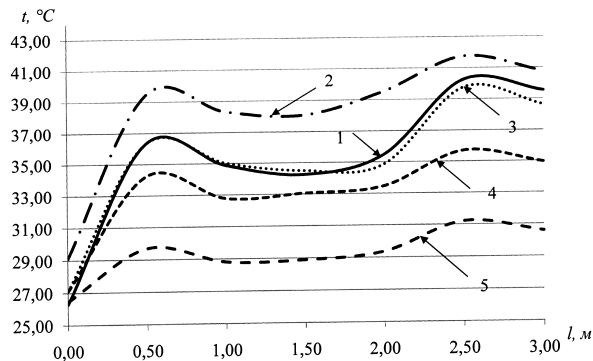


Рис. 5. Графік зміни середніх значень температур вздовж геліоколектора з концентратором сонячної енергії: 1 — період 12–13 година; 2 — період 13–14 година; 3 — період 14–15 година; 4 — період 15–16 година; 5 — період 16–17 година

### Висновки

Застосування геліоконцентратора дозволяє збільшити максимальну вихідну потужність геліоколектора на 165 %, з 1,36 кВт до 2,25 кВт, з інтенсивністю сонячної радіації 730 Вт/м<sup>2</sup>.

Протягом чотирьох годин геліоколектор виробляє 6,4 кВт/год теплової енергії з середньою інтенсивністю сонячної радіації 600 Вт/м<sup>2</sup>.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гарькавий А. Д. Використання геліопідігрівачів для сушіння сіна / А. Д. Гарькавий, А. В. Грицун, А. В. Спирін. // Корми і кормовиробництво, 2003. — № 50 — С. 169—173.
2. Патент України №37055 на корисну модель. Пристрій для сушіння сільськогосподарських кормів / А. Д. Гарькавий, Л. П. Серета, П. Г. Завальнюк; опубл. 10.11.2008, бюл. № 21.
3. Корчемний М. В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / М. В. Корчемний, В. Г. Федорейко, В. М. Щербань // Підручники і посібники. — Тернопіль, 2001. — 984 с.

Рекомендована кафедрою теплоенергетики

Надійшла до редакції 22.12.09  
Рекомендована до друку 10.02.10

*Гарькавий Анатолій Дмитрович* — завідувач кафедри, *Завальнюк Павло Григорович* — асистент.  
Кафедра експлуатації машино-тракторного парку і ремонту машин, Вінницький державний аграрний університет