

## АЛГОРИТМ АНАЛІЗУ ПАРАМЕТРІВ ГЕЛПОВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Головко В. М., Кохансвич В. П., Шихайлов М. О.

*Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України*

*Наведений алгоритм аналізу параметрів утилізаторів енергії сонячної радіації та вітру для технологічних процесів сільськогосподарського виробництва на основі порівняння ціни ефективності вкладених витрат при їх конструкційній реалізації.*

**Постановка проблеми.** Продукція, що отримується в результаті будь-якого виробництва, передбачає енергетичного забезпечення.

На сучасному етапі розвитку людство користується, в основному, енергоносіями мінерального походження, ресурси якого в достатньому майбутньому вичерпні.

Тому енергообладнання, що використовується у виробництві повинне, як мінімум, бути репродуктивним, тобто за свій строк служби йому необхідно виробити енергії більше, ніж було витрачено на його виготовлення.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Такому енергетичному аналізу в свій час були присвячені роботи Жученко А. А., Северньова М. М. та ін. з оцінки сільськогосподарської техніки та технологій.

**Мета статті.** Розробка алгоритму аналізу параметрів установок, що утилізують енергію сонячної радіації та вітру для технологічних процесів сільськогосподарського виробництва при їх конструкційній реалізації.

**Основні матеріали дослідження.** Загальна особливість енергетичного аналізу полягає в визначенні взаємозв'язку між двома основними елементами процесу виробництва – функціями надходження енергії сонячної радіації і вітру та додаткових (традиційних) джерел і витрат:

$$H(y_1; y_2) = f(x_1; x_2; x_3) - g(q_i) \rightarrow \text{const} \quad (1)$$

де  $H(y_1; y_2)$  – функція енергетичних технологічних вимог;

$f(x_1; x_2; x_3)$  – функція надходження енергії сонячної радіації та вітру і додаткових (традиційних) джерел;

$g(q_i)$  – функція витрат енергії на виробництво засобів утилізації енергії сонячної радіації та вітру.

Залежність (1) є відображенням точки векторного простору, стан якого забезпечує незмінність дотримання виробничих вимог для  $i$ -того об'єкта.

При цьому слід відмітити, що максимальне значення виконання функції вимог залежить від вектора витрат, так як надходження енергії сонячної радіації та вітру не залежить від споживача.

Тобто існує така множина витрат, в якій:

- зростання будь-якого його елемента не призводить до зменшення вихідної величини виробничого продукту;

- зростання витрат призводить до зниження віддачі системи.

Згідно аналізу коефіцієнта забезпечення графіка навантажень, сукупність технічних засобів використання енергії сонячної радіації та вітру, дозволяє перетворювати дані джерела на всій території України в періоди, що визначені при енергетичній оцінці надходження енергії сумарної сонячної радіації та вітру [1].

Показником віддачі системою вихідного продукту в деякій фіксованій точці векторного простору витрат, є ціна вкладених витрат:

$$h = \lim_{g_i \rightarrow g_{sp}} \frac{\partial f}{\partial g_i} = 0, \quad (2)$$

де  $f$  – функція ефективності надходження енергії в системі;

$g_i$  – витрати при отриманні енергії в системі для енергозабезпечення  $i$ -того об'єкта виробництва;

$g_{sp}$  – граничне значення витрат.

Вираз (2) показує, що прирощення виробітку енергії залежить від прирощення вкладених витрат. При досягненні витрат деякого граничного значення, ефективність системи дорівнює нулю.

Енергозабезпечення технологічних процесів сільськогосподарського виробництва здійснюється альтернативними системами, що побудовані за блочним принципом [2].

Дані варіанти схем поєднують одно- та двоконтурні структури за режимом теплообміну, які згідно результатів дослідів розбиті на чотири групи за принципом послідовного руху зростання якісних показників отримання кінцевого продукту (енергозабезпечення споживача).

Двоконтурні схеми для сільськогосподарського виробництва поступаються одноконтурним в теплопродуктивності на 26% і перевищують в металомісткості на 19...22%, тому обґрунтування їх параметрів проводити не доцільно [3].

Одноконтурні схеми охоплюють десять варіантів і мають таку структуру:

1. Сонячний колектор і тепловий акумулятор.

2. Сонячний колектор, тепловий акумулятор та резервний теплоелектронагрівач.

3. Сонячний колектор, тепловий акумулятор, насос для прокачки теплоносія.

4. Сонячний колектор, тепловий акумулятор, насос для прокачки теплоносія та резервний теплонагрівач.

5. Сонячний колектор, тепловий акумулятор та резервний теплоелектронагрівач, живлення якого здійснюється від вітроагрегата.

6. Сонячний колектор, тепловий акумулятор, насос для прокачки теплоносія, живлення якого здійснюється від вітроагрегата.

7. Сонячний колектор, тепловий акумулятор, насос для прокачки теплоносія та резервний теплонагрівач, живлення яких здійснюється від вітроагрегата.

8. Сонячний колектор, тепловий акумулятор, насос для прокачки теплоносія та електрохімічний акумулятор, живлення яких здійснюється від вітроагрегата.

9. Сонячний колектор, тепловий акумулятор, резервний теплонагрівач та електрохімічний акумулятор, живлення яких здійснюється від вітроагрегата.

10. Сонячний колектор, тепловий акумулятор, насос для прокачки теплоносія, резервний теплонагрівач та електрохімічний акумулятор, живлення яких здійснюється від вітроагрегата.

Слід відмітити, що схеми виконані за варіантами 1,2,5,9 забезпечують виробіток теплової енергії при вільному режимі теплообміну. Варіанти за схемами 3,4,6,7,8,10 також забезпечують виробіток теплової енергії, але при вимушеному режимі теплообміну. Даний режим забезпечується введенням циркуляційного насоса.

Функція витрат для схем з вільним режимом теплообміну складають:

$$(g^{ij})_1 = x_1^j + x_2^j + x_3^j ; \quad (3)$$

$$(g^{ij})_2 = (x_1^j + x_2^j + x_3^j) + (1 - \omega_1)(x_4^j + x_5^j) ; \quad (4)$$

$$(g^{ij})_5 = (x_1^j + x_2^j + x_3^j) + \omega_2(x_5^j + x_6^j) ; \quad (5)$$

$$(g^{ij})_9 = (x_1^j + x_2^j + x_3^j) + \omega_2(x_5^j + x_6^j + x_7^j) , \quad (6)$$

де  $g^{ij}$  – значення витрат альтернативної схеми для  $j$ -того складу компонентів  $i$ -того об'єкта;

$x_1, \dots, x_7$  – витрати в компонентах схем, відповідно на сонячні колектори ( $x_1$ ), трубопроводи та допоміжну арматуру ( $x_2$ ), тепло акумулятори ( $x_3$ ), електроенергію від традиційного джерела ( $x_4$ ), електронагрівачі ( $x_5$ ), вітроагрегат ( $x_6$ ), електроакумулятор ( $x_7$ ).

$\omega_1, \omega_2$  – вагові коефіцієнти потоків енергії відповідно від сонячної радіації та вітру.

Функція витрат для схем з вимушеним режимом теплообміну складають:

$$(g^{ij})_3 = \alpha(x_1^j + x_2^j + x_3^j) + (x_4^j + x_8^j) \quad (7)$$

$$(g^{ij})_4 = \alpha(x_1^j + x_2^j + x_3^j) + (1 - \omega_1)(x_4^j + x_5^j + x_8^j) \quad (8)$$

$$(g^{ij})_6 = \alpha(x_1^j + x_2^j + x_3^j) + \omega_2(x_6^j + x_8^j) \quad (9)$$

$$(g^{ij})_7 = \alpha(x_1^j + x_2^j + x_3^j) + \omega_2(x_5^j + x_6^j + x_8^j) \quad (10)$$

$$(g^{ij})_8 = \alpha(x_1^j + x_2^j + x_3^j) + \omega_2(x_6^j + x_7^j + x_8^j) \quad (11)$$

$$(g^{ij})_{10} = \alpha(x_1^j + x_2^j + x_3^j) + \omega_2(x_5^j + x_6^j + x_7^j + x_8^j) \quad (13)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт зменшення витрат при вимушеному режимі теплообміну;

$x_8$  – витрати на циркуляційний насос.

Кожному значенню функцій витрат відповідає значення ефективності роботи схеми, що задовольняє потреби технічного процесу, тобто маємо залежність потреб від витрат  $f(g)$  в дискретному вигляді.

Вирішення даної оптимізаційної задачі проводилось за умовою (2). Граничне значення витрат  $g_{zp}$ , при якому  $\partial f / \partial g_i = 0$  визначається часом відновлення енерговитрат.

Як приклад на рис.1 подана гістограма даного показника для сонячних водонагрівачів з вільним та вимушеним режимами теплообміну для різних кліматичних зон в залежності від величини надходження питомого значення енергії сонячної радіації.

Аналіз отриманих залежностей вказує на перевагу схем з вимушеним режимом. Енергозабезпечення насоса для прокачування теплоносія проводиться від електромережі або від вітроелектроагрегата. Застосування вітроустановки, у відповідній технологічній схемі, можливе в зонах з середньорічною швидкістю вітру більше 5,3 м/с.

В цих зонах (південь України) час відновлення витрат не перевищує строк використання обладнання за винятком тільки в схемах №6,8, де використання енергії витрачається на постачання насоса для прокачування теплоносія (потужність 1...6 кВт). При цьому вітродвигун безпосереднього під'єднання має перевагу перед схемами з акумуляцією в тих випадках, де немає жорстких вимог до надійності енергопостачання.

В інших кліматичних зонах України періоди доцільного використання енергії вітру і сонячної радіації не співпадають.

Застосування схеми №4 (застосування резервного електронагрівача) збільшує надійність схеми №3 при незадовільних за надходженням енергії сонячної радіації днів.

Нааявність в періоді доцільного використання несприятливих днів до 40% збільшує час відновлення енерговитрат в 1,7 рази, але не перевищує нормативний строк використання енергообладнання.

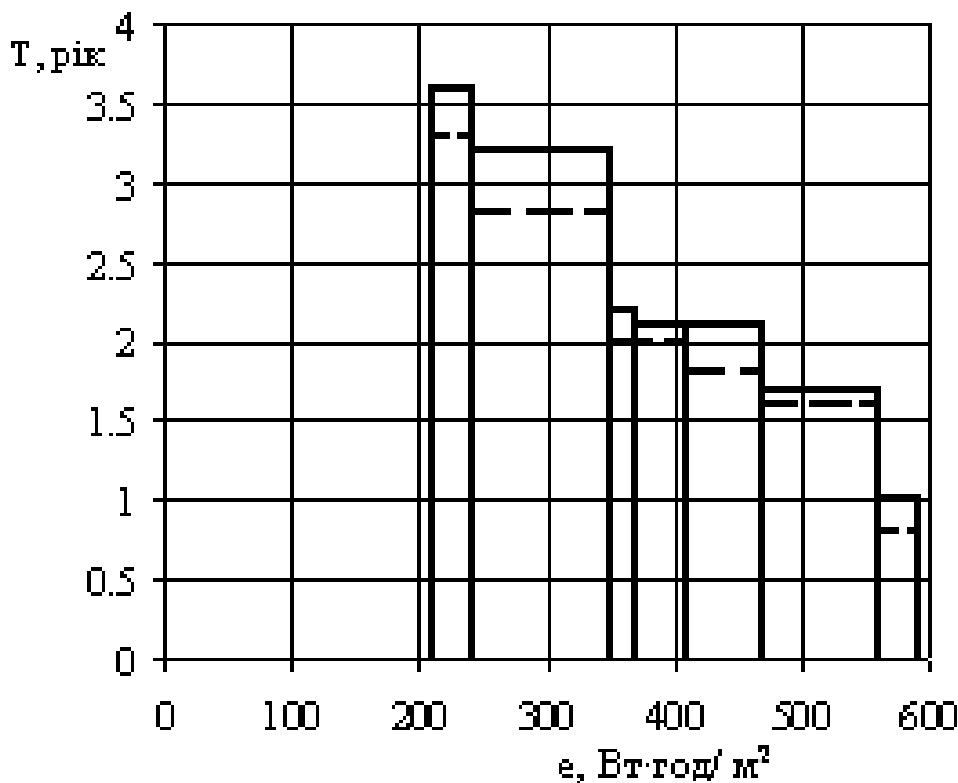


Рисунок 1 – Гістограма часу відновлення енерговитрат на виробництво:  
 — — для схем з вільним режимом теплообміну;  
 - - - для схеми з вимушеним режимом теплообміну

**Висновок.** Отриманий алгоритм оптимізаційного розрахунку дає можливість визначити пріоритетний варіант альтернативних схем, а також обґрунтувати параметричні ряди технічних засобів утилізації енергії сонячної радіації та вітру.

#### Список використаних джерел

1. Головка В. М. Вибір критеріїв оцінки автономних систем електроживлення на базі відновлюваних джерел енергії для об'єктів агропромислового комплексу / В. М. Головка // Електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва – 2007.– №1.– С.6-13.
2. Головка В. М. Использование возобновляемых источников энергии в сельскохозяйственном производстве УССР // Техніка в сільському господарстві – 1991. – №2. – С.24-25.
3. Разработать схемы использования возобновляемых источников энергии для различных технологических процессов, обеспечивающих снижение потребления электроэнергии от традиционных государственных энергосистем // Отчет НИР УНИИМЭСХ, 1990. – 54 с.

#### Аннотація

#### АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ГЕЛИОВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО

#### ОБОРУДОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Головка В. М., Коханевич В. П., Шихайлов Н. А.

*Приведен алгоритм анализа параметров утилизаторов энергии солнечной радиации и ветра для технологических процессов сельскохозяйственного производства на основании сравнения цены эффективности вложенных затрат при их конструкционной реализации.*

#### Abstract

#### ANALYSIS ALGORITHM OF COMPLEX SOLAR AND WIND ENERGY GENERATING EQUIPMENT FOR AGRICULTURE

V. Golovko, V. Kokhanievych, N. Shykhailov

*There has been presented parameters' analysis algorithm of solar radiation and wind utilizers for technological processes in agriculture the analysis is based on comparing investments cost efficiency and their structural implementation.*