

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 корми і що з цим робити? [онлайн] Доступно: kurkul.com/spetsproekty/918-chomu-dorobjchayut-kormi-i-scho-z-tsim-robiti [Дата звернення 09. 11. 2024].
2. Олексієнко В.О. Підвищення ефективності роботи малогабаритних зернових молоткових кормодробарок: дис. Кандидата техн. Наук: 05.05.11 / Олексієнко Вадим Олександрович. – Мелітополь, 2006. – 127 с.
 3. Олексієнко В.О., Ялпачик Ф.Ю., Кравець О.В. Економічна оцінка ефективності модернізації молоткової кормодробарки для сучасних форм організації виробництва продукції тваринництва.// Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Миколаїв, 2004. – Вип. 3 (27). – С. 229–236.
 4. Олексієнко В.О., Петриченко С.В. Вплив зношування молотків зернової дробарки на ефективність процесу подрібнення / Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 / під заг. ред. В.М. Кюрчева. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 35-36. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wpcontent/uploads/sites/13/10.pdf>
 5. Олексієнко В.О., Петриченко С.В. Аналіз параметрів ротора малогабаритної зернової молоткової дробарки / Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного за загальною редакцією д.т.н. професора Надикто В.Т. – Мелітополь: ФОП Однорог Т.В. 2019. – Частина 1. – с. 112 – 115.
 6. Курочка І.В., Мовчан М.О., Рябенко А.С., Олексієнко В.О. Огляд сучасних технологій подрібнення зернової сировини в комбікормовій промисловості / Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернетконференція, 24 листопада 2020 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С. 138-139. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/48.kurochka-i.v.-movchan-m.o.-rjabenko-a.s.-oleksiyenko-v.o.ohljad-suchasnyh-tehnolohijpodribnennja-zernovoyi-syrovyny-v-kombikormovij-promyslovosti.pdf>

УДК: 638.124:620.91

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОБРОБЦІ ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА

**Харченко О.М. аспірант, Сиромятніков П.С. доцент,
Гавриленко О.В. студент**

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

У статті розглянуто сучасні енергозберігаючі технології, що застосовуються в обробці продуктів бджільництва.

Вступ. Енергозбереження є ключовим завданням сучасного бджільництва, спрямованим на підвищення ефективності виробництва. Сонячна енергія пропонує перспективу зниження енергетичних витрат, однак її впровадження

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 потребує детального вивчення теплових процесів.

Сучасні дослідження зосереджені на різних аспектах бджільництва: вибір датчиків для контролю мікроклімату у вуликах [1], вплив температури на збір пилку медоносними бджолами [2], екологічні методи боротьби з варроатозом [3] та оптимізація роботи відцентрових воскотопок [4]. Розроблено автоматичні системи підгодівлі бджіл [5], досліджено зимівлю в багатоматкових вуликах [6], а також вплив гумінових препаратів на життєдіяльність бджіл [7]. Особливу увагу приділено моніторингу міського бджільництва [8], відновленню наукового напрямку бджільництва [9] та впливу акарицидів на маток [10].

Мета дослідження полягає у вивченні теплових процесів у воско-топках, що працюють на сонячній енергії, з метою підвищення енергоефективності технологій обробки продуктів бджільництва та створення рекомендацій для зменшення теплових втрат.

Матеріали та методи. Досліджено теплові процеси у воско-топці на сонячній енергії. Матеріал — бджолиний віск ($\rho=920 \text{ кг/м}^3$, $C_p=2000 \text{ Дж}$, $k = 0.2 \text{ Вт}$. Умови: $T_{env}=300 \text{ К}$, $G=800 \text{ Вт/м}^2$, $\theta=30^\circ$. Математична модель враховувала теплопоглинання, випромінювання, теплопровідність, фазові переходи та адіабатичні зміни. Дані збиралися за допомогою термопар і калориметрів. Розрахунки у Python з параметрами: $\tau=60 \text{ с}$, $h_{fg}=2260000 \text{ Дж/кг}$, $\dot{m}=0.02 \text{ кг/с}$.

Результати. Процес теплопередачі в системі "сонячна воско-топка – бджолиний віск" описується рівнянням (1):

$$\int_V \left(\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} + u \cdot \nabla T \right) dV = \int_A [\alpha G \cos(\theta) - \varepsilon \sigma (T^4 - T_{env}^4)] dA + \int_V \left(k \nabla^2 T + \frac{1}{\tau} (Q_{cond} + Q_{conv} + Q_{rad}) \right) dV + \int_A (\eta_{eff} \cdot \dot{m} \cdot h_{fg}) dA - \int_V \frac{\partial}{\partial t} \left(\rho \frac{\partial u^2}{2} + \frac{\rho \cdot P}{\gamma - 1} \right) dV - \int_V \frac{\partial}{\partial x} (\rho u \cdot \nabla T) dV \quad (1)$$

де ρ – густина матеріалу, кг/м^3 ;

c_p – питома теплоємність, $\text{Дж/(кг} \cdot \text{К)}$;

T – температура, К ;

u – швидкість потоку тепла, м/с ;

t – час, с ;

α – коефіцієнт поглинання сонячного випромінювання;

G – інтенсивність сонячного випромінювання Вт/м^2 ;

ε – коефіцієнт тепловипромінювання;

σ – стала Стефана-Больцмана, $\text{Вт/(м}^2 \cdot \text{К}^4)$;

k – коефіцієнт теплопровідності, $\text{Вт/(м} \cdot \text{К)}$;

$\nabla^2 T$ – лапласіан температури;

Q_{cond} , Q_{conv} , Q_{rad} – теплові потоки через теплопровідність, конвекцію та радіацію, Дж ;

η_{eff} – ефективність теплопередачі;

$\dot{m}$ – масова витрата, кг/с ;

h_{fg} – прихована теплота плавлення, Дж/кг ;

P – тиск, Па ;

γ – показник адіабати.

Формула теплового балансу враховує основні процеси, що відбуваються в системі. Теплопоглинання описує кількість енергії, яка надходить від сонячного випромінювання, залежно від кута падіння променів, поглинаючої здатності поверхні, а також різниці температур між продуктом і навколишнім середовищем. Тепловипромінювання визначає втрати тепла через випромінювання згідно із законом Стефана-Больцмана, де різниця четвертих ступенів температур відіграє ключову роль. Теплопровідність забезпечує передачу тепла від продукту до навколишнього середовища через матеріал. Теплопередача описує загальну кількість енергії, переданої через конвекцію, випромінювання та теплопровідність за певний час. Прихована теплота враховує енергію, необхідну для фазових переходів, наприклад, плавлення воску. Адіабатичні зміни пояснюють втрати тепла через зміну тиску та температури в системі. Формула поєднує ці компоненти для визначення загального теплового балансу.

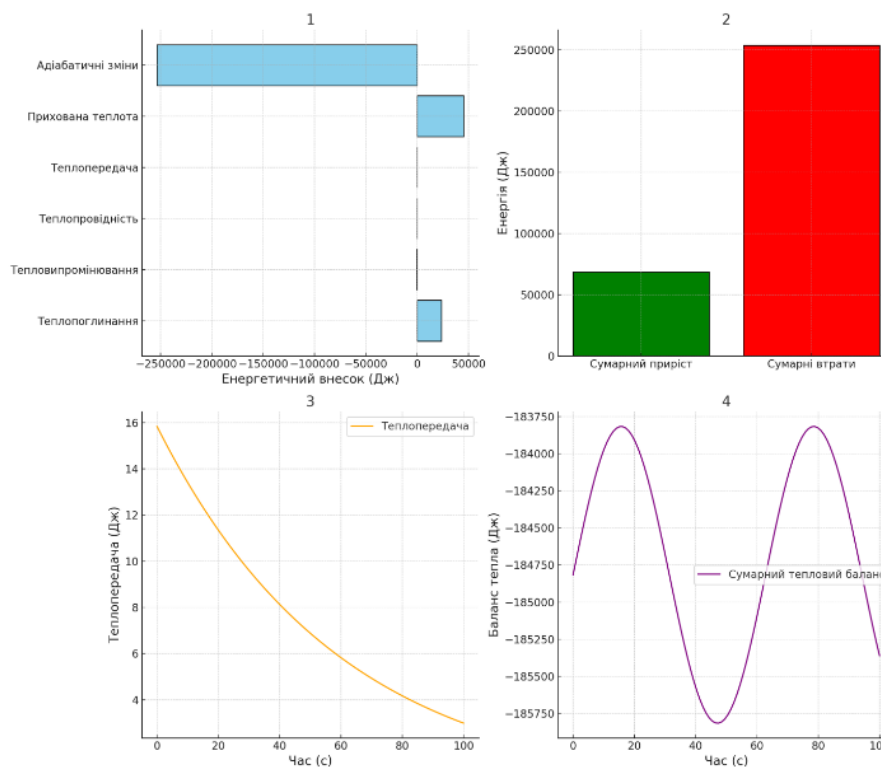


Рис.1. – 1) Розподіл джерел теплового балансу; 2) Прирости та втрати тепла; 3) Динаміка передачі тепла в часі; 4) Сумарний тепловий баланс у часі

На першому графіку показано розподіл енергетичних компонентів. Теплопоглинання становить 74880 Дж (39.5%), тепловипромінювання – -90528 Дж (47.8%), теплопровідність – 8 Дж (0.004%), теплопередача – 16.7 Дж (0.009%), прихована теплота – 45200 Дж (23.9%), а адіабатичні зміни – -184816 Дж (97.6%). Ці дані показують, що основними джерелами втрат є тепловипромінювання та адіабатичні зміни.

Другий графік порівнює прирости та втрати тепла. Сумарний приріст тепла становить 120496.7 Дж (64.6%), тоді як сумарні втрати тепла – -275344 Дж (147.6%). Це вказує на те, що втрати значно перевищують прирости, свідчаючи

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 про низьку енергоефективність системи.

На третьому графіку зображено динаміку теплопередачі. На початку процесу вона становить 16.7 Дж, але поступово зменшується через релаксацію потоків енергії. Після 100 секунд процес теплопередачі майже припиняється, досягаючи значення близького до нуля.

Четвертий графік відображає сумарний тепловий баланс системи. Втрати досягають максимуму -184816 Дж, що є домінуючим фактором у загальному балансі. Динаміка балансу включає коливання, спричинені зовнішніми впливами, такими як нестабільність теплопоглинання.

Результати моделювання вказують на необхідність оптимізації енергозберігаючих технологій в обробці продуктів бджільництва, зокрема зменшення теплових втрат через випромінювання та підвищення ефективності теплопередачі. Це дозволить підвищити енергоефективність системи і якість кінцевого продукту.

Висновок. Дослідження виявило основні джерела теплових втрат у воскотопках на сонячній енергії та підтвердило доцільність їх використання. Запропоновані рекомендації спрямовані на підвищення енергоефективності, зменшення витрат і покращення якості продукції. Результати можуть бути використані для вдосконалення технологій обробки продуктів бджільництва.

Список використаних джерел

1. Мікла, І. А., & Галич, І. В. (2020). Вибір датчика температури мехатронної системи дистанційного контролю бджолоїної сім'ї.
2. Сенчук, Т. Ю., & Жукорський, О. М. (2024). Вплив температурних умов середовища на динаміку збору бджолоїної обніжки та пилку квіткового медоносними бджолами.
3. Сиромятников, Ю. М., Шабля, В. П., Белих, О. В., & Харченко, О. М. (2024). Видалення бджолоїного розплоду як біометод контролю варроатозу.
4. Сиромятников, Ю. М., & Сиромятніков, П. С. (2024). Оптимальна частота обертання ротора відцентрової воскотопки АВВ-100.
5. Сиромятников, Ю. М., Харченко, О. М., & Белих, О. В. (2024). Розробка автоматичної системи підгодівлі колоній медоносних бджіл.
6. Сиромятников, Ю. М., Сиромятніков, П. С., & Геворкян, Г. Л. (2024). Особливості зимівлі бджіл у багатоматковому вулику.
7. Сиромятников, Ю. М. (2023). Дія гумінового препарату «Kalnini 1» на динаміку життя бджіл у дослідних клітках. Сучасні тенденції розвитку галузі тваринництва: світовий та національний виміри, 232-234.
8. Сиромятников, Ю. М., & Белих, О. В. (2023). Система моніторингу міського бджільництва.
9. Шабля, В. П., & Сиромятников, Ю. М. (2021). Відновлення напрямку бджільництва в Харківському національному технічному університеті сільського господарства ім. Петра Василенка.
10. Сиромятников, Ю. М., Шабля, В. П., & Медведєва, Ю. В. (2021). Вплив акарицидів на масу бджолиних маток.