

УДК: 631.3; 664.8

## ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВІДЦЕНТРОВОЮ ВОСКОТОПКОЮ

О. М. ХАРЧЕНКО, О. В. БЕЛИХ

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна*

**Вступ.** Автоматизація процесу витоПЛення воску є одним із ключових напрямів розвитку технологій переробки продуктів бджільництва. Використання сучасних керуючих систем дозволяє підвищити продуктивність, зменшити втрати сировини та оптимізувати енергетичні витрати. Одним із найбільш перспективних напрямів є розробка пульта управління відцентровою воскотопкою (ПУВ), що забезпечує контроль параметрів роботи агрегату в реальному часі [1-14].

**Мета дослідження.** Розробка та обґрунтування вдосконаленої системи керування відцентровою воскотопкою, що забезпечує точне регулювання швидкості обертання ротора, часу циклів та оптимізацію процесу екстракції воску.

**Завдання дослідження:** Розробка математичної моделі керування параметрами процесу. Обґрунтування конструктивних та технологічних характеристик ПУВ. Проведення експериментальних випробувань системи керування.

**Методи та матеріали.** Дослідження виконувалися із застосуванням лабораторного стенду відцентрової воскотопки, обладнаної системою керування, яка дозволяє змінювати такі параметри: швидкість обертання ротора  $n$  (600–1500 об/хв); тиск пари  $P$  (0,1–0,3 МПа); тривалість обробки  $t$  (5–20 хв).

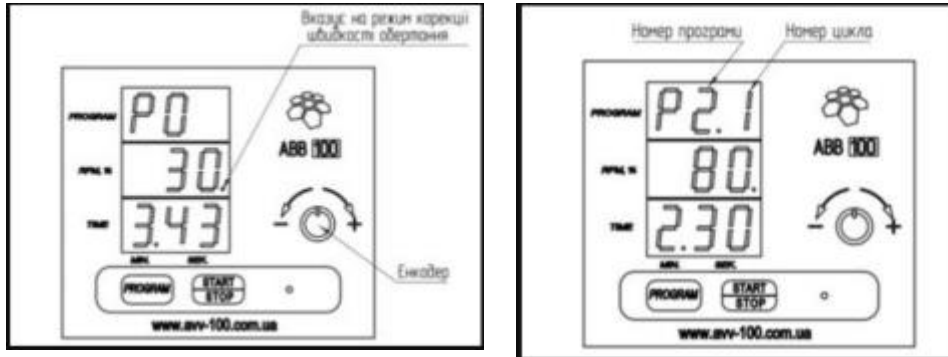


Рис.1 Конструкція пульта управління відцентровою воскотопкою

Пульт управління (рис.1) включає: процесорний блок керування – виконує контроль за параметрами процесу; дисплей – індикація швидкості, часу, температури; кнопки «PROGRAM», «START/STOP» – вибір та активація режимів; енкодер – регулювання швидкості та часу.

**Математична модель керування.** Загальне рівняння балансу потужності для системи (1):

$$N_{\text{сум}} = N_{\text{двигун}} - N_{\text{втрат}} \quad (1)$$

де:

$N_{\text{двигун}}$  – потужність електродвигуна;

$N_{\text{втрат}}$  – втрати в системі приводу.

Оптимальне керування швидкістю обертання ротора забезпечується розв'язком рівняння моментного балансу (2):

$$M_{\text{двигун}} = M_{\text{відц}} + M_{\text{опір}} \quad (2)$$

де:

$M_{\text{відц}} = m r \omega^2$  – момент відцентрової сили;

$M_{\text{опір}}$  – момент опору під час обертання.

Параметри температурного режиму визначаються рівнянням теплового балансу:

$$Q_{\text{потр}} = m_{\text{воск}} C_{\text{воск}} \Delta T + m_{\text{воск}} L \quad (3)$$

де:

$C_{\text{воск}}$  – теплоємність воску;

$L$  – питома теплота плавлення.

Регулювання швидкості обертання здійснюється за алгоритмом PID-регулятора (4):

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (4)$$

де:

$e(t)$  – похибка між заданою та реальною швидкістю;

$K_p, K_i, K_d$  – коефіцієнти регулювання.

**Результати досліджень.** Порівняльні випробування показали: Використання ПУВ дозволяє зменшити залишковий вміст воску в мерві на 15–20%. Оптимальне значення швидкості обертання 1200–1400 об/хв забезпечує максимальний вихід воску. Використання PID-регулятора стабілізує процес та зменшує енергоспоживання на 10–12%.

**Висновки.** Розроблена система керування ПУВ дозволяє автоматизувати процес витоплення воску, зменшити втрати та покращити якість отриманого продукту. Подальші дослідження спрямовані на розширення можливостей системи та інтеграцію сенсорних модулів для прогнозування продуктивності.

### Список використаних джерел

1. Сиромятников, Ю. М., & Сиромятніков, П. С. (2024). Оптимальна частота обертання ротора відцентрової воскотопки АВВ-100.
2. Сиромятников, Ю. М., Шабля, В. П., Белих, О. В., & Харченко, О. М. (2024). Видалення бджолиного розплоду як біометод контролю варроатозу.
3. Сиромятников, Ю. М., Харченко, О. М., & Белих, О. В. (2024). Розробка автоматичної системи підгодівлі колоній медоносних бджіл.
4. Сиромятников, Ю. М., & Белих, О. В. (2023). Система моніторингу міського бджільництва.
5. Харченко, О. М., & Оспіщев, К. О. (2024). Маса бджолиного воску за різної температури пару у відцентровій воскотопці АВВ-100.
6. Белих, О. В., & Харченко, О. М. (2023). Врожайність гібридів огірка при запиленні бджолами породи «buckfast».
7. Харченко, О. М. (2023). Параметричне моделювання процесу отримання бджолиного воску.
8. Сиромятніков, П. С., Машталь, В. В., & Мороз, М. М. (2024). Тривалість процесу центрифугування у відцентровій воскотопці АВВ-100.
9. Сиромятніков, П. С., & Гавриленко, О. В. (2024). Підвищення ефективності відкачки меду в медогонці з горизонтальною віссю обертання.
10. Сиромятніков, П. С., & Мальцева, О. В. (2024). Технологія витоплення воску із застосуванням парогенератора для відцентрової воскотопки.
11. Сиромятніков, П. С., Бублик, М. М., & Гавриленко, О. В. (2023). Загроза бджолам та нові розробки в бджільництві.
12. Сиромятніков, П. С., & Криворучко, Т. О. (2023). Веб-моніторинг здоров'я бджіл для дослідників та бджолярів.

13. Немец, М., Харченко, О. М., & Белих, О. В. (2024). Автоматизовані системи моніторингу умов у вуликах для підвищення продуктивності бджолиних сімей.

14. Сиромятніков, П. С., & Мальцева, О. В. (2023). Методи зменшення появи високої густини колоній медоносних бджіл у міських умовах.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***XII Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди  
118-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора,  
віцепрезидента УАСГН  
КРАМАРОВА  
Володимира Савовича  
(1906-1987)***

**«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

***20-21 лютого 2025 року  
м. Київ***

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL  
SCIENCES OF UKRAINE  
INSTITUTE OF MECHANICS AND AUTOMATICS OF  
AGROINDUSTRIAL PRODUCTION OF THE NATIONAL  
ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE STATE  
BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY



## ***PROCEEDINGS***

*XII International Scientific and Technical Conference dedicated  
to the 118th anniversary of the birth of  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Vice President of the UAAS  
KRAMAROV  
Volodymyr Savovych  
(1906-1987)*

**«KRAMAROV'S READINGS»**

*February 20-21, 2025  
Kyiv*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лют. 2025 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2025. 662 с.

Proceedings of the XII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 118th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 20–21, 2025, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2025. 662 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.