

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).

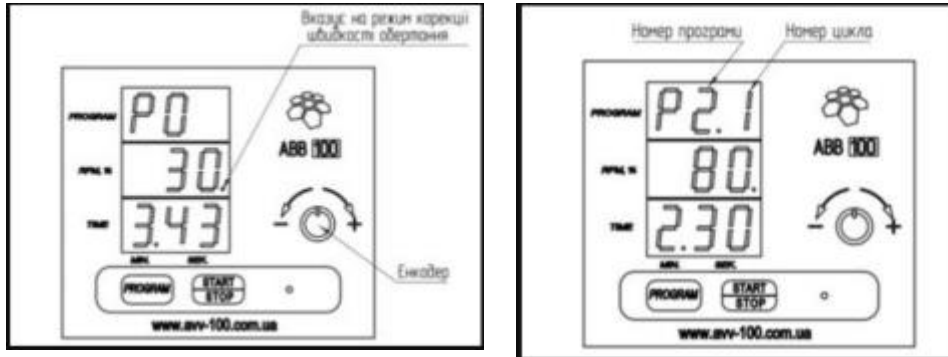


Рис.1 Конструкція пульта управління відцентровою воскотопкою

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.

Proceeding 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.

## **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:**

- Ткачук В. А.** – ректор НУБіП України, голова організаційного комітету;  
**Тонха О. Л.** – проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;  
**Ружило З. В.** – декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;  
**Мельник В. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України, секретар організаційного комітету;
- Члени організаційного комітету:**  
**Автухов А. К.** – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;  
**Адамчук В. В.** – директор «ІМА АПВ НААН», академік НААН;  
**Альмейда А.** – професор Політехнічного університету Браганси (Португальська Республіка);  
**Аулін В. В.** – професор кафедри експлуатації та ремонту машин ЦНТУ;  
**Арак М.** – директор Тартуського технічного коледжу м. Тарту (Естонська Республіка);  
**Банний О. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;  
**Бєлоєв Х.** – радник ректора Університету «Ангел Кънчев» в м. Русе, академік Болгарської АН (Республіка Болгарія);  
**Борак К. В.** – заступник директора ЖАТФК;  
**Братішко В. В.** – декан МТФ НУБіП України;  
**Будяй О. В.** – директор ТОВ «Манн+Хуммель Фільтрейшн Текнолоджі Україна»;  
**Булгаков В. М.** – завідувач кафедри механіки НУБіП України, академік НААН;  
**Василенко М. О.** – завідувач відділу «ІМА АПВ НААН»;  
**Васильковський О. М.** – завідувач кафедри сільсько-господарського машинобудування ЦНТУ;  
**Войтюк Д. Г.** – професор кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка НУБіП України, член-кореспондент НААН;  
**Герук С. М.** – завідувач кафедри агроінженерії ЖАТФК;  
**Джеонг Ілля** – Голова представництва в Україні «HYUNDAI XITESOLUTION» (Республіка Корея);  
**Домейка Р.** – декан відділення Агроінженірингу, Університету Вітаутаса Великого (Литовська Республіка);  
**Захарчук О. В.** – завідувач відділу ННЦ «ІАЕ», член-кореспондент НААН;  
**Іванишин В. В.** – ректор ЗВО «Подільський ДУ», академік НААН;  
**Ковалишин С. Й.** – декан факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій ЛНУП;  
**Коренко М.** – професор Інституту проєктування та інженерних технологій Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка);

- Кувачов В. П.** – декан МТФ ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Кульгавий В. Ф.** – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів»;
- Кюрчев С. В.** – ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Литовченко О. В.** – директор ВСП «Ніжинський ФК НУБіП України»;
- Ловейкін В. С.** – завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;
- Лопатько К. Г.** – завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України;
- Лукач В. С.** – директор ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» НУБіП України;
- Мельник В. І.** – провідний науковий співробітник відділу науково-технічної інформації НДЧ НУБіП України;
- Мельник В. І.** – професор кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві ДБУ;
- Надикто В. Т.** – професор ТДАТУ імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН;
- Науменко О. А.** – професор кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
- Новак Я.** – професор Університету природничих наук у Любліні (Республіка Польща);
- Новицький А. В.** – завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Ольт Ю.** – професор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка);
- Паскуці С.** – професор Департаменту агроекологічних і територіальних наук (DISAAT) університету Альдо Моро в м. Барі (Італійська Республіка);
- Пилипака С. Ф.** – завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;
- Полянський П. М.** – завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ;
- Пона Лукреція** – науковий дослідник Національного інституту досліджень і розробок машин і установок для сільського господарства та харчової промисловості (Румунія);
- Продеус О. В.** – керівник відділу збуту Манн+Хуммель GmbH;
- Роговський І. Л.** – завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;
- Ромасевич Ю. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Ревенко Ю. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Русінс А.** – директор Улброкського наукового центру Латвійського університету природничих наук і технологій (Латвійська Республіка);
- Саченко В. І.** – Голова Ради Асоціації «Укрмашибуд»;
- Савченко В. М.** – доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ПНУ;
- Сайчук О. В.** – директор ХДФПК імені В. І. Вернадського;
- Сиволапов О. В.** – директор ТОВ «Індустрія техногруп»;

**Тін Ю Чен** - голова китайського офісу філії університету в Лінї (Китайська Народна Республіка);

**Фіндура П.** – проректор Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка).

**Шарибура А. О.** – завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. О. Семковича ЛНУП;

**Яковенко І. А.** – завідувач кафедри будівництва НУБіП України.