

РОЗРОБКА ТЕРМОІНФРАЧЕРВОНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ

Мардзявко В.А., асистент

Миколаївський національний аграрний університет

<http://orcid.org/0000-0001-7327-9215>

Руденко А.Ю., асистент

Миколаївський національний аграрний університет

<http://orcid.org/0000-0002-5103-6412>

Анотація: У роботі розглянуто розробку установки для інфрачервоної термічної обробки медоносних бджіл з метою боротьби з кліщем *Varroa destructor*. Запропоновано конструкцію пристрою, що забезпечує створення контрольованої зони інфрачервоного випромінювання на вході до вулика та автоматичне підтримання заданого температурного режиму. Результати роботи свідчать про доцільність застосування безконтактного та екологічно безпечного методу обробки, який може бути впроваджений у сучасне бджільництво для підвищення його продуктивності та стійкості.

Ключові слова: медоносні бджоли, *Varroa*, інфрачервоне випромінювання, термічна обробка, термокамера, автоматичне регулювання температури, бджільництво, екологічно безпечні технології, знезараження.

Вступ. Бджільництво є важливою складовою аграрного сектору України, оскільки забезпечує не лише виробництво меду та інших продуктів бджільництва, а й відіграє ключову роль у запиленні сільськогосподарських культур, що безпосередньо впливає на рівень урожайності та продовольчу безпеку держави. В умовах післявоєнного відновлення України підвищення ефективності та стійкості агропромислового комплексу набуває особливого значення.

Однією з найсерйозніших проблем сучасного бджільництва є ураження бджолиних сімей кліщем *Varroa destructor*, який спричиняє значні втрати продуктивності та може призводити до загибелі колоній [1]. Традиційні методи боротьби, що базуються на застосуванні хімічних препаратів, мають низку недоліків, зокрема накопичення залишкових речовин у продукції бджільництва, розвиток резистентності у паразита та негативний вплив на екологічний стан пасік [2]. У зв'язку з цим актуальним є пошук альтернативних, екологічно безпечних та енергоефективних технологій боротьби з кліщем *Varroa destructor*. Одним із перспективних напрямів є використання термічного впливу з застосуванням інфрачервоного випромінювання [3], що дозволяє здійснювати безконтактну обробку бджіл у контрольованому температурному режимі без використання хімічних засобів.

Метою роботи є розробка та дослідження конструкції установки для інфрачервоної термічної обробки медоносних бджіл з метою знищення кліща *Varroa destructor* та підвищення ефективності утримання бджолиних сімей.

Результат дослідження. Основна ідея установки полягає у створенні контрольованої зони інфрачервоного теплового впливу на вході до вулика, через яку бджоли проходять природним шляхом. Під час руху вони короткочасно піддаються дії інфрачервоного випромінювання із заданими параметрами, що забезпечує ефективне пригнічення та знищення кліща *Varroa destructor* без шкоди для бджіл. Такий підхід дозволяє здійснювати безконтактну обробку без застосування хімічних препаратів, що сприяє підвищенню екологічної чистоти продукції бджільництва та ефективності утримання пасік.

Запропонована конструкція установки представлена на рис. 1. Вона включає основні функціональні вузли: термокамеру (1), інфрачервону лампу (2) та вузол температурного контролю, що складається з теплового реле (3) і термодатчиків (4). Термокамера герметично приєднується до вулика (5) та оснащується льотком для входу і виходу бджіл (6). Внутрішні поверхні камери виконані з термостійкого матеріалу, а спеціально сформований канал (7) забезпечує проходження бджіл через зону дії інфрачервоного випромінювання.

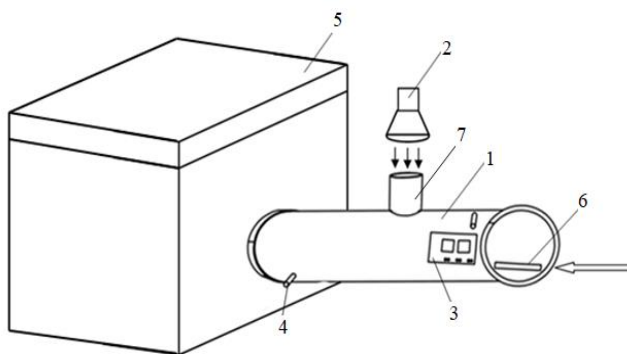


Рис. 1. Конструкція термокамери для стерилізації медоносних бджіл

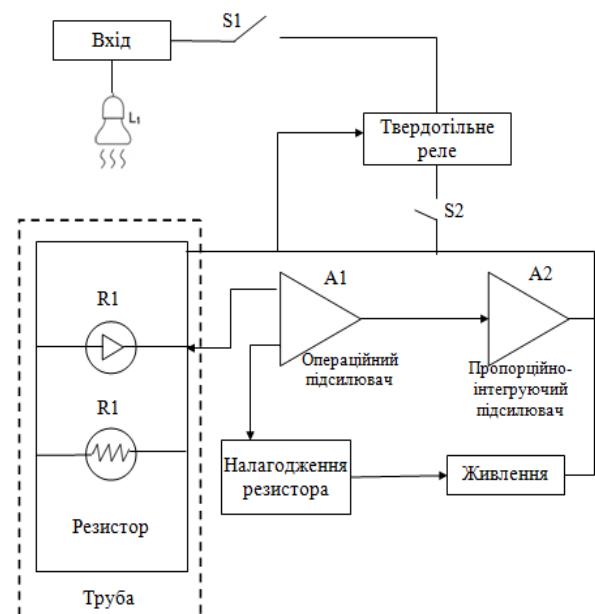


Рис. 2. Функціональна схема для термічної обробки

У верхній частині конструкції розміщується інфрачервона лампа потужністю 100–150 Вт, яка генерує випромінювання в діапазоні довжин хвиль 0.8–1.4 мкм, що є ефективним для термічного впливу на паразитів. Обрана конфігурація забезпечує рівномірний розподіл теплового потоку в робочій зоні.

Процес знезараження реалізується в автоматичному режимі завдяки системі термоконтролю, що забезпечує стабільність робочих параметрів, енергоефективність та виключає необхідність застосування хімічних засобів. Терморегулятор здійснює безперервне вимірювання температури та порівнює її

із заданим діапазоном. У разі зниження температури нижче встановленого значення відбувається увімкнення інфрачервоної лампи, а при перевищенні верхнього порогу – її вимкнення. Такий алгоритм забезпечує просте та стабільне керування температурним режимом, необхідним для знищення кліща *Varroa* та безпечним для бджіл.

Робочий температурний діапазон підтримується на рівні 42–45 °С [4], що є достатнім для ефективної дезінфекції без негативного впливу на бджолину сім'ю. Система функціонує автономно та не потребує постійного втручання оператора.

До основних переваг установки належать: безконтактний характер обробки, відсутність хімічного навантаження на бджолину сім'ю, зниження енергоспоживання завдяки короткочасній роботі нагрівального елемента, а також висока точність підтримання температури. Установка може застосовуватися як у невеликих пасіках, так і в промислових умовах після відповідної адаптації та випробувань.

Для підвищення ефективності роботи доцільно передбачити теплоізоляцію каналу, використання відбивачів для концентрації інфрачервоного випромінювання, а також додаткові засоби контролю руху бджіл з метою запобігання локальному перегріву при їх скупченні. Установка має перспективи впровадження у сучасні технології апітерапії та системи біобезпечного утримання бджолиних сімей.

На функціональній схемі (рис. 2) термодатчик умовно позначений у ділянці підльотної труби як елемент *R1* і реалізований на основі терморезистора, опір якого змінюється пропорційно температурі середовища. Даний елемент виконує функцію первинного вимірювача температури всередині зони інфрачервоного впливу та забезпечує формування вихідного аналогового сигналу, що відповідає поточному тепловому стану.

Отриманий сигнал з *R1* надходить на операційний підсилювач *A1*, який виконує його первинне підсилення до рівня, придатного для подальшої обробки. Після цього сигнал подається на пропорційно-інтегруючий підсилювач *A2*, який формує керуючий вплив з урахуванням як поточного значення температури, так і її динаміки змін. Такий підхід дозволяє забезпечити більш стабільне та інерційно згладжене керування системою.

Сформований на виході *A2* керуючий сигнал подається на твердотіле реле, яке здійснює комутацію навантаження - інфрачервоної лампи *L1*. Це забезпечує автоматичне регулювання режиму нагріву відповідно до заданого температурного діапазону. Таким чином, реалізується замкнений контур керування температурою, який підтримує необхідні умови роботи установки, мінімізує коливання температури та підвищує загальну стабільність процесу термічної обробки.

Висновок. У роботі розроблено установку для інфрачервоної термічної обробки медоносних бджіл з метою боротьби з кліщем *Varroa destructor*. Запропонована система забезпечує автоматичне підтримання температурного режиму, що дозволяє ефективно знищувати паразита без шкоди для бджолиних

сімей. Встановлено, що використання інфрачервоного випромінювання є екологічно безпечним і енергоефективним методом обробки.

Розроблена установка виключає необхідність застосування хімічних препаратів, що підвищує якість продукції бджільництва. Результати роботи підтверджують доцільність впровадження запропонованого технічного рішення у практику як у приватних, так і промислових пасіках.

Список використаних джерел

1. Traynor, K. S. (2020). Varroa destructor: A complex parasite, crippling honey bees worldwide. *Trends in Parasitology*, 36(7), 592–606.
2. Porporato, M., Cabirio, C., Melillo, M., & Bassignana, E. (2020). Varroa control by means of a hyperthermic device. *Applied Sciences*, 12(16), 8043–8051.
3. Aldea-Sánchez, P., Dvořáková, K., Staroň, M., Tychler, M., & Pérez, J. (2021). Heat tolerance, energetics, and thermal treatments of honeybees parasitized with Varroa. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.656504>.
4. Williams, S. M. (2022). A comparison of machine-learning assisted optical and thermal camera systems for beehive activity counting. *Smart Agricultural Technology*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100038>.

Abstract: The work considers the development of a device for infrared thermal treatment of honey bees to combat the Varroa destructor mite. The design of the device is proposed, which ensures the creation of a controlled infrared radiation zone at the entrance to the hive and automatic maintenance of the specified temperature regime. The results of the work indicate the feasibility of using a contactless and environmentally friendly treatment method that can be introduced into modern beekeeping to increase its productivity and sustainability.

Keywords: honey bees, Varroa, infrared radiation, thermal treatment, thermal chamber, automatic temperature control, beekeeping, environmentally friendly technologies, disinfection.

УДК 621.313:004.94:631.171

DOI 10.31521/978-617-7149-94-0-39

АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ОБ'ЄКТІВ АПК НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Мартиненко В.О., канд. техн. наук, доцент

Миколаївський національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0003-4067-3640>

Анотація: У тезах розглянуто можливості інтелектуальної системи автоматизованого проєктування енергоефективних об'єктів агропромислового комплексу з вбудованою діагностикою електродвигунів. Актуальність теми зумовлена тим, що в умовах післявоєнного відновлення України зростає потреба у зниженні енерговитрат, підвищенні надійності технологічного обладнання та забезпеченні безперервності виробничих процесів у сільському господарстві. У роботі узагальнено результати експериментального дослідження асинхронних двигунів, чисельного моделювання та оптимізаційних процедур. Встановлено,