Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U002571

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 01-07-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Козак Олександр Сергійович
2. Oleksandr S. Kozak

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0004-7112-6302

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 133

Назва наукової спеціальності: Галузеве машинобудування

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Машини і апарати харчових, мікробіологічних і фармацевтичних виробництв

Дата захисту: 10-09-2025

Спеціальність за освітою: Галузеве машинобудування

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 9994

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 55.13.17.13, 55.63, 55.63.33.29, 55.01.11

Тема дисертації:

1. Розроблення та обґрунтування параметрів апарату для вакуумного охолодження хлібобулочних виробів в умовах потокового виробництва

2. Development and Justification of Parameters for a Vacuum Cooling Apparatus for Bakery Products in Continuous Production Conditions

Реферат:

1. Козак О.С. Розроблення та обґрунтування параметрів апарату для вакуумного охолодження хлібобулочних виробів в умовах потокового виробництва – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2025. У дослідженні проаналізовано існуючі способи та обладнання для охолодження хлібобулочних виробів, а також вплив вакуумного охолодження на їх фізико-механічні показники. Визначено граничні значення цих показників, перевищення яких може призвести до руйнування виробів і є обмежуючими значеннями технічних параметрів апарату для вакуумного охолодження. На основі аналізу способів та обладнання для охолодження хлібобулочних виробів було визначено що вакуумний спосіб охолодження є перспективним з огляду на енергоефективність та швидкість охолодження хлібобулочних виробів. Водночас існуюче

обладнання для вакуумного охолодження потребує ручної праці, не підтримує потоковість, має надмірні вільні об'єми камер, що збільшує тривалість процесу та знижує його енергоефективність. Це зумовлює необхідність створення апарату для вакуумного охолодження хлібобулочних виробів в умовах потокового виробництва. Дослідження показали, що надмірна швидкість зниження тиску у вакуумній камері спричиняє інтенсивне випаровування вологи в м'якуші батона, що призводить до перепаду тиску між його внутрішнім середовищем і вакуумною камерою. Це викликає руйнування виробу – розтріскування скоринки та розрив м'якушки. Отже обмежуючими параметрами процесу що відбувається у вакуумній камері апарату для вакуумного охолодження хлібобулочних виробів є газова проникність скоринки, та структурно-механічні властивості м'якушки, вони визначають гранично допустиму швидкість зниження тиску, що впливає на конструктивні параметри вакуумної камери – її форму та розміри. В результаті досліджень на розробленій експериментальній встановлено, що скоринка хліба є основною перешкодою для виходу пари через низьку газову проникність (0,32…0,42 $м^3/(м^2 \cdot с)$), тоді як м'якушка має значно вищу газову проникність (1,5…9,4 $м^3/(м^2 \cdot с)$) і практично не обмежує процес вакуумного охолодження. Це дозволяє зосередитись на газовій проникності скоринки як ключовому факторі, що визначає допустиму швидкість зниження тиску у вакуумній камері. Додатково, дослідження структурно-механічних властивостей м'якушки показали, що її межа міцності обернено пропорційна температурі – з підвищенням температури міцність знижується. Таким чином, газова проникність скоринки та структурно-механічні властивості м'якушки є основними обмежуючими факторами, які впливають на допустиму швидкість зниження тиску та визначають конструктивні параметри обладнання – форму і розміри вакуумної камери та потужність вакуумного насоса. На основі результатів досліджень розроблено математичну модель процесу вакуумного охолодження, що враховує вплив на фізико-механічні властивості продукту та дозволяє визначати допустимі режимні параметри зниження тиску в часі, за яких запобігається руйнування виробу. Розроблена математична модель процесу вакуумного охолодження є інструментом проєктування обладнання, що дає змогу визначати як технологічні параметри (тиск, температура, тривалість процесу), так і конструктивні – геометричні розміри вакуумної камери, параметри накопичувального конвеєра та завантажувального механізму. Модель також дозволяє формувати циклограму роботи апарата. За результатами досліджень та розрахунків, проведених у рамках наукової роботи, розроблено конструкцію апарату для вакуумного охолодження хлібобулочних виробів в умовах потокового виробництва, розроблено циклограму роботи та схему роботи пневмоприводів з електронним керуванням запропонованого обладнання. За допомогою імітаційного моделювання з використанням SOLIDWORKS Simulation виконано перевірку найбільш навантаженого вузла апарату – вузла вакуумування на міцність та деформацію, визначено раціональну будову вакуумної камери. Результати проведених в роботі комплексних наукових досліджень є основою для практичних рекомендацій по вдосконаленню відомого, або розробці нового обладнання для вакуумного охолодження. Результати проведених досліджень та запропонована в роботі конструкція апарату для вакуумного охолодження хлібобулочних виробів обговорені на технічній нараді підприємства ТОВ «КИЇВСЬКИЙ ПЕКАРНИЙ ДІМ» за участю провідних працівників. Висновком підприємства було те, що результати проведеної науково-дослідної роботи мають беззаперечне значення для вдосконалення роботи підприємств хлібопекарської промисловості не лише України, результати мають бути поширені на весь асортимент хлібобулочних виробів. Результати науково-дослідної роботи використовуються в навчальному процесі кафедри машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв.

2. Kozak O.S. Development and Justification of Parameters for a Vacuum Cooling Apparatus for Bakery Products in Continuous Production Conditions – Qualification research manuscript. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 133 "Industrial Engineering" – National University of Food Technologies, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2025. The study analyzes existing methods and equipment for cooling bakery products, as well as the effect of vacuum cooling on their physical and mechanical properties. Critical threshold values of these properties were identified, exceeding which can cause product destruction and serve as limiting parameters for the design of a vacuum cooling apparatus. Based on the analysis of existing cooling methods and equipment, vacuum cooling has been identified as a promising technique due to its energy efficiency

and rapid cooling capacity. However, current vacuum cooling equipment often requires manual operation, lacks support for continuous production, and contains excessive free chamber volumes, which prolong the cooling cycle and reduce energy efficiency. These shortcomings highlight the need to develop equipment suited for vacuum cooling of bakery products under continuous production conditions. The research revealed that excessive pressure reduction rates in the vacuum chamber cause intensive moisture evaporation within the bread crumb, resulting in a pressure differential between the inner structure and the chamber. This leads to product damage, such as crust cracking and crumb rupture. Consequently, the limiting parameters of the vacuum process are the gas permeability of the crust and the structural-mechanical properties of the crumb, which together determine the maximum allowable rate of pressure reduction. These, in turn, influence the design parameters of the vacuum chamber—its shape and dimensions. Experimental studies conducted on a specially developed test rig showed that the crust acts as the main barrier to vapor release due to its low gas permeability (0.32…0.42 $m^3/(m^2 \cdot s)$), whereas the crumb exhibits significantly higher permeability (1.5…9.4 $m^3/(m^2 \cdot s)$) and does not significantly impede the vacuum cooling process. This allowed focusing on crust gas permeability as the key factor determining the allowable rate of pressure drop. Additionally, the structural-mechanical study of the crumb indicated an inverse relationship between temperature and strength – the higher the temperature, the lower the strength. Thus, crust permeability and crumb structural integrity are the primary constraints affecting the vacuum cooling process and defining the apparatus design, including the geometry of the vacuum chamber and the vacuum pump's performance. Based on the research findings, a mathematical model of the vacuum cooling process was developed, accounting for the influence on the product's physical and mechanical characteristics. This model allows for the determination of acceptable pressure reduction modes over time to prevent product damage. It serves as a design tool, enabling the specification of both process parameters (pressure, temperature, cooling duration) and equipment characteristics – such as the geometry of the vacuum chamber, parameters of the accumulation conveyor, and the loading mechanism. The model also allows the formation of an operation cyclogram for the apparatus. Based on the research and calculations carried out during the study, a design of a vacuum cooling apparatus for bakery products in continuous production conditions was developed. An operational cyclogram and pneumatic drive scheme with electronic control for the proposed equipment were also designed. Strength and deformation analysis of the most stressed component – the vacuuming unit – was performed using SOLIDWORKS Simulation, resulting in an optimized vacuum chamber structure. The comprehensive scientific results of this work form the basis for practical recommendations aimed at improving existing or developing new vacuum cooling equipment. The research results and the proposed apparatus design were discussed at a technical meeting with leading specialists of Kyiv Bakery House LLC, who concluded that the outcomes have significant practical value for enhancing bakery operations not only in Ukraine but also internationally. The findings are applicable to a wide range of bakery products. The results are also being integrated into the educational process of the Department of Machines and Apparatuses for Food and Pharmaceutical Productions.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Козак, О., Теличкун, В. (2023), Визначення газової проникності скоринки та м’якушки батона в процесі вакуумного охолодження. Харчова промисловість, № 33-34, С. 62-70.
- 2. Козак, О., Теличкун, Ю., Теличкун, В. (2024), Визначення реологічних характеристик м’якушки батона для розрахунку параметрів процесу вакуумного охолодження. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 30(4), С. 99-108.
- 3. Kozak, O., & Telychkun, V. (2024), Mathematical model of vacuum cooling process for wheat bread. Ukrainian Food Journal, 13(4), P. 780–793.
- 4. Козак, О., Десик, М., Теличкун, В. (2025), Аналіз способів і обладнання для охолодження хлібобулочної продукції на сучасних хлібопекарських підприємствах. Наукові праці НУХТ, 31(2), С. 139—155.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології

Соціально-економічна спрямованість: збільшення обсягів виробництва; економія енергоресурсів; підвищення продуктивності праці

Охоронні документи на ОПІВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

1. Патент на корисну модель № 156000, МПК A21D15/02, A21D17/00. Апарат для вакуумного охолодження хлібобулочних та кондитерських борошняних виробів з рухомим столиком [Електронний ресурс] / Десик М. Г., Теличкун В. І., Теличкун Ю. С., Козак О. С. ; заявник Національний університет харчових технологій. – № u 2023 05202 ; заявл.02.11.2023 ; опубл. 24.04.2024, Бюл.№ 17. – Режим доступу: https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/652d8756-b25c-4981-83b1-ea5a4f3e020d/content
2.Патент на корисну модель № 156905, МПК A21D15/00, A21D17/00. Апарат для вакуумного охолодження хлібобулочних та кондитерських борошняних виробів з завантажувальним пристроєм [Електронний ресурс] / Десик М. Г., Теличкун В. І., Теличкун Ю. С., Козак О. С. ; заявник Національний університет харчових технологій. – № u 2023 05199 ; заявл. 02.11.2023 ; опубл. 21.08.2024, Бюл.№ 34. – Режим доступу: https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/aff13eed-ce8c-47f3-8527-ede7c437d3c2/content

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0121U100057

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Теличкун Володимир Іванович

2. Volodymyr I. Telychkun

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.18.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3132-6447

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гурський Петро Васильович
2. Petro V. Hurskyi

Кваліфікація: к.т.н., професор, 05.18.16

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5119-6048

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний біотехнологічний університет

Код за ЄДРПОУ: 44234755

Місцезнаходження: вул. Алчевських, буд. 44, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Стадник Ігор Ярославович
2. Igor Y. Stadnyk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.18.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4126-3256

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, буд. 56, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Доломакін Юрій Юрійович
2. Yuriy Y. Dolomakin

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.18.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5279-9916

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Якобчук Роман Леонідович
2. Roman L. Yakobchuk

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.18.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9777-5790

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет харчових технологій

Код за ЄДРПОУ: 02070938

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 68, Київ, 01601, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Мирончук Валерій Григорович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Мирончук Валерій Григорович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Мельник Наталія
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна