

UDC: 664.6: 62-93

DESIGN AND CONSTRUCTION OF OPERATIONAL PERFORMANCE INDICATORS OF ROTARY KILNS

ПРОЄКТУВАННЯ ТА КОНСТРУЮВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ РОТАЦІЙНИХ ПЕЧЕЙ

Fedoriv V.M. / Федорів В.М.*c.t.s., as. prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-4499-0910

Stechyshyn M. S. / Стечишин М.С.*d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0001-5780-2790

Martynyuk A.V. / Мартинюк А.В.*c.t.s., as. prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-8277-1308

Liukhovets V.V. / Люховець В.В.*c.t.s. / к.т.н.*

ORCID: 0000-0002-6978-7820

Mankov V.I. / Маньков В.І.*student***Stepanets O.V. / Степанець О.В.***student**Khmelnyskyi National University,**11 Instytut'ska St., Khmelnytskyi, 29016**Хмельницький національний університет,**вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016*

Abstract. This article discusses the problems of baking bakery products. In the bread baking production line, the oven occupies a leading position. This is due to the fact that the entire complex of processes related to the production of bread is completed in the oven units. Oven performance is assessed by such technical and economic indicators as specific consumption of fuel, steam, electricity, specific output per 1m^2 of occupied area, metal consumption, as well as appearance, bakedness and volume yield of bread.

The novelty is based on the development of the optimal design of the rotary oven based on preliminary calculations and scientific research. The modernized rotary oven consists of a working chamber, an electric air heating unit, a fan with air ducts, a steam generator, a rotating trolley-rack mechanism, and a trolley-rack with trays. The baking chamber is made in the form of a heat-insulated cabinet with a door. The heated air is circulated by a fan. The modernization improves the thermal and steam and humidity conditions of baking, resulting in improved product quality and increased oven performance.

As a result of the research, the feasibility of using a rotary oven at bakery enterprises has been proven.

Key words: baking, oven, productivity, dough pieces, sliced loaf, recirculation, steam generator, rotation mechanism, trolley, drive, design.

Анотація. У статті розглядаються проблеми випікання хлібобулочних виробів. У потоковій лінії випікання хліба піч займає провідне місце. Це пояснюється тим, що в пічних агрегатах завершується увесь комплекс процесів, пов'язаних з виробництвом хліба. Оцінка роботи печей визначається за такими техніко-економічними показниками, як питома витрата палива, пари, електроенергії, питома отримання продукції з 1m^2 зайнятої площі,

металоемність, а також зовнішній вигляд, пропеченість і об'ємний вихід хліба.

Новизна базується на розробці оптимальної конструкції ротаційної печі на основі попередньо проведених розрахунків та наукових досліджень. Модернізована ротаційна піч складається із робочої камери, блоку електричного нагрівання повітря, вентилятора з повітреводами, парогенератора, механізму обертання візка-стелажу, візка-стелажу з противнями. Камера для випікання виконана у вигляді теплоізовованої шафи з дверцятами. Циркуляція нагрітого повітря здійснюється вентилятором. При модернізації поліпшуються тепловий і паровологосний режими випікання, внаслідок чого поліпшується якість виробів і підвищується продуктивність печі.

У результаті проведених досліджень доведена доцільність застосування ротаційної печі на хлібопекарських підприємствах.

Ключові слова: випікання, піч, продуктивність, тістові заготовки, батон нарізний, рециркуляція, парогенератор, механізм обертання, візок, привод, проектування.

Introduction.

The bakery industry is a very important part of the food industry, which ensures almost complete satisfaction of the Ukrainian population's demand for mass bakery products. The quality of bakery products produced today can be achieved by improving the efficiency of certain stages of bakery production, in particular the main one - baking.

Baking is the final stage of the technological process, during which the dough piece is transformed into a product suitable for consumption. During the baking process, the volume of the dough piece increases, its weight decreases, the volume of the product is formed, its shape is fixed, crust and crumb are formed, the surface is colored, and the taste and aroma are formed [1-4].

Main text.

Baking of dough pieces is carried out in baking ovens of various designs at a fixed or variable temperature, with or without humidification of the baking chamber. In modern bakery ovens, most types of bread products, except for those for which the regulatory documentation provides for a matte surface or a surface lubricated with egg grease, are baked at a variable temperature with the baking chamber humidified.

Depending on the design, ovens are divided into rack ovens, rotary ovens, deck ovens, conveyor ovens, and dead-end ovens. The most productive ovens are tunnel and dead-end ovens, which are usually used in large bakeries. Next in terms of productivity are rotary, hearth and convection ovens [5-7].

Rotary ovens are modern ovens in which baking is carried out by air convection

and the rotation of a rolled-out baking tray. They have good uniformity of baking products.

A rotary oven uses two functions at once: convection and rotation. That is, rotary ovens not only distribute air evenly throughout the chamber, but also rotate the products themselves. Thanks to the sophisticated device, any product in a rotary oven is baked quickly and evenly, browning evenly on all sides [8-10].

During the baking process, the trolley rotates - it rotates. Some manufacturers produce ovens that have a built-in steam generator, which supplies steam to the baking chamber during baking, giving the product a glossy surface.

The disadvantage of the furnace under study is the unsatisfactory convective heating system, in which, due to prolonged heating at the beginning of each cycle, the temperature set by the technological mode is not reached, which reduces productivity and degrades the quality of products. The humidification device is also unsuccessful, as the steam generated in the steam generator moves with the hot air of the convective heating system and heats up, which reduces the efficiency of hygrothermal treatment, since dry saturated steam must be used for steam humidification [11,12].

The following design solutions were used to eliminate these shortcomings in the development of the optimal design:

1. For rapid heating of the air at the beginning of each cycle, massive heat accumulators are built into the heating units, and when unloading and loading the rack trolley, the recirculation fan does not turn off, and the hot air bypasses the baking chamber. For this purpose, a vertical box is installed between the discharge and suction nozzles of the baking chamber, a gate to change the direction of air flow (into the baking chamber or bypassing it).

2. To stabilize the temperature in the oven, Perkins tubes are installed, which are natural stabilizers that maintain the air temperature up to 270 °C.

3. To obtain dry saturated steam in the baking chamber during hygrothermal treatment, herringbone troughs are installed on the vertical wall of the channel, through which evaporated water flows in a given amount [13,14].

4. To improve working conditions, the rotary mechanism was modified in the furnace design. Instead of a layer support located at the bottom of the baking chamber, on which the trolley was manually installed, a rotating table with guides was used, on which the trolley is rolled. The table is mounted on supports and rotates when the trolley rotates from the rotation mechanism.

Conclusions.

Based on the results obtained, it can be argued that it is expedient to use the design of the KEP-650 baking oven for baking bakery products.

The baking mode ensures baked bread, its maximum volume, formation of crumb with optimal structural and mechanical properties, sufficient color of the crust, the required taste and aroma, and minimal weight loss during baking.

Minimizing manual labor in the baking process will save time and money.

References:

1. Каплун П. В. Енергозберігаючі технології підвищення довговічності та надійності деталей машин. / П. В. Каплун, В. А. Гончар, В. В. Люховець. // Підвищення надійності машин і обладнання. 1-а Міжнародна науково-практична конференція. – Кропивницький. 2019. – С. 113-114.

2. Piddubnyi V., Sabadosh A., Mushtruk M., Chahaida A., Fedorov V., Kravcheniuk K., Krasnozhon S., Radchenko I. Innovative thermodynamic modeling for enhanced yeast dough mixing: energy perspectives and applications. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences.*– 2024. – Vol. 18. – P. 251–267.

3. Stadnyk I., Piddubnyi V., Kolomiiets O., Chahaida A., Kravets O., Fedoriv V., Ieremeieva O., Mihailik V., Kravcheniuk R., Radchenko I. Determining the influence of drum mixer parameters on the change in dough components concentration at the initial mixing stage. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* .–2025.–Vol. 2 (11 (134)). P. 6–15.

4. Fedoriv V.M., Liukhovets V.V., Mankov V.I., Stepanets O.V. Обґрунтування конструкцій хлібопекарських печей з рециркуляцією продуктів згоряння. *Modern Engineering and Innovative Technologies.* – Issue №35, Part 1,–

Karlsruhe.–2024.–P.30-36.

5. Fedoriv V.M., Stechyshyn M.S., Martynyuk A.V., Liukhovets V.V., Honcharuk V., Matsiuk I. Проектування впливу експлуатаційних параметрів на деформацію тіста при нагнітанні. *Modern Engineering and Innovative Technologies*. Issue №37, Part 1,– Karlsruhe.–2025.–P.36-46.

6. Fedoriv, V., Stechyshyn, M., Martynyuk, A., Liukhovets, V., Lysenko, I., Trofymchuk, M. Design and construction of operational performance of modern flour mixers. *SWorld-Ger Conference Proceedings*. The current stage of development of scientific and technological progress '2025. –No. gec37-00(2025). – C. 7–11.

7. Fedoriv V.M., Liukhovets V.V., Lisevych D.V., Manita I.M. Substantiation of structural and mechanical characteristics of baking bakery products. *SWorld-Ger Conference Proceedings*. Technique and technology of the future '2024. –No. gec35-00(2024). – C. 9–13.

8. Dmytrenko O.V. Formation of students' communicative competence in English classes by intensifying the educational process / *Zbiór artykułów naukowych*. Z40 *Zbiór artykułów naukowych Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej organizowanej dla pracowników naukowych uczelni, jednostek naukowo-badawczych «Obiecujące osiągnięcia naukowe Pedagogika »* (30.09.2017) – Warszawa. –2017. – P.34-35.

9. Доломакин Ю.Ю., Ковалёв А.В., Глуздань А.А., Федоров В.М. Теплопоглощение тестовой заготовкой в процессе выпечки в конвективных хлебопекарных печах // *Ukrainian Food Journal*. – 2012. – № 2. – С. 84-87.

10. Ковальов О.В., Федорів В.М. Просіювання сипких матеріалів. Харчова і переробна промисловість. –2004. –№ 5. – С. 24-25.

11. Ковалёв А.В., Бурлака Е.Н., Мисечко Н.О., Федоров В.М. Теплопоглощение тестовой заготовкой в процессе выпечки // *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. –№ 5, – 2008. – С. 36-37.

12. Ковалёв А.В., Бурлака Е.Н., Леметар С.Ю., Федоров В.М. Теплопоглощение тестовой заготовкой в конвективных хлебопекарных печах // *Хлебопекарское и кондитерское дело*. –№ 3. – 2008. – С. 48 - 49.

13. Логвінський Р.В., Доломакін Ю.Ю., Ковальов О.В., Федорів В.М. Теоретичні розрахунки і практичні вимірювання параметрів теплообміну в конвективних хлібопекарських печах // *Ukrainian Food Journal*. – 2012. – № 1. – С. 86-90.

14. Мартинюк А.В., Медведчук Н.К., В.М. Федорів. Сучасні інновації в тепловому обладнанні ресторанного бізнесу. Підприємництво та стратегічні напрями розвитку бізнес-процесів в умовах глобальних викликів : зб. матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. екон. форуму. – Хмельницький: ХНУ.– 2025.– С.33-36.

Article sent: 19.06.2025

© Fedoriv V.M., Stechyshyn M.S., Martynyuk A.V.,

Liukhovets V.V., Mankov V.I., Stepanets O.V.