

## ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ХЛІБОБУЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

**Вступ.** В роботі розглядається можливість використання плоских інфрачервоних випромінюючих панелей в хлібопекарному обладнанні. Показано, що ІЧ-випромінювачі сприяють підвищенню інтенсифікації виробництва та його енергоефективності. Описуються плоскі ІЧ-панелі та можливість зменшення їх енерговитрат.

**Актуальність.** В даний час одним з найважливіших питань для світового співтовариства є підвищення екологічної безпеки та енергоефективності. Ці питання тісно пов'язані. Перехід на нетрадиційні види виробництва енергії потребує підвищення ефективності використання електроенергії у всіх сферах життєдіяльності суспільства. Це відноситься і до харчової промисловості, зокрема, до хлібопекарського виробництва. Окрім того зростає конкуренція підприємств диктує необхідність підвищення якості і зниження енерговитрат при виробництві хлібобулочної продукції. Найбільші резерви для цього знаходяться на етапі випічки.

**Матеріали та методи.** Використано зразки різних типів інфрачервоних випромінювачів, зокрема скляний з оксидним нагрівним шаром, які досліджувались дистанційними та контактними термометрами. Порівнювалися характеристики звичайних промислових хлібопекарських печей.

**Результати та обговорення.** Випічка здійснюється в хлібопекарних печах, від ступені досконалості яких істотно залежить якість кінцевих виробів та умовні енерговитрати на їх виробництво. Процес випікання традиційним способом вивчено досить глибоко, але умовні витрати енергії на одиницю продукції великі, а екологія виробництва далека від сучасних вимог.

Інфрачервоні печі в харчовій промисловості, які правильніше називати печами з електронагрівом почали використовуватися досить давно [1,2]. При порівнянні параметрів (див. табл. 1) печей з різними типами енергоносіїв, видно, що печі з електрообігрівом по всім показникам переважають газові та вугільні печі.

Таблиця 1 – Характеристики печей з різними типами енергоносіїв

Тип печі	Вид палива	Робоча площа поду, м <sup>2</sup>	Добова продуктивність, т/добу	Умовна витрата палива кВт/кг продукції
ХВЛ	вугілля	26,3	24	48,2
ХПА-40	вугілля	38	40	32,2
БН-50	газ	50	32	38,0
ПХК-50	газ	42	28	31,0
БН-50Е	електроенергія	50	25	0,2-0,22
ПК-8	електроенергія	8,5	9,5	0,22
П-104Е	електроенергія	23,3	19,2	0,25

При цьому екологічна обстановка виробництва з електричними печами значно краща, зменшується кількість шкідливих викидів від продуктів згоряння, особливо вугільного палива.

Сучасні електричні хлібопекарські печі [3] забезпечують прогрів і випічку хлібобулочної продукції здебільшого двома способами передачі енергії: конвекційним та інфрачервоним випромінюванням. При цьому із вдосконаленням ІЧ-генераторів частина енергії що передається випромінюванням збільшується. Одним з сучасних інфрачервоних генераторів є плоска скляна панель [4], яка використовується для обігріву приміщень. В той же час аналогічні панелі [5] але з температурою робочої поверхні близько 300 °С перспективні для використання в пічному обладнанні. Їх ефективність по ІЧ-випромінюванню, з врахуванням температури пічної камери може складати 85-90 %, а довжина хвиль інфрачервоного випромінювання забезпечує не лише поверхневий, але й об'ємне прогрівання тістових заготовок. Відсутність теплових втрат зі зворотної (тильної) сторони таких випромінювачів (при температурі випромінюючої поверхні 130-150 °С, температура тильної сторони складає 20-25 °С) та можливість плавного і точного регулювання температури в різних зонах печі збільшує енергоефективність при використанні плоских ІЧ-випромінюючих поверхонь, чому сприяє також їх рівномірне та однонаправлене випромінювання. Це також дозволяє задовольнити вимоги технологічного процесу.

Недоліками електро-інфрачервоного обігріву в печах були ненадійність, складність обслуговування, та висока витрата електроенергії. На сьогодні їх надійність та ресурс задовільні, а надійність, енергоекономічність та зручність в обслуговуванні нагрівальних панелей на склі [6] значно вищі. Економія електроенергії також може забезпечуватися за допомогою періодичної подачі живлення. Оскільки скло здатне втримувати свою температуру на рівні 130-135 °С протягом 40 секунд, коли живлення не подається, і встигає нагрітись за 20 секунд до робочої температури, що дозволяє зекономити до 50 % енергії. Слід зазначити, що швидкість нагріву може змінюватись при різній товщині скла, але завжди прямопропорційно.

**Висновки.** Використання електричного нагріву в хлібопекарному виробництві ефективне, особливо при використанні ІЧ-випромінюючих елементів. Плоска скляна ІЧ-випромінююча панель відрізняється високою ефективністю та надійністю і може бути використана при проектуванні пічного обладнання.

### Література

1. Володарский, А.В. Промышленные печи пищевых производств / Володарский, А.В., Сигал, М.Н., Ничиков, И.М. – Киев : "Техніка", 1986. – 135 с.
2. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности / А.С. Гинзбург. – М.: Изд-во "Пищевая промышленность", 1976. – 408 с.
3. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства / Ауэрман Л.Я.; Под общ. ред. Л.И. Пучковой. – СПб : Профессия, 2003. – 416 с.
4. Пат. 108277 Україна, МПК H05B 3/00. Інфрачервоний електрообігрівальний елемент / Родіонов Є.В.; власник Родіонов Є.В.; заявл. 19.01.2016; опублік. 11.07.2016, Бюл. № 13. – 2 с.
5. Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності : матеріали 4-ої Міжнародної спеціалізованої наук.-практ. конф. 8 вер. 2015 р., Київ, Україна / М-во аграрної політики та прод-ва України, М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харчових технологій. – Київ, 2015. – 199 с.
6. Родионов Е.В. Пленочные нагревательные элементы инфракрасных панелей / Родионов Е.В., Ковалев А.В., Шмидко И.Н. // Міжнародний науковий журнал "Smart and Young". – 2016. – № 4. – С. 42–52.