

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Вступ. На сучасному рівні розвитку виробництва харчової продукції вимоги до якості виробів в більшості випадків стабільно забезпечуються за допомогою методів сучасної технології та розвиненого машино-апаратного оформлення процесів. Обсяги виробництва, попит на продукцію в даних умовах залежать від рентабельності виробництва, тобто від кінцевої ціни продукту. Відносно велику складову у фінансових затратах на випуск продукції мають витрати енергії – електричної та теплової.

Актуальність теми. Технологічна лінія з виробництва хлібопекарської продукції – це складний комплекс взаємоузгоджених машин і апаратів. Від узгодженості, синхронності дії окремих пристроїв залежить якість кінцевого продукту.

Не менш важливою є економічна складова процесу виробництва хліба: питомі витрати енергії на випуск одиниці продукції. Як правило, це кількість Джоулів що витрачається на випуск 1 тони готового хліба.

В ході пошуку шляхів зменшення витрат енергії необхідно проаналізувати роботу основних складових технологічної лінії, визначити місця втрат та нераціональних енергетичних перетворень.

Матеріали та методи. Одним зі шляхів детального дослідження роботи технологічного обладнання є використання комп'ютерних технологій, а саме чисельного моделювання теплових та гідро- аеродинамічних процесів під час виконання виробничих функцій.

Сучасні програмні засоби ґрунтуються на використанні методу скінчених елементів, який з достатньою точністю дозволяє відслідковувати зміни польових функцій під час енергетичних, кінематичних, динамічних, тепломасобмінних процесів, пов'язаних з виробництвом хліба.

Також цей метод дозволяє оперативної та ефективно перевіряти доцільність заходів, які пропонуються для зменшення втрат енергії, підвищення стабільності та ефективності роботи обладнання.

Результати та обговорення. Пропонуються для комплексного дослідження наступні машини і апарати лінії виробництва подових сортів хлібобулочних виробів з вказанням енергетичних процесів, що в них відбуваються, які можуть впливати на якість продукції.

Просіювачі – аерація борошна, яка впливає на хлібопекарські властивості борошна, збільшує формоутримуючу здатність тістових заготовок.

Дозатори борошна – використання декількох живильників для дотримання точності дозування (наприклад, Ш2-ХДБ).

Змішувачі для приготування рідких сумішей та емульсій – інтенсивність змішування, яка визначає активність емульсій (наприклад, А2-ШУИ).

Місильні машини для опари – інтенсивність замісу, яка впливає на активність бродіння напівфабриката. Діапазон змін питомої роботи замісу дуже великий, від машин типу А2-ХТБ до машин типу „Діосна”.

Місильні машини для тіста – інтенсивність замісу, яка впливає на тривалість бродіння тіста. В свою чергу інтенсивність залежить від будови робочих органів машини та швидкості їх руху під час замісу.

Бродильні ємкості – наявність рушійних органів (шнеків, лопатей), які активізують процес бродіння.

Тістоподільники – тиск у нагнітальному об'ємі, від величини якого залежить точність поділу і одночасно енергія, яка передається тістовій масі. Аналізувати потрібно два типи подільників: з надлишковим тиском нагнітання та такі, які навпаки використовують розрідження повітря для всмоктування тіста в мірну кишеню.

Тістоокруглювачі – довжина шляху пробігу тістової заготовки, пропорційно якій збільшується енергія, витрачена для її обробки. При недостатній довжині в лінії встановлюють по два тістоокруглювачі.

Тістозакатні машини – кратність розкочування тістової заготовки та ступінь її обминання на кінцевому етапі обробки впливають на розвиток клейковинної структури заготовки.

Вистійні шафи – кількість теплоти, яка підводиться до шафи, а також витрати пари для зволоження повітря визначають активність процесу вистоювання, впливають на питомий об'єм готової продукції та на її пористість.

Печі хлібопекарські – основний споживач енергії, від витрат якої залежить якість продукції. Зменшення втрат енергії через огороження, шляхом небажаної вентиляції пекарної камери, через нагрівання транспортних засобів, також втрат за рахунок нерівномірності експлуатації, значно підвищує ефективність всього технологічного процесу.

Кулери – на даному етапі розвитку хлібопекарської галузі відбувається їх впровадження у виробництво та розгортаються дослідження їх впливу на якість продукції та тривалість її зберігання.

Шляхом моделювання енергетичних потоків, якими обмінюються механічні та теплові елементи хлібопекарської лінії з сировиною, напівфабрикатами та хлібом під час випікання, визначаються пріоритетні напрямки їх спрямування, взаємний баланс. Кінцевими функціями в даному випадку є якість продукції та мінімізація витрат енергії.

Висновки. Використання комп'ютерного моделювання підтвердило ефективність даної методики вивчення особливостей роботи обладнання. Наприклад, в списку літератури даної доповіді наведені результати вже проведених комп'ютерних досліджень окремих складових елементів технологічної хлібопекарської лінії, які закінчувались визначенням „слабких місць” в роботі обладнання та пропозиціями для їх модернізації та реконструкції з метою підвищення ефективності використання електричної, механічної та теплової енергії.

В даний момент відбувається моделювання інших елементів технологічної лінії, перелічених вище. Після завершення цього етапу роботи стає можливим аналіз взаємного впливу енергетичних потоків окремих машин на інші. Для його реалізації потрібно задіяти математичні методи пошуку оптимальних рішень в умовах складного взаємопов'язаного впливу окремих показників обладнання на технологічні процеси.

Використання методів багатофакторного планування на кінцевому етапі досліджень дозволить визначити раціональні межі витрат енергії та ув'язати їх з якістю готової продукції.

Література

1. Литовченко И. Моделирование технологических процессов при создании оборудования пищевой промышленности / И. Литовченко, В. Хаджийски, С. Стефанов, М. Шпак; Научни трудове на руссенския университет, том 49, 2010, Русе, България
2. Litovchenko I. Numerical Modeling and Simulation of Bread Dough Mixing using concept of Computational Fluid Dynamics (CFD) / I. Litovchenko, M. Luchian, S. Stefanov, C. Csatos; Proceeding of 5 International Mechanical Engineering Forum 2, June 2012, Prague, Czech Republic
3. 3. Litovchenko I. Study on The Movement of Dough in Machines With Continuos Operation / I. Litovchenko, I. Jashtenko, W. Hadjiiski, I. Mihaylov; The 7 International Conference - November 2011, Nuiireghaza, Hungary
4. Litovchenko I. Use of Computing Modeling for Modernization of Final Proofers of Preparation of Dough / I. Litovchenko, V. Hadzhiyski, S. Stefanov; Proceedings of 12 International Conference Research and Development in Mechanical Industry RaDMI 2012, 2012, Vrnjacka Banja, Serbia
5. 5. Litovchenko I. The study of the baking ovens by computer simulation / I. Litovchenko; International Conference Integrated Systems for Agri-Food Production SIPA 2013, Sibiu, Romania