



УДК 664.68

Термообробка борошняних кондитерських виробів

С. ДУДКО, канд. техн. наук
В. МАЛИНОВСЬКИЙ,
В. ОБОЛКІНА, докт. техн. наук
Національний університет харчових технологій
Інститут післядипломної освіти

Анотація. Розглянуто процес тепломасообміну при виробництві борошняних кондитерських виробів на стадії термічної обробки. Показані особливості прогрівання двох різних груп кондитерських виробів, що відносяться до тонких і масивних тіл. На підставі розрахованих значень числа Біо для деяких борошняних кондитерських виробів вони віднесені до відповідної групи тіл, вказані відмінності у режимах їх термообробки. Наведені відомості про схеми обігрівання та інші конструктивні особливості сучасних кондитерських печей, що є на ринку України.

Ключові слова: борошняні кондитерські вироби, випікання, сушіння, тепломасообмін, тонкі тіла, масивні тіла, кондитерські печі.

REGULARITY OF PROCESS AND EQUIPMENT FOR PASTRY BAKING.

Dudko S., Malynovskiy V., Obolkina V. National University of food technologies Institute of post-graduate of education.

Abstract. The process of heat and mass transfer in the manufacture of pastry products at the stage of heat treatment was considered. Peculiarities of heating to two different groups of confectionery products related to thin and massive bodies were showed. Based on the calculated values for the number of Bio for some flour confectionery products they attributed to that group of bodies, and the differences in their thermal regimes were determined. The information about the schemes of heating and other design features of the modern confectionery ovens, what are present on the Ukrainian market, was pointed out.

Keywords: pastry, baking, drying, mass transfer, thin body, massive body, the pastry oven.

Термообробка борошняних кондитерських виробів — це складний гіротермічний процес, для якого характерне перенесення теплоти і вологи як у робочій камері апарата, так і всередині тістових заготовок, що відносяться до класу колоїдних капілярно-пористих тіл. Термообробка є однією з найбільш важливих технологічних операцій, під час перебігу якої відбуваються фізико-хімічні і колоїдні процеси, що формують якість готових виробів. До них відносяться цукрово-амінна реакція, термічна денатурація і коагуляція білкових речовин, часткова клейстеризація крохмалю, розпад хімічних розпушувачів, карамелізація цукрів, кристалізація сахарози, утворення білкового пористого каркасу виробів.

Відповідно до процесів, що відбуваються під час термообробки борошняних кондитерських виробів, їх поділяють на дві групи [1]:

- вироби, що піддаються тепловій обробці шляхом випікання (кекси, пряники, бісквітний напівфабрикат);
- вироби, що піддаються тепловій обробці шляхом комбінованого процесу випікання-сушіння (печиво з'ягнє, цукрове, здобне пісочне, галети, крекери, вафлі).

Такий поділ борошняних кондитерських виробів ґрунтується на об'єктивних причинах. З точки зору реакції на зовнішнє прогрівання тверді тіла діляться на дві групи: тонкі і масивні. Віднесення їх до відповідної групи здійснюється за критерієм Біо, який визначає співвідношення інтенсивності зовнішнього і внутрішнього теплообміну. Поділ тіл за ознакою їх масивності означає, що при прогріванні масивних тіл обмежуючим чинником є темп відведення теплоти вглиб тіла, що пов'язаний з теплопровідністю матеріалу, а для тонких тіл — можливість забезпечення зов-

нішнього теплообміну тіл із середовищем, що визначається конструкцією робочої камери і технічною спроможністю у підведенні теплоти ззовні.

Значення числа Біо $Bi=0,25$ є верхньою межею для групи тонких тіл, масивними вважають тіла, для яких $Bi>0,5$, а у діапазоні значень $0,25 \dots 0,5$ тіла перебувають у перехідній області [2]. Для прикладу, за нашими підрахунками значення числа Біо для кексу столичного 1,53, для пряників медових 0,93, для печива «Марія» - 0,18, для вафельного листа – 0,045. Відповідно, кексі пряники є масивними тілами і підлягають випіканню, печиво і вафельний лист – тонкі тіла – випіканню-сушінню.

Випікання (випікання-сушіння) і наступне охолодження кондитерських виробів є завершальними технологічними операціями, під час яких остаточно формуються споживчі властивості готової продукції. Основним фізичним процесом, що визначає перебіг інших процесів на цій стадії (зміна маси, консистенції, структури, органолептичних якостей тощо) є тепломасообмін.

Зневоднення тістових заготовок протягом термообробки відбувається нерівномірно. У початковому періоді прогрівання виникає значний температурний градієнт між поверхневими і глибинними шарами тіста, тому випаровування вологи відбувається з поверхневих шарів, а частина вологи під дією градієнта температури переміщається від поверхневих до центральних шарів тіста (феномен термовологопровідності). У результаті відбувається підвищення вологості м'якушки випеченого гарячого виробу на 1-2% порівняно з вологістю тіста. У другий період термообробки, коли температура центральних шарів поступово зростає, температурний градієнт значно зменшується, проте градієнт вологовмісту продовжує зростати завдяки зневодненню поверхневих шарів тіста. Під поверхнею виробу утворюється так звана зона випаровування з температурою близько 100°C , що переміщається углиб виробу. В середині виробів зовні цієї зони волога перетворюється на пару, під тиском якої відбувається додаткове збільшення об'єму тістових заготовок.

Для асортименту, що належить до другої групи кондитерських виробів, після випікання настає третій період термообробки – сушіння виробів. Він відбувається за умов, коли більша частина об'єму тістових заготовок має температуру понад 100°C (встановити чітку межу між другим і третім періодами складно). Волога у вигляді пари під дією градієнта вологовмісту переміщається від глибинних до поверхневих шарів виробів. При цьому разом з капілярною частково видаляється і зв'язана волога.

Наринку України широко представлене технологічне обладнання для термічної обробки борошняних кондитерських виробів.

Для випікання виробів використовуються кондитерські печі різної будови та принципу дії. Конструкція печі повинна забезпечувати підведення необхідного теплового потоку до тістових заготовок протягом усього процесу випікання, відведення пари, що утворюється в результаті випаровування з їхньої поверхні, а також швидке і точне регулювання теплових параметрів.

Печі класифікують [3] за видом джерела енергії, що використовується (електроенергія, горючий газ або рідке паливо), і способом передачі її продукту. Печі можуть бути змішаної дії, коли використовуються різні джерела теплоти (наприклад, електричні випромінюючі панелі у печі з газовим обігрівом).

На промислових підприємствах для випікання борошняних кондитерських виробів, як правило, застосовуються тунельні печі, у яких тістові заготовки рухаються вздовж пекарної камери в одному напрямі. Тістові заготовки розташовуються на поверхні конвеєрного череня, робоча гілка якого знаходиться в пекарній камері, а неробоча – рухається у зворотному напрямі під камерою. При попаданні у піч тістова заготовка піддається дії тепла в результаті комбінації теплопровідності (від череня), конвекції (від гарячого повітря, що рухається відносно заготовок) і випромінювання (від гарячих поверхонь і відкритого вогню).

За способом обігріву кондитерські печі можуть бути прямої дії, коли нагрів продукту здійснюється безпосередньо пальниками або електричними випромінювачами, встановленими в пекарній камері, або непрямого, коли продукти згорання палива рухаються по каналах зовні пекарної камери із виробами, що випікаються, не контактують. На даний час у складі поточно-механізованих ліній переважно встановлюють тунельні печі з непрямым (канальним) способом обігріву. Як правило, вони мають циклотермічну систему обігріву, у якій реалізується рециркуляція продуктів згорання.

Циклотермічна система обігріву використовується лише в печах, що працюють на рідкому або газоподіб-



ному паливі. Вона передбачає наявність пальника, топки, камери змішування високотемпературних топкових і охолоджених відпрацьованих газів, транспортних газоходів, пристроїв для передачі теплоти – каналів, вентилятора рециркуляції, димової труби. Печі великої продуктивності можуть складатися з декількох (як правило, не більше двох) автономних циклотермічних контурів.

Печі з прямим і непрямим нагрівом можуть мати конструктивні рішення, що дають змогу підсилити конвекцію або теплове випромінювання. Інфрачервоне випромінювання від факела і нагрітих поверхонь проникає в тістову заготовку на невелику глибину і при випічці тонкошарових виробів (у тому числі печива) є найефективнішим способом теплообміну. Проте у цьому випадку вимагається суворе дотримання однакової інтенсивності випромінювання по ширині череня, інакше готові вироби будуть різного забарвлення. Наприклад, різниця в температурі випромінюючої поверхні по ширині череня всього у 10°C спричиняє коливання теплового потоку на 8 – 10%. У печах, у яких тепловий режим характеризується розвиненою конвекцією, проблема перекошу температури по ширині поду, як правило, не виникає. Тому в більшості конструкцій кондитерських печей реалізують радіаційно-конвективний режим випікання, коли разом з інтенсивним випромінюванням значна частка теплоти переноситься конвекцією. Існують технічні рішення, коли на початку печі реалізують радіаційний теплообмін, а в кінці, де відбувається підсушування виробів, – конвективний.

Важливим технічним показником печі є кількість теплових зон. Теплова зона – це конструктивно відокремлена ділянка печі, у якій можна встановити певний тепловий режим, відмінний від режиму сусідніх ділянок. Конструкцією печі передбачається можливість регулювання кількості теплоти, що передається в кожній зоні, також у більшості випадків є можливість регулю-

вати співвідношення кількостей теплоти, що підводяться зверху і знизу до виробів у межах зони. В електричних печах і печах з прямим газовим обігрівом регулювання теплового режиму випікання реалізується досить просто шляхом включення/відключення частини електронагрівачів чи зміною витрати газу через окремі пальники, у каналних печах – здійснюється шляхом направлення продуктів згорання в різні теплові зони за допомогою заслінок (шиберів), що встановлюються у газоходах печі. Оскільки циклотермічна нагрівна система є водночас цілісною аеродинамічною системою, зміна положення навіть одного шибера впливає на розподіл потоків димових газів у всіх її елементах (різною мірою). Тому налагодження режиму випікання в печах з рециркуляцією є складнішим.

У кондитерських печах різних типів передбачаються засоби автоматичного контролю і регулювання температури в окремих зонах, швидкості руху пароповітряного середовища, співвідношення кількості теплоти «верх/низ», у печах, що працюють на горючому газу – автоматика безпеки тощо.

Печі збираються з окремих модулів (секцій) заводського виготовлення, що допомагає скоротити час монтажу і пуску печі. Довжина секцій може бути різною – від 1 до 12 м, у багатьох конструкціях складальний модуль відповідає одній тепловій зоні. Під час складання печі секції з'єднують між собою, теплоізолюють частини, що нагріваються, ззовні обшивають легкими металевими листами. Модульна схема дає змогу шляхом варіювання кількістю секцій збирати печі різної теплової потужності з різною довжиною пекарської камери.

Використання сучасних кондитерських печей, при конструюванні яких враховуються останні наукові досягнення у вивченні тепломасообмінних процесів, що відбуваються під час випікання, дає змогу підвищити енергетичну ефективність процесу і водночас одержувати широкий асортимент продукції високої якості.

Література

1. Дорохович А. М. Особливості процесу випікання заварного пряника з начинкою / Дорохович А. М., Оболкіна В. І., Свєволіна Г. В. // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2006. – №4. – С. 16-17.
2. А. А. Михелев. Расчет и проектирование печей хлебопекарного и кондитерского производств / Михелев А. А., Ицкович Н. М. - М.: Пищевая пром-сть, 1968. – 487 с.
3. Мэнли, Д. Мучные кондитерские изделия / Д. Мэнли. - С. Пб.: Профессия, 2005. – 558 с.

