

РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КОЕКСТРУЗІЇ ТІСТО — ФАРШЕВОГО ДЖГУТА

Розроблена експериментальна методика визначення технологічних параметрів процесу коекструзії. На прикладі виготовлення тісто-фаршевого джгута визначені експлуатаційні параметри коекструзії та проаналізована розбіжність відповідних теоретичних результатів та даних експериментів. Зроблено висновок про ефективність запропонованих методологічних розробок.

Ключові слова: коекструзія, адекватність теоретичних результатів, експериментальна методика, тісто-фаршевий джгут.

Розглядання проблеми інтенсифікації і оптимізації більшості технологій харчових виробництв неможливе без встановлення основних закономірностей термомеханічних і масообмінних процесів, що протікають у харчовій масі. Для ефективного модельного описування подібних процесів доцільно формувати відповідні нелінійні просторово-нестационарні крайові задачі математичної фізики. Для розв'язання таких нелінійних просторово-нестационарних крайових задач математичної фізики та отримання відповідних кількісних характеристик, які відображають поведінку об'єктів у різних технологічних процесах, що розглядаються, запропонована математична модель масо-

The experimental technique of technological parameters definition of co-extrusion process is developed. By the example of dough rope with meat filings manufacturing the co-extrusion operational parameters is defined and the appropriate theoretical results and experiments data divergence is analyzed. The conclusion about efficiency of the offered methodological products is made.

Key words: co-extrusion, adequacy of theoretical results, experimental technique, dough rope with meat filings.

обмінних процесів, що протікають у машинах із зовнішнім підведенням механічної енергії [1,2].

Для забезпечення високої ефективності практичного використання розроблених розрахункових методик необхідно оцінювати адекватність отриманих результатів теоретичних досліджень.

Метою даної роботи є розроблення експериментальної методики, що спрямована на перевірку результатів чисельних експериментів по дослідженню процесів коекструзії (рис.1) (зовнішні та внутрішні шари матеріалу формуються одночасно скрізь одну матрицю спеціальної конструкції).

Методика теоретичного аналізу процесу коекструзії схематично представлена на рис.2. Аналітичні співвідношення, що описують процес формування двох-компонентного джгута представлені в роботах [2,3].

Фізичні експерименти проводили на дослідному апараті доповненому спеціальною оснасткою для вимірювання тиску у камерах нагнітання начинки та тістової оболонки. Експериментальний стенд представлений на рис.3.

Штучна продуктивність прийнятої конструкції апарата визначається розмірами та кінематикою штампуєчих коліс (рис.3) за формулою:

$$\Pi = \frac{2\pi R}{bT}, \quad (1)$$

де R — радіус формуючого валку, b — розмір виробу по довжині, T — час одного повного оберту валка. З врахуванням залежності:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}, \quad (2)$$

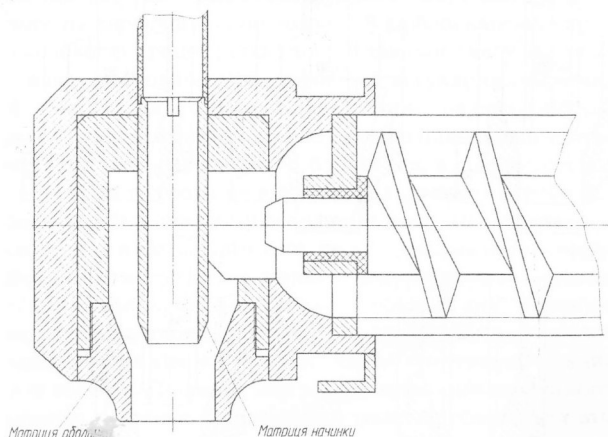


Рис.1. Конструкція формуючого вузла

де ω — кутова швидкість обертання колеса, формула (1) приймає вигляд

$$\Pi = \frac{R\omega}{b} \quad (3)$$

Розглянуто п'ять варіантів формуючих пристроїв (рис.4).

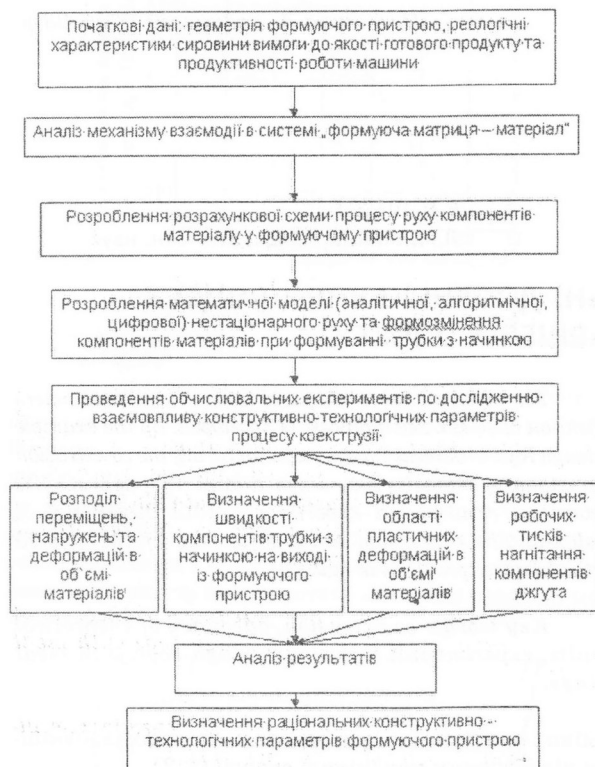


Рис.2. Схема визначення раціональних конструктивно-технологічних параметрів формуючого пристрою

Оскільки повздовжньої деформації компонентів джгута при виході з формуючого отвору не відбувається, то швидкість його руху визначається формулою:

$$V = \omega R \quad (4)$$

З формул (3) та (4) можна визначити швидкість руху джгута, яка забезпечує необхідну продуктивність Π апарата для виробів заданих розмірів b :

$$V = \Pi b \quad (5)$$

При проведенні експериментів були використані матеріали: тісто в якості компоненти оболонки і м'ясний фарш — компоненти начинки.

Розроблена методика експериментального визначення швидкості руху тісто-фаршевого джгута (ТФД), яка складається з наступних етапів:

1. Вимірювання діаметру штампуєного колеса, $D=2R=0,325\text{м}$.

2. Вирахування кількості формуючих комірок по ободу валка, $N=24$.

3. Обчислення розміру (по довжині) готового виробу, $b = \frac{\pi D}{N} = 0,0426$.

4. Запуск машини і вимірювання ваги виробів за годину, $\Pi_b = 28 \text{ кг/год}$.

5. Вимірювання ваги одного виробу, $B_1=0,012\text{кг}$.

6. Обчислення продуктивності машини,

$$\Pi = \frac{\Pi_b}{B_1} = 2333 \text{ шт/год} = 0,648 \text{ шт/с}$$

7. Обчислення по формулі (5) швидкості руху ТФД, $V = 0,0276 \text{ м/с}$.

Згідно розробленої теоретичної методики (рис.2) значення швидкості руху джгута для прийнятих варіантів формуючих пристроїв (рис.4) дорівнює $V_{\text{ср}} = 0,0328 \text{ м/с}$.

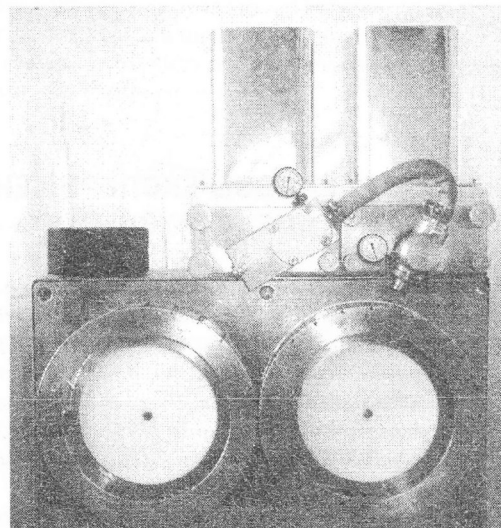


Рис.3. Експериментальний стенд для дослідження процесів коекструзії

Таким чином, розбіжність теоретичних результатів з даними експериментів оцінюється межею 16%.

Для визначення робочого тиску у камерах нагнітання компонентів матеріалів у процесі формування виробів з начинкою використовували датчики тиску у вигляді манометра типу WIKA-422.20 (Німеччина). Один з датчиків встановлювали у корпус камери нагнітання начинки, а другий у корпус формуючого пристрою (рис.3). Після запуску машини датчики тиску показують збільшення тиску від нуля до робочого. Проведені заміри експлуатаційних робочих тисків нагнітання компонентів ТФД для п'яти типів формуючих пристроїв відповідно рис.4. Відмітимо, що

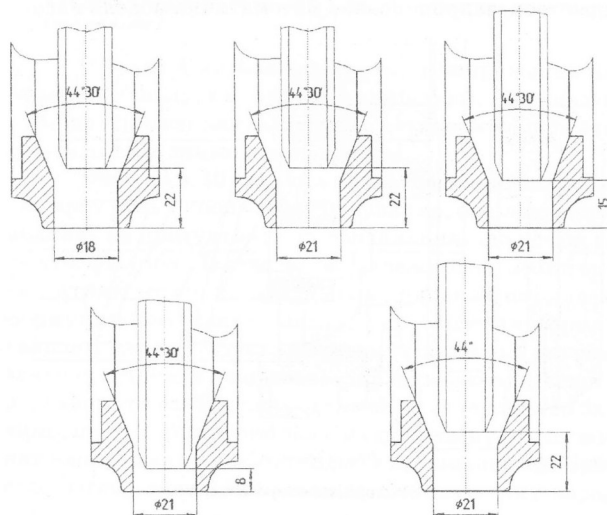


Рис.4. Конструктивні варіанти виконання формуючого пристрою

робочий тиск нагнітання матеріалу начинки практично однаковий для всіх варіантів, що розглядалися і дорівнює у середньому 7 Па.

Рівень тиску нагнітання матеріалу оболонки значно перевищує значення тиску нагнітання матеріалу начинки. Результати експериментів в зрівнянні з даними теоретичних досліджень наведені у таблиці.

Результати визначення робочих тисків нагнітання матеріалу оболонки

Тиск, Па									
Вар. 1		Вар. 2		Вар. 3		Вар. 4		Вар. 5	
теор	експ	теор	експ	теор	експ	теор	експ	теор	експ
84	78	72	67	80	75	89	80	66	60
Розбіжність результатів, %									
7,6		6,7		6,7		11,2		10	

Аналіз результатів, що наведені у таблиці свідчить, що розбіжність теоретичних результатів з даними експериментів оцінюється межею 12%.

Висновки. Розроблена експериментальна методика, яка спрямована на перевірку адекватності отриманих результатів досліджень по визначенню швидкостей руху ТФД та тисків нагнітання компонентів

сировини. На основі зрівняння результатів розрахунків з даними експериментів підрахована розбіжність відповідних результатів: по швидкостям руху ТФД не перевищує 16%, по визначенню тисків нагнітання — 12%. Отримані результати свідчать про можливість використання розроблених теоретичних методів у проєктувальній практиці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Штефан Є.В. Моделивання поведінки дисперсних систем у нерівноважних процесах харчових виробництв // Наукові праці УДУХТ. — 2000, №8 — С. 63 — 66.
2. Штефан Є.В., Мізнік Л.М. Математичне моделювання процесів коекструзії при виготовленні трубчастих виробів з начинкою // Наукові вісті НТУУ «КПІ» — 2005. — № 6. — С.82 — 85.
3. Штефан Є.В., Мізнік Л.М. Тістові вироби з начинками, виготовлені методом коекструзії // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. — 2006. — № 3. — С.16 — 20.

Надійшла до редколегії 07.05.08 р.