

І.Я. Стадник, канд. техн. наук
Тернопільський національний технічний
університет імені І. Пулюя
О.В. Ковальов, канд. техн. наук,
В.В. Шутюк, канд. техн. наук
Л.І. Удворгелі
Національний університет харчових
технологій

ДОЗАТОР РІДКИХ КОМПОНЕНТІВ

Розроблено дозатор рідких компонентів, який забезпечує безперебійну роботу тістомісильної машини від початку замішування і до вивантаження тіста. Обґрунтовано напір, з яким рідкі компоненти повинні поступати у тістомісильну камеру. Проведені розрахунки витрати витікання рідких компонентів. Обчислено процес дозування рідких компонентів.

Ключові слова: дозатор, якість тіста, мірна камера, процес дозування, точність дозування, тістомісильна машина.

Широке впровадження в хлібопекарську промисловість безперервних методів тістоготування та інтенсифікації процесу замішування супроводжується підвищеними вимогами до якості готової продукції. Якість у багатьох випадках визначається точністю заданого рецептурного складу тіста, особливо такого показника, як вологість. Найпоширенішим способом забезпечення заданої рецептури тіста є дозування вихідних компонентів дозаторами різної дії. При цьому точність складу компонентів визначається точністю роботи дозувальної апаратури і конструкцією тістомісильної машини, а також режимом її роботи.

Тиск стовпа рідких компонентів у циліндричній мірній камері 1 (рис. 1) діаметром 92 мм сприймається еластичною мембраною 2. Це зусилля передається на контактну колонку 3. Контактна колонка одночасно із поплавком 4, який складається із штока і шарнірного притискного клапана 5, перекриває подачу рідких компонентів (емульсії) живильної місткості в мірнику 6.

© І.Я. Стадник, О.В. Ковальов, В.В. Шутюк, Л.І. Удворгелі, 2010

A liquid dispenser components, which ensures the smooth functioning of the dough and start kneading the dough to unload. Grounded pressure with which liquid components must come into mixing chamber. Calculations costs leakage of liquid components. Calculated process dosage liquid components.

Key words: dosage, quality of dough, measuring chamber, the process of dosage, dosing accuracy, dough.

Наповнення мірної камери дублюється перекриттям подачі електромагнітним клапаном K_1 , який блокує відкриття такого самого вивантажувального клапана K_2 . Клапан K_2 відкривається від реле часу через 5–10 с після ввімкнення приводу тістомісильної машини, а вимикається через встановлений час. Цей час залежить від технологічного процесу, який відбувається при замішуванні. Обидва клапани K_1 і K_2 нормально закриті в період заповнення мірної камери. Така послідовність роботи дозатора емульсії забезпечує роботу тістомісильної машини від початку замішування і до вивантаження тіста. Оскільки впродовж 25–30 с подачі борошна в місильну камеру машини процес водопоглинання частинками борошна не закінчується, то подача емульсії продовжується до певного періоду із постійним напором H і тиском, який із часом зменшується в магістралі дозатора. При цьому консистенція тіста протягом замішування вирівнюється.

Процес дозування емульсії в циліндричну мірну камеру відбувається при опусканні поплавка до мемб-

рани і розриванні контакту між мембраною і контактною колонкою (електрична схема). В такому положенні вмикається клапан 5, камера наповнюється емульсією, яка послідовно зменшується за рахунок перекриття клапана подачі під тиском виштовхувальної сили поплавка. Ця сила дорівнює вазі емульсії в зануреній частині поплавка, тому принцип дозування емульсії є ваговим із підвищеною точністю за рахунок зменшення подачі емульсії під кінець дозування. Доза емульсії регулюється за рахунок зміни довжини штока або переміщення валика та контактної колонки.

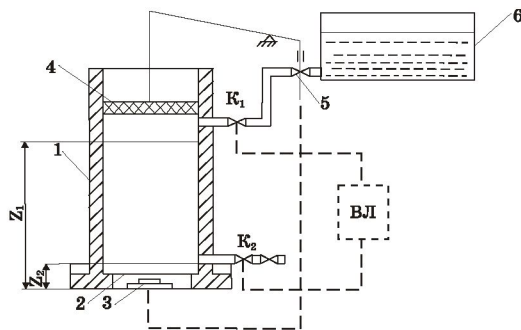


Рис. 1. Схема дозатора рідких компонентів:
1 — мірна камера; 2 — еластична мембрана; 3 — контактна колонка; 4 — поплавок; 5 — притискний клапан; 6 — мірник

$$G_e = G_b + G_d, \quad (1)$$

де G_b — кількість води; G_d — кількість добавок.

$$G_e = 2,5 + 0,27 = 2,77 \text{ кг.}$$

Об'єм емульсії становить

$$V_e = \frac{G_e}{\rho} = \frac{2,77}{1,08} = 2,564 \text{ дм}^3. \quad (2)$$

Об'єм 1 дм довжини циліндричної мірної камери

$$V_{\text{рк1}} = 0,785 \cdot 0,92^2 \cdot 1 = 0,664 \text{ дм}^3 / \text{дм.}$$

На технологічний процес, тобто 1 доза, становить

$$h_g = \frac{G_e}{V_{\text{рк1}}} = \frac{2,77}{0,664} = 4,17 \text{ м.} \quad (3)$$

Довжина циліндра на дозу емульсії $G_g = 4 \cdot 0,664 = 2,66 \text{ м}^3$ збільшиться на 1,2 дм.

Тоді повна висота дози в мірному циліндрі: $l_{\text{дц}} = 4,17 + 0,4 = 4,57 \text{ дм}$. При цьому поплавок буде занурений на $\Delta l = 4,57 - 1,2 = 3,37 \text{ дм}$, що дає змогу вести дозування по висоті:

$$l_{\text{доз}} = (3,37 \pm 0,8) \text{ дм, тобто } G = 1,696 \dots 2,75.$$

Обчислення процесу дозування. Розглядаючи принцип дії мембранного дозатора в процесі дозування рідких компонентів, незважаючи на всю складність і різноманітність руху рідини, можна зазначити, що у нашому випадку відбувається нестационарний рух, при якому всі гідрравлічні характеристики (швидкість, тиск, глибина потоку) в будь-якій точці потоку змінюється в часі, тобто $V = f_1(x, y, z, t)$; $p = f_2(x, y, z, t)$; $H = f_3(x, y, z, t)$. Крім цього, ще відбувається вільний та вихровий рух компонентів, який здійснюється під дією зовнішніх масових сил — витікання крізь отвори нагнітального пристрою (рис. 2).

Розглянемо загальний характер витікання крізь отвір, розміри якого відносно малі порівняно з напором H , а краї отвору закруглені та не впливають на форму струменя. Даний отвір (іх 9 шт.) розглядатимемо як отвір у тонкій стінці.

У цьому випадку при витіканні компонентів швидкість визначається переважно місцевим опором

біля отвору. Візуальні спостереження показують, що при підході до отвору внаслідок різних умов руху частинок рідини, у різних точках нагнітача, вони описують різні траєкторії. Найбільше відхиляються від прямолінійних траєкторій частинки рідини, які переміщуються паралельно до стінок нагнітача.

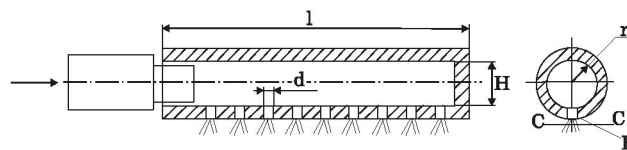


Рис. 2. Схема нагнітального пристрою

Таким чином, швидкість частинок у різних точках біля перерізу отвору C-C і в ньому самому буде неоднаковою як за значенням, так і за напрямком. У різних точках криволінійних ліній течії виникають різні за значенням відцентрові сили інерції. Тому тут спостерігається також певна нерівномірність розподілу тиску. Отже, на ділянці перерізу C-C і вглиб нагнітального пристрою від подачі рідких компонентів струмине, який витікає, стискається. У перерізі C-C струминки по всій довжині стають майже паралельними, як показав дослід, а це задовольняє умови руху на першому етапі просторового змішування із компонентами (борошно). Ці результати дали позитивний результат завдяки тому, що наші отвори достатньо малі порівняно з напором H , тобто $d = 0,1 H$. Це сприяло тому, щоб усі частинки рідини витікали під одним і тим самим напором, отже, з однаковою швидкістю. Однак втрати рідких компонентів, які надходять із дозатора, перевищують втрати, які витікають крізь отвори. Цей процес триває до певного моменту, який змінюється наприкінці витікання. Тому два останніх отвори мають більший діаметр.

Час витікання компонентів з дозатора (див. рис. 1) визначимо за формулою, відомою з гідрравліки:

$$\tau = \frac{2S}{\mu F \sqrt{2g}} (Z_1 - Z_2), \quad (4)$$

де μ — коефіцієнт витрати; S — поперечний переріз дозатора рідких компонентів; $S = \frac{\pi d^2}{4}$; Z_1 — початковий рівень рідких компонентів, м; $Z_2 = 0,005$ — кінцевий рівень рідких компонентів, м; F — площа поперечного перерізу отвору, м.

$$Re = \frac{\sqrt{2gHd}}{\rho}, \quad (5)$$

де ρ — густина продукту.

Швидкість витікання рідких компонентів крізь отвір

$$V = \varphi \sqrt{2gH}, \quad (6)$$

де φ — швидкісний коефіцієнт; g — прискорення вільного падіння; H — напір рідини.

Швидкісний коефіцієнт визначають за формулою

$$\varphi = \frac{W}{F \sqrt{2gH}}, \quad (7)$$

де W — витрата витікання рідини:

$$W = \mu F \sqrt{2gH}. \quad (8)$$

Із визначеного числа Re за допомогою графіка Альтшуля визначаємо коефіцієнт витрати: $\mu = 0,70$.

Із теоретичних досліджень випливає, що при витіканні рідких компонентів за визначений час при напорі H , який ми прийняли сталим протягом певного проміжку часу, в тістомісильну камеру витікало $W = 0,005 \text{ м}^3/\text{с}$. Теоретичні розрахунки збіглися із дослідними, що підтверджує правильний підбір отворів на нагнітальному пристрої. Тобто кількість компонентів, що надходять за 41,2 с із мембранного дозатора на нагнітальний пристрій, відповідає такому самому часу розпилювання в камері машини. Це сприяє забезпеченню швидкості процесу адсорбції у перший період процесу замішування. Обґрунтоване визначення часу кількості рідких компонентів і борошна та рівномірне їх розподілення по перерізу камери «відпочинку» сприяє значному поглинанню компонентів при невеликому гідравлічному опорі.

Дослідження гідродинаміки руху у вільному витіканні рідких компонентів та борошна на першій стадії процесу замішування визначає три зони у вертикальному перерізі місильної камери. Верхня зона є

суцільним струменем рідини, що пронизує у вільному падінні борошно; середня зона — зона розпилення, яка утворюється за допомогою обертального місильного органа; нижня зона — суцільний шар рідкої маси у вигляді рідкої опари. У цю зону крізь шар суміші надходить повітря зі швидкістю, яка перевищує швидкість вільного падіння, що приводить до утворення рівномірного шару, який захоплюється місильним органом і поступає за його рухом. Третя зона переходить у другу стадію процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лисовенко А.Т. Процесс выпечки и тепловые режимы в современных хлебопекарных печах. — М.: Пищ. пром-сть, 1976. — 216 с.
2. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних втробництв / За ред. О.Т. Лісовенка. — К.: Наук. думка, 2000. — 283 с.

Надійшла до редколегії 10.06.10 р.