

УДК 664.61

Ю.Л. Гунько, к.т.н., М.С. Шведик, к.т.н., В.В. Сахан
Луцький національний технічний університет

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОЧОГО ПОЦЕСУ ТАРІЛЧАСТОГО ДОЗАТОРА

У статті наведені результати експериментальних досліджень процесів дозування тарілчастим дозатором матеріалів з різними фізико-механічними властивостями, а також обґрунтовано раціональне компонування складових елементів тарілчастого дозатора

**ДОЗУВАННЯ, ТАРІЛКА, ФОРМУВАЧ, СКРЕБОК,
ТОЧНІСТЬ, ШВИДКІСТЬ, ГУСТИНА.**

Постановка проблеми. Однією з основних технологічних операцій під час виконання робочих процесів виробництва харчових продуктів є дозування компонентів з необхідною точністю та їх однорідне змішування. Ці операції багато в чому визначають якісні показники продукції.

У харчовому виробництві розрізняють об'ємне і вагове дозування, кожне з яких може бути безперервним і дискретним. Для виконання об'ємного безперервного дозування застосовують тарілчасті, барабанні, шнекові, вібраційні, стрічкові, пневматичні, а також комбіновані, наприклад, віброшнекові та інші дозатори. За відносної простоти їх конструкції точність дозування за допомогою цих пристроїв зазвичай становить близько $\pm 3\%$ і змінюється у ще більших межах за умови зміни фізико-механічних властивостей продуктів, що дозуються, якщо в робочому процесі системи дозування не передбачено введення автоматичної корекції.

На точність дозування матеріалів у значній мірі впливає їх гігроскопічність, тобто, здатність матеріалу поглинати водяні пари з повітря в результаті адсорбції. Кількість адсорбованої води росте з підвищенням відносної вологості, зниженням температури і збільшенням тиску.

Такі продукти як цукор, борошно, сіль, що використовуються у хлібопекарському виробництві, здатні поглинати вологу з навколишнього середовища. Внаслідок накопичення адсорбованої вологи змінюються і властивості матеріалів, що дозуються, зокрема, кут природного відкосу. Це призводить до того, що сипкість матеріалу погіршується, він стає більш в'язким і процес дозування погіршується. Як правило, такий матеріал дозується не безперервним суцільним

потокем, а з періодичною подачею неоднакових частин маси.

Тому необхідно прагнути до покращення ефективності роботи об'ємних дозаторів за рахунок вдосконалення їх конструктивних елементів, що дозволить зменшити вплив на точність дозування такого фактору як зміна фізико-механічних властивостей.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Одним з найбільш поширених об'ємних дозаторів сипкого матеріалу є тарілчастий дозатор – горизонтальний диск, що обертається (таріль), висота шару матеріалу регулюється манжетною, яка перекидає вихідний патрубок бункера. Матеріал розміщується на тарілі конусом, розміри якого залежать від висоти розташування манжети. Тарілчасті дозатори працюють за принципом об'ємного дозування шляхом скидання скребком продукту з горизонтальної тарілки, що обертається, розташованої під випускним вікном бункера [2,5]. При цьому недоліком даного дозатора є те, що матеріал, який дозується, залежно від водно-фізичних властивостей, зсипається з диску порціями. Це може спричинити відхилення у точності дозування.

Точність дозування характеризує величину відхилень фактичних доз від номінальних значень. Відхилення при дозуванні можуть мати систематичну і випадкову складові [5]. Системна похибка постійна за величиною і знаком або змінюється за певним законом під час виконання контрольних проб. Причинами появи систематичних похибок можуть бути неправильне встановлення дозатора на задану норму видачі, нехтування впливами температурних та динамічних факторів. Такі вищезазнані причини можна не тільки передбачати, але й усувати повністю.

На точність дозування впливають флуктуації фізико-механічних властивостей компонентів (об'ємна маса, вологість, в'язкість, текучість та інші). Характер таких впливів на точність дозування для кожної конструкції дозатора є досить різноманітним та індивідуальним [1], тому для зменшення величин похибок дозування необхідно проводити експериментальні дослідження роботи дозаторів.

Мета дослідження – підвищити ефективність робочого процесу дозування сипких матеріалів, що використовуються у харчовому виробництві, шляхом удосконалення конструкції тарілчастих робочих органів дозаторів.

Результати дослідження. Основні параметри дозатора, що досліджувався, наведено на розрахунковій схемі (рис.1).

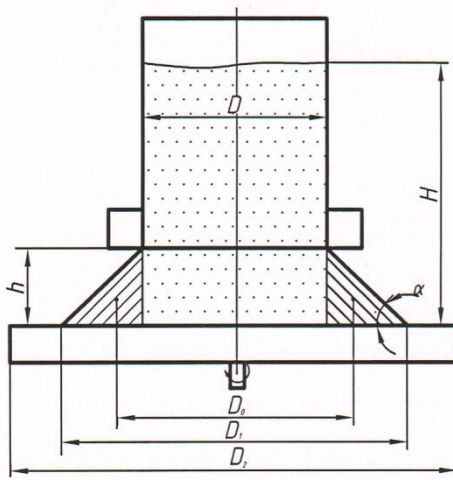


Рисунок 1 – Розрахункова схема дозатора

Відповідно до наведеної схеми можна розраховувати об'єм матеріалу, що знімається скребком за один оберт тарілки:

$$V_0 = \frac{h^2 \pi D_0}{2 \operatorname{tg} \alpha}, \quad (1)$$

де D_0 – діаметр по центрах тяжіння кільця, м;

α – кут природного відкосу матеріалу, град.

Частота обертання тарілки розраховується за формулою:

$$n = \frac{Q_v}{V_0}, \quad (2)$$

де Q_v – об'ємна продуктивність дозатора.

Під час роботи дозатора матеріал висипається з бункера на тарілку, що обертається, утворюючи усічений конус, твірна якого розміщена під кутом природного відкосу сипучого матеріалу. Від стабільності кута природного відкосу залежить стабільність дозування. Для уникнення впливу зміни кута природного відкосу встановлюємо формувач твірної конуса (рис. 2). Цей додатковий елемент формує контури конуса і забезпечує дозування відповідно до формули (1), але

замість значення кута природного відкосу матеріалу α необхідно записувати значення кута установки формувача β .

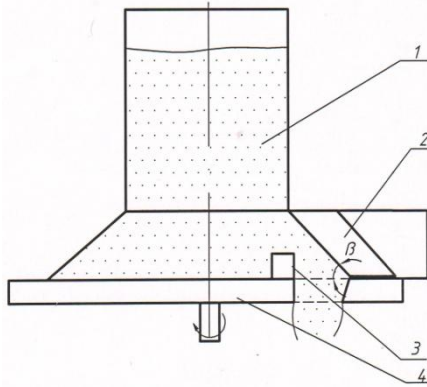


Рисунок 2 – Схема дозатора із формувачем контуру матеріалу, що дозується : 1– бункер; 2 – формувач; 3 – скребок; 4 – таріль

Точність дозування визначається за контрольними пробами із застосуванням методів математичної статистики. Випадкові похибки дозування, як правило, підлягають нормальному закону розподілу випадкових величин і величина густини розподілу ймовірностей визначається за відомою формулою:

$$f(m) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(m_i - a)^2}{2\sigma^2}}, \quad (3)$$

де \hat{a} – математичне очікування;

$\hat{\sigma}$ – поточне значення результату;

$m = \sum_{i=1}^{\dot{i}} \frac{\hat{\sigma}_i}{\dot{i}}$ – середнє арифметичне n результатів;

σ – середнє квадратичне відхилення контрольних проб.

Середнє квадратичне відхилення контрольних проб визначається наступним чином:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{\dot{i}} (m_i - \hat{\sigma})^2}{\dot{i} - 1}}. \quad (4)$$

У цьому разі величину середнього квадратичного відхилення можна також використовувати для кількісної оцінки випадкових похибок:

$$\Delta = \pm(2...3)\sigma, \quad (5)$$

а точність дозування оцінювати (y %) коефіцієнтом варіації:

$$\hat{E} = \frac{\sigma}{\bar{\delta}} \cdot 100. \quad (6)$$

Для порівняльного аналізу ефективності роботи дозаторів (базової конструкції та дозатора, обладнаного формувачем твірної контуру) було розроблено експериментальну установку (рис 3).



Рисунок 3 – Експериментальна установка для дослідження робочого процесу дозатора

Задача досліджень полягала у визначенні точності дозування (коефіцієнта варіації) залежно від густини компонента та швидкості обертання диска. Точність дози вимірювали за допомогою електронних ваг (з точністю до 0,05г), висота насипу регулювалась з точністю до 0,5 мм, а швидкість обертання диска визначалась за допомогою електронного тахометра.

Для дослідження точності дозування було проведено експерименти щодо визначення впливу основних факторів на точність дозування. До цих факторів відносяться:

x_1 – густина компонента, г/см^3 ;

x_2 – кутова швидкість обертання диска, с^{-1} .

На основі експериментальних досліджень були одержані графічні залежності між основними факторами та точністю дозування (коефіцієнтом варіації К).

Після включення незначущих членів для 95% довірчої ймовірності отримано наступне рівняння регресії для базового дозатора (без формувача твірної):

$$y_x = 4,51 - 0,81 x_1 + 0,079 x_2 - 0,024 x_1 x_2 . \quad (7)$$

Для конструкції дозатора, обладнаного формувачем твірної, рівняння регресії має наступний вигляд:

$$y_x = 3,49 - 0,49 x_1 + 0,074 x_2 - 0,031 x_1 x_2 . \quad (8)$$

Результати дослідів свідчать, що для дозатора, який не обладнується формувачем твірної, густина матеріалу більш відчутно впливає на точність дозування у порівнянні з дозатором, обладнаним формувачем твірної, при цьому швидкість обертання тарілки практично не впливає на точність дозування для обох конструкцій.

Висновок. Результати експериментальних досліджень показали, що для забезпечення більш високої точності дозування сипких матеріалів дозатор тарілчастого типу доцільно обладнувати формувачем твірної усіченого конуса, який дозволяє стабілізувати процес дозування.

Література

1. Поляков С.И. Проблема достижения точности дозирования. «Актуальные проблемы лесного комплекса». Сб. научн. ст., вып. 11 – Брянск, 2005. – с. 145–148.
2. Хромеенков В.М. Оборудование хлебопекарного производства [Текст] / В.М.Хромеенков.-М.: Изд.центр «Академия», 2008. - 368 с.
3. Рогинский Г.А. Дозирование сыпучих материалов/ Под ред.. Б.И. Мордковича – М.: «Химия», 1978. – 173 с.
4. Клейн Г. К. Строительная механика сыпучих тел. – М: Стройиздат, 1977. – 256 с.
5. Технологическое оборудование хлебопекарных и макаронных предприятий / Б.М. Азаров, А.Т. Лисовенко, С.А. Мачихин и др.: Под. ред. С.А. Мачихина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 263 с.

Рецензент д.т.н. І.М. Дударєв