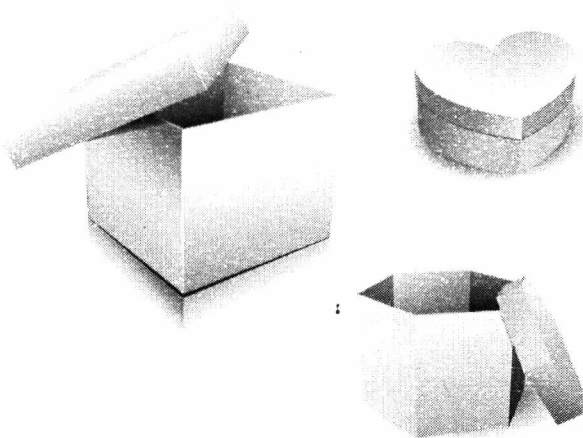


**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Клуб пакувальників України
Національний університет харчових технологій
АТ «Київський міжнародний контрактний ярмарок»**

**Матеріали доповідей
IX Науково-практичної конференції
молодих вчених
«Новітні технології пакування»**

Додаток до журналу «Упаковка®»



Київ — 2013

ЗМІСТ

А.О. Кисцова, А.Д. Петухов, О.М. Шнирук, НТУУ «КПІ», м. Київ Вплив концентрації спінювача і конструкції голівки на якість рукавної плівки	5
А.В. Кривенко, О.Н. Шнирук, НТУУ «КПІ», г. Киев Особенности вспенивания изобутаном полиэтилена высокого давления	9
А.В. Юрченко, О.М. Шнирук, НТУУ «КПІ», м. Київ Формування полімерного рукава при охолодженні його стікаючим шаром води	12
В.Ю. Булах, Н.В. Сова, к.т.н., Б.М. Савченко, к.т.н., В.О. Пахаренко, д.т.н., КНУТД, м. Київ Розробка нових пакувальних матеріалів природного походження	15
П.І. Бежень, І.І. Регей, д.т.н., УАД, м. Львів Обґрунтування способів та засобів фальцювання розгортки картонного пакування в операційному обладнанні	17
О.О. Саранулова, В.П. Шерстюк, д.х.н., ВПІ НТУУ «КПІ», м. Київ Проблеми і перспективи створення нанофотонних і фотокаталітичних систем для друкованих пакувань для харчових продуктів	21
І.П. Іваненко, В.П. Шерстюк, д.х.н., НТУУ «КПІ», м. Київ Тенденції розвитку медійних та друкованих видань із застосуванням нанотехнологій	25
Н.І. Прокопєць, Ю.П. Шоловій, к.т.н., НУ «Львівська політехніка» Особенности об'ємного дозування дрібнодисперсних матеріалів	27
Р.І. Гельбич, Ю.П. Шоловій, к.т.н., НУ «Львівська політехніка» Підвищення ефективності об'ємного дозування дрібнодисперсних сипких матеріалів за допомогою вібраційних дозаторів	30
А.В. Деренівська, О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ Дослідження складових похибки дозування сипкої продукції лінійними ваговими дозаторами	33
М.Ю. Брусенцова, К.В. Васильківський, к.т.н., НУХТ, м. Київ Використання вібраційних пристроїв у пакувальній індустрії	38
М.В. Якимчук, к.т.н., НУХТ, м. Київ Методика формування обладнання для групового пакування на базі систем мехатронних модулів	40
С.С. Василькова, В.Б. Захаревич, к.т.н., М.А. Масло, к.т.н., НУХТ, м. Київ Лінія сортування твердих побутових відходів	43
І.Ф. Максименко, В.М. Криворотько, к.т.н., О.В. Коваль, НУХТ, м. Київ Особенности технологий створення вакуумних упаковок	45

Дослідження складових похибки дозування сипкої продукції лінійними ваговими дозаторами

А.В. Деренівська, О.М. Гавва, д.т.н., НУХТ, м. Київ

Для забезпечення технологічного процесу пакування сипкої продукції у споживчу упаковку сьогодні достатньо широко використовуються лінійні вагові дозатори. Конструювання і дослідження таких дозаторів передбачає оцінювання їхніх метрологічних характеристик і шляхів підвищення точності функціонування та продуктивності. За основний критерій ефективності роботи дозатора прийнято точність дозування.

Нерівномірність подачі сипкої продукції в лінійних вагових дозаторах — одне з домінуючих джерел режимної складової динамічної похибки дозування. Воно не залежить від типу живильника лінійного дозатора і дозованої продукції. Режимна складова динамічної похибки дозування залежить від швидкості подачі продукції, тиску продукції в бункері на робочий елемент живильника, перерізу пропускного каналу живильника, застосування спеціальних заходів із стабілізації шару продукції, відносної частки тривалості досипання продукції тощо [1].

А тому для мінімізації такої складової похибки необхідно забезпечити сталу інтенсивність переміщення сипкої продукції через випускний канал бункера. Для автоматизованого регулювання положення заслінки бункера може бути використана система керування позиційним пневмоприводом з такими складовими елементами: контролер, електропневматичний пропорційний регулятор тиску, мікроконтролер лінійного позиційного пневмоприводу. Відповідно до рівня продукції в бункері, пропускної здатності живильника положення заслінки змінюється за рахунок зміни величини вхідного (вихідного) тиску позиційного пневмоприводу заслінки. Крім того, для зменшення режимної складової динамічної похибки необхідно забезпечити раціональне розташування зважувальної місткості відносно робочого органу живильника.

Для визначення раціональних параметрів роботи живильника та розташування зважувальної місткості були прийняті такі припущення: сипка продукція — незв'язна; дрібнофракційна. Розмірами частинок можна знехтувати та розглядати сипку продукцію як суцільне середовище. Переміщення продукції можна описати законами гідравліки.

Для визначення раціональних кінематичних і динамічних параметрів переміщення заслінки за допомогою позиційного пневмоприводу залежно від інтенсивності переміщення продукції з бункера розроблена математична модель системи. Загальне силове навантаження на приводну заслінку представлено на рис. 1.

Рівняння руху приводної заслінки (штока позиційного пневмоприводу) можна навести у вигляді [2]:

$$M(d^2x)/(dt^2) = p_1 \cdot F_1 - p_2 \cdot F_2 - p_a(F_1 - F_2) - F_m. \quad (1)$$

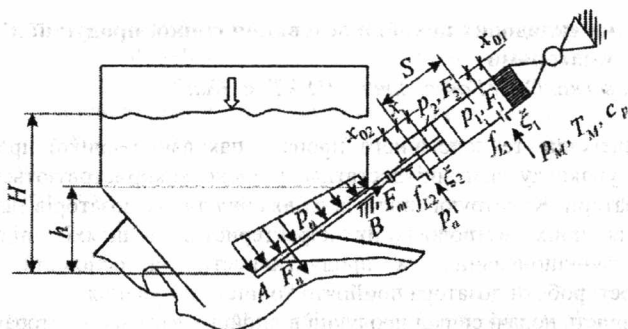


Рис. 1. Узагальнена розрахункова схема навантаження заслінки від дії продукції в бункері

Рівняння зміни тиску в нагнітальній камері:

$$\frac{dp_1}{dt} = \{k \cdot f_{L1}(R_e \cdot T_M(p_M^2 - p_1^2)^{0.5} / [F_1(x + x_{01})(\xi_1)^{0.5}]\} - \{k \cdot p_1 \cdot dx / [(x + x_{01})dt]\}, \quad (2)$$

Рівняння зміни тиску в штоковій камері:

$$\frac{dp_2}{dt} = \{k \cdot f_{L2}(R_e \cdot T_2(p_2^2 - p_a^2)^{0.5} / [F_2(S - x + x_{02})(\xi_2)^{0.5}]\} - \{k \cdot p_2 \cdot dx / [(S - x + x_{02})dt]\}, \quad (3)$$

де M — приведена маса рухомих частин позиційного пневмоприводу та шиберної заслінки;

x — поточне значення переміщення штока позиційного пневмоприводу;

t — тривалість переміщення штока позиційного пневмоприводу;

p_1, p_2 — тиск у поршневій та штоковій камерах відповідно;

p_a — атмосферний тиск;

F_1 — площа поперечного перерізу поршня;

F_2 — корисна торцева площа поршня;

F_m — сумарна сила тертя ковзання продукції по заслінці, заслінки по напрямній, поршня та штока позиційного пневмоприводу;

k — коефіцієнт переміщення сипкої продукції;

f_{L1} — площа перерізу вхідної пневмомагістралі;

f_{L2} — площа перерізу вихідного трубопроводу;

T_2 — температура повітря, що відводиться;

T_M — температура повітря магістралі;

$R_e = 287$ — питома газова стала, Дж/(кг·К);

S — робочий хід штоку;

x_{01}, x_{02} — приведена початкова і кінцева координата положення поршня відповідно;

ξ_1, ξ_2 — коефіцієнт опору вхідного та вихідного трубопроводу відповідно.

Результати числових розрахунків математичних залежностей системи для переміщення заслінки за допомогою позиційного пневмоприводу представлені на рис. 2.

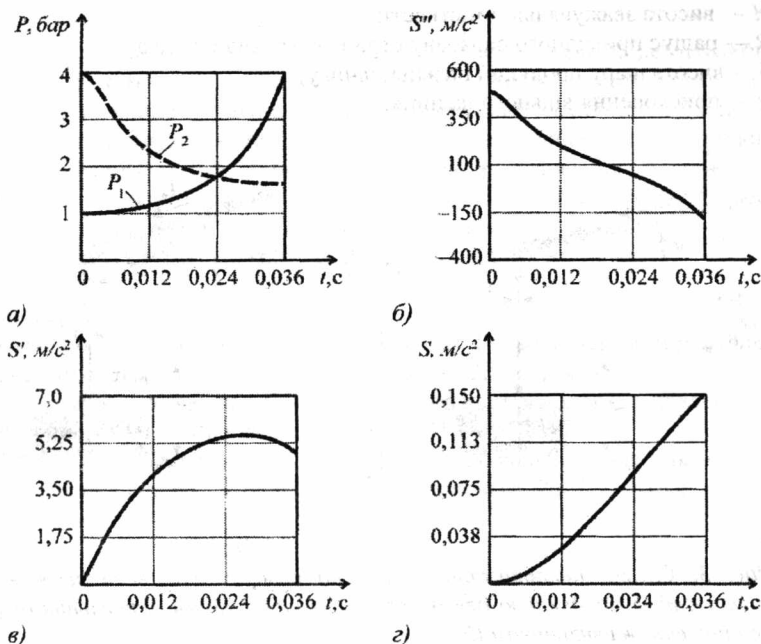


Рис. 2. Графіки зміни: тиску в камерах позиційного пневмоприводу (а); прискорення за часом (б); швидкості за часом (в); переміщення штоку за часом (г)

Для більшості лінійних вагових дозаторів застосовують вібраційні та стрічкові живильники, які розташовують горизонтально і під кутом до горизонту (рис. 3) [3].

Рациональне розташування зважувальної місткості відносно робочої поверхні переміщення продукції можна визначати за формулою:

$$y_0 = y_k + 2/3H. \quad (4)$$

Кінцеве значення рівня шару продукції, що перемістилась у зважувальну місткість, відносно робочої поверхні переміщення продукції для:

- вібраційного живильника:

$$y_k = \lambda \cdot V_0^2 \cdot \{ \lambda^2 + \sin^2(\alpha) \}^{0.5} / g, \quad (5)$$

- стрічкового живильника:

$$y_k = (\lambda \cdot V_0)^2 / g + R - \pi(0.5\pi - \alpha) / (2\pi)(\delta + 2R) + \lambda \cdot V_0 \times [V_0^2(1 + \lambda^2) - 2\pi g(0.5\pi - \alpha) / (2\pi)(\delta + 2R) + 4g \cdot R \cdot \sin^2(0.5\alpha)]^{0.5} / g. \quad (6)$$

де: λ — аеродинамічний коефіцієнт опору повітря потоку продукції;

V_0 — середня швидкість переміщення продукції робочим органом живильника;

α — кут нахилу живильника до горизонту;

H — висота зважувальної місткості;
 R — радіус приводного барабану стрічкового живильника;
 δ — висота шару продукції на живильнику;
 g — прискорення вільного падіння.

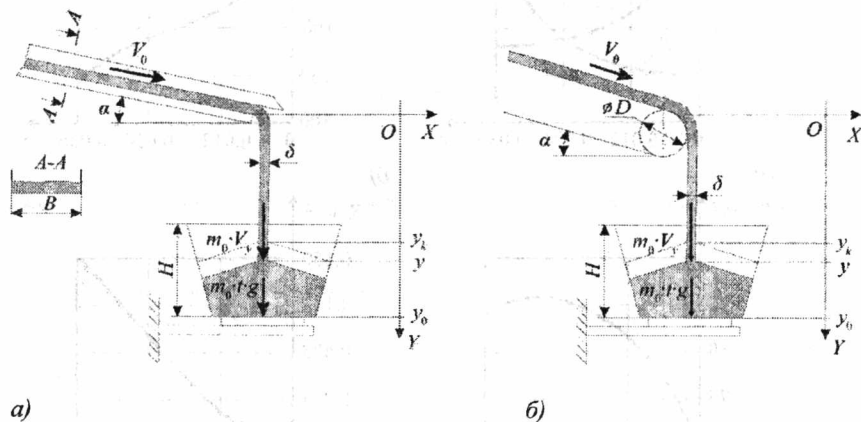


Рис. 3. Схема навантаження датчика вимірювання ваги зважувальної місткості із продукцією для дозатора: з вібраційним живильником (а); із стрічковим живильником (б)

Результати дослідження раціонального розташування зважувальної місткості (рис. 4) показали, що вирішальним параметром є швидкість руху продукції в момент її сходження з несучої площини живильника.

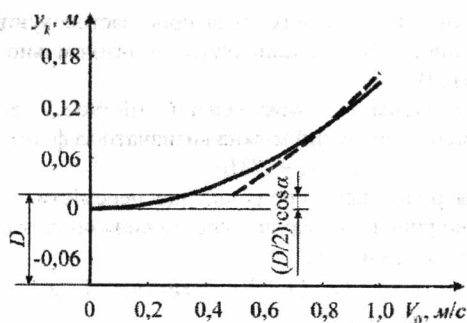


Рис. 4. Зміна раціонального значення розташування зважувальної місткості залежно від швидкості переміщення продукції живильниками: вібраційним (—); стрічковим (---) (кут розташування живильників відносно горизонту прийнято $\alpha = 6^\circ$)

Висновки

Розроблена математична модель руху заслінки дає можливість реалізувати раціональні режими роботи лінійних вагових дозаторів. Крім цього, за рахунок раціонального розташування зважувальної місткості можливо зменшити до мінімуму вплив однієї із складових динамічної похибки дозування. Одним з технічних рішень для регулювання положення зважувальної місткості відносно поверхні робочого органа живильника може бути встановлення зважувальної системи на приводні рухомі напрямні, за допомогою яких здійснюється відповідне керування.

Література

1. Овчаренко А.И., Середя А.Д., Шатило М.В. Погрешность дозирования сыпучих продуктов / Упаковка. — 2007. — № 1. — С. 44–47.
2. Герц Е.В., Крейнин Г.В. Расчет пневмоприводов. Справочное пособие. — М.: «Машиностроение», 1975. — 272 с.
3. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / К.: ІАЦ «Упаковка», 2008. — 436 с.