

Дозувальні пристрої пакувальних машин (як правильно вибрати дозатор)

О.М. Гавва, д.т.н., О.О. Кохан, к.т.н., Національний університет харчових технологій, м. Київ

Сьогодні в Україні понад 90 % усієї продукції, що виробляється на вітчизняних підприємствах, пакується у споживчу упаковку [1]. Процес пакування продукції у споживчу тару в загальному вигляді можна навести сукупністю таких основних, допоміжних і додаткових операцій, що виконуються відповідними функціональними модулями у послідовності, яка передбачена циклограмою або синхрограмою машини:

Основні операції:

- накопичення, оброблення і подача продукції;
- дозування і фасування продукції;
- видача пакувальної одиниці з пакувальної машини.

Допоміжні операції:

- накопичення, оброблення і подача споживчої тари та допоміжних пакувальних засобів або накопичення пакувальних матеріалів та формування з них упаковки;
- герметизація тари та упаковки;
- маркування та етикетування тари і упаковки.

Додаткові операції:

- контроль і керування роботою всіх функціональних модулів машини;
- діагностика роботи машини, очищення, миття та дезинфекція.

Якість пакування і безпечність пакованої продукції залежать від функціонування всіх модулів пакувальної машини. Поряд із цим одним з найважливіших критеріїв оцінювання ефективності роботи машини для пакування продукції у споживчу тару є забезпечення заданої точності дози продукції. Формування дози продукції із застосуванням пристроїв та машин (дозаторів) називають дозуванням. Дозування — це операція виділення і видачі заданої кількості продукції для виконання подальших технологічних операцій (перероблення, пакування).

Відповідно до структури операції, дозувальні пристрої поділяють на дві групи: періодичної (дискретної) і безперервної дії. Дозувальні пристрої безперервної дії застосовуються в технологічних процесах виготовлення продукції і характеризуються дещо іншими режимами роботи порівняно із пристроями дискретної дії. У пакувальних машинах, незалежно від суміщення виконання операцій, дозування продукції здійснюється пристроями періодичної дії. Існують такі конструктивні виконання робочих органів дозувальних пристроїв, що працюють безперервно, поряд із цим за рахунок конструкції продуктових каналів, мірних місткостей доза продукції видається в упаковку періодично.

Діапазон необхідних доз, різні структурно-механічні властивості продукції, що пакується, різновиди тари і упаковки, додержання заданих технологічних вимог під час до-

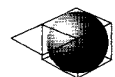
зування обумовлюють застосування пристроїв дозування, різних за своєю конструкцією і способом формування дози. Поряд із цим сьогодні більшість існуючих конструкцій дозувальних пристроїв — це достатньо складні фізико-механічні системи, робота яких знаходиться під контролем електронних і мікропроцесорних блоків керування. Зважаючи на значну кількість класифікаційних груп продукції, що пакується, різновиди тари і упаковки, технології пакування, системи керування і контролю, сьогодні існує велика конструктивна різноманітність дозувальних пристроїв пакувальних машин, яка щорічно поповнюється новими зразками. Можливо фактор інтенсивного створення нових зразків дозувальних пристроїв ускладнює завдання дослідникам щодо розроблення регламентованої класифікації пристроїв дозування, яка охопила б увесь спектр їхніх конструкторських виконань, принципів дії, систем керування тощо. Класифікація пристроїв дозування дає можливість ефективно впроваджувати їх та проводити синтез і аналіз з метою пошуку нових інтенсивних технологій та конструктивних виконань.

У деяких наукових працях [1–3] наводиться узагальнена і практично прийнята для загального користування класифікація дозувальних пристроїв. Відповідно до таких класифікацій, усі дозувальні пристрої поділяють за такими класифікаційними ознаками: структура технологічного процесу дозування; спосіб дозування (принцип роботи); конструктивні ознаки. Поряд з узагальненою класифікацією у працях [1, 4] наведена класифікація дозувальних пристроїв для таких характерних груп продукції, як об'єкти пакування: сипка, рідка, в'язка, пластична, дрібноштучна, штучна і комбінована продукція.

В останні десять років ринок пакувального обладнання України поповнився новими зразками дозувальних пристроїв, що реалізують дещо відмінні від існуючих принципи формування дози. А тому автори у даній статті пропонують деякі доповнення і зміни до узагальненої класифікації дозувальних пристроїв, що дасть змогу більш ефективно приймати рішення щодо вибору дозатора.

Для визначення і аналізу класифікаційних ознак визначимося із структурою пристроїв дозування для загального випадку. Структура дозаторів пакувальних машин поряд із системою керування включає чотири основних механізми (рис. 1):

- бункер — накопичувач продукції, що дозується;
- живильник, який забезпечує необхідну інтенсивність подачі продукції від бункера до дозувального механізму;
- дозувальний механізм;
- механізм фасування, який забезпечує переміщення дозованої продукції в тару.



Залежно від способу формування дози, її складових, у структурі можуть бути відсутні деякі механізми, а деякі можуть виконувати кілька функцій. Важливим моментом у цій структурі є те, що від функціонування перерахованих механізмів залежить як продуктивність, так і точність дозування. Точність дозування характеризується величиною відхилення одержаної дози продукції від заданої. На точність дозування впливає велика кількість факторів:

- власні і вимушені коливання зважувальної системи;
- нерівномірність подачі продукції в дозувальний механізм;
- характер взаємодії зважувальної системи з дозованою продукцією;
- ступінь заповнення бункера-накопичувача;
- змінення фізико-механічних і технологічних властивостей продукції під дією зовнішніх силових, температурних та інших факторів тощо.

Через те що точність роботи дозатора залежить від багатьох факторів, не можна однозначно стверджувати, що застосування деяких із способів дозування підвищує точність, а інших — зменшує. Відомо, що добре зважена конструктивна проробка об'ємного дозатора дає можливість одержати точність не нижчу, ніж у кращих зразках вагових дозаторів. А тому правильно підходити до вибору дозатора потрібно виходячи не з вимог точності, а з відповідності його конструкції типу продукції.

Поряд із цим існує протиріччя між значною продуктивністю і високою точністю дозування. Для вирішення таких протиріччя потрібно вирішувати одне із завдань оптимального проектування технологічних машин.

На рис. 2 наведена узагальнена класифікація дозувальних пристроїв пакувальних машин, класифікаційними ознаками якої є: спосіб формування складових дози продукції; спосіб дозування; спосіб розділення етапів формування складових дози; тип робочих органів; вид системи керування.

За способом формування складових дози продукції дозувальні пристрої поділяють на однопорційні та роздільно-порційні. В однопорційних дозаторах доза продукції відміряється однією міркою (мірний стакан, мірна місткість), а в роздільно-порційних — декількома мірками окремими порціями з їхнім подальшим об'єднанням у потрібну дозу [4]. При цьому частина порцій буде відміряна з недобором до номінальної маси, а інша частина — із перевищенням номінального значення маси. Під час об'єднання у потрібну дозу неточність відмірювання окремих порцій частково взаємокомпенсується і поле розсіювання мас дози продукції зменшується порівняно з полем розсіювання за однопорційного дозування. Роздільно-порційне дозування суттєво підвищує точність дозування продукції, об'ємна маса якої є величиною нестабільною як у масиві, так і в часі.

За способом дозування або принципом роботи дозатори поділяють на чотири основні групи: об'ємні, вагові, комбіновані, поштучні.

У разі застосування об'ємного способу дозу продукції визначають за її об'ємом. Результати роботи об'ємних дозувальних пристроїв в основному залежать від коливань



Рис. 1. Структура дозаторів пакувальних машин

ступеня ущільнення сипкої продукції і густини (об'ємної маси) рідкої, в'язкої і пластичної продукції (рис. 3).

Об'ємний спосіб дозування доцільно застосовувати для дозування недорогої сипкої продукції, а також рідкої, в'язкої і пластичної продукції невеликими дозами, де абсолютна похибка дозування незначна. Поряд із цим важливо відмітити, що продуктивність таких дозаторів на порядок вища, ніж вагових.

До об'ємних дозаторів відносять дозатори потокового і часового типів. У поточних дозаторах величина дози продукції пропорційна величині його потоку за попередньо фіксований час, а в часових дозаторах величина дози продукції, що відміряється, пропорційна часу його відмірювання.

Ваговий спосіб дозування забезпечує найбільш точне формування дози за масою. Для забезпечення високої точності дозування величина дози умовно поділяється на дві складові: «груба доза» і «точна доза». «Грубе дозування» здійснюється за інтенсивної подачі продукції у зважувальну місткість, а «точне дозування» — у разі подачі продукції невеликою струминою. Вагове дозування застосовують для дозування сипкої, дрібноштучної, рідкої, в'язкої і пластичної продукції. Через значну тривалість

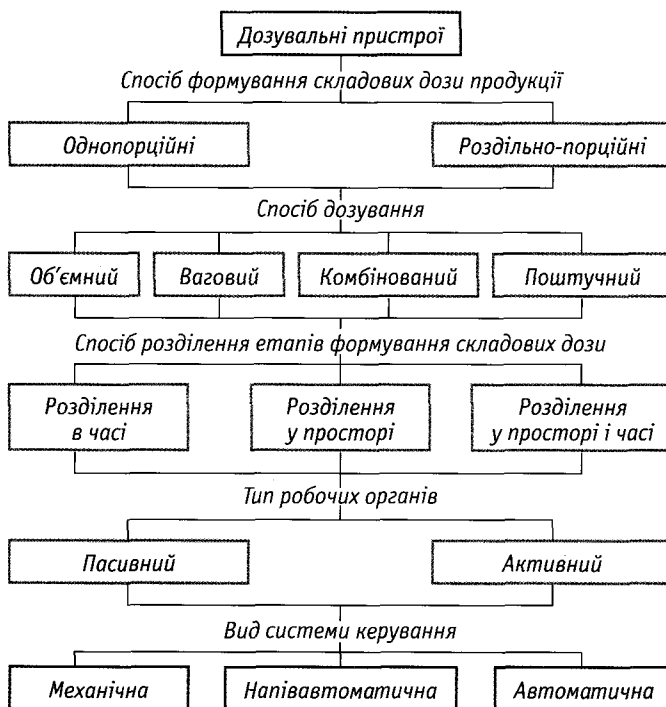


Рис. 2. Узагальнена класифікація дозувальних пристроїв пакувальних машин

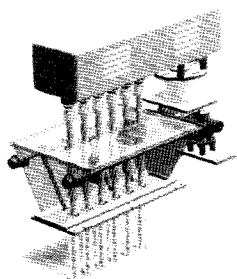


Рис. 3. Шнековий дозатор для об'ємного дозування

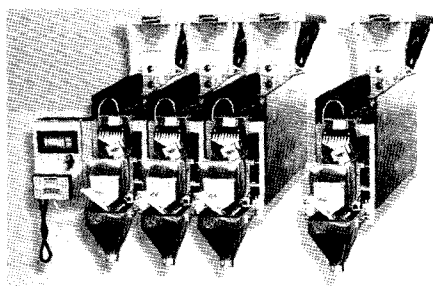


Рис. 4. Лінійно-вібраційний дозатор для вагового дозування

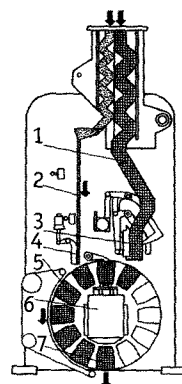


Рис. 5. Об'ємно-ваговий дозатор для комбінованого дозування: 1 — потік продукції «грубого дозування»; 2 — потік продукції «тонкого дозування»; 3 — місткість «грубого дозування»; 4 — живлення для «тонкого дозування»; 5 — зважувальна місткість; 6 — зважувальний пристрій; 7 — позиція видачі сформованої дози

технологічного циклу дозування продуктивність таких пристроїв незначна (рис. 4).

До вагового способу дозування відносять спосіб формування дози в силовому полі (наприклад, у електростатичному). Для інтенсифікації операції вагового дозування використовують комбінований спосіб дозування. За цим способом «грубе» і «точне» дозування розділене у просторі і часі, що дає можливість суміщати виконання цих складових операцій. Залежно від послідовності застосування способів формування дози комбінований спосіб називають «об'ємно-ваговим» або «ваговим подвійної дії» (рис. 5).

Комбінований спосіб дозування ефективно застосовується для дозування зв'язної сипкої продукції (довгорізані макаронні вироби), важкоплинної сипкої продукції (борошно), рідкої продукції.

Спосіб поштучного дозування застосовують для штучної продукції. Залежно від технології пакування поштучне дозування може забезпечувати виділення з масиву одного виробу або групи виробів.

За способом розділення етапів формування складових дози дозувальні пристрої поділяють на ті, у яких складові дози формуються в часі, просторі та просторі і часі [5, 6].

До пристроїв, у яких використано принцип розділення складових дози в часі, можна віднести вагові лінійно-вібраційні дозатори. З точки зору способу регулювання витрат продукції ці дозатори поділяють на два типи: перший характеризується регулюванням прохідного періоду заслінки за постійного значення вихідних витрат; другий — регулюванням вхідного значення витрат за постійного значення прохідного перерізу.

До пристроїв, у яких використано принцип формування складових дози у просторі, можна віднести комбінаційні дозатори. Сьогодні комбінаційні дозатори найбільш універсальні, тому що придатні для дозування практично всіх сипких, дрібноштучних і кускових продуктів, крім порошкоподібних і, особливо, пилоподібних. Таку продукцію, як печиво, цукерки, пельмені, вареники, заморожені і висушені фрукти, також найефективніше дозувати на комбінаційному дозаторі.

Третій спосіб розділення елементів дози — у часі та просторі — застосовується для дозування особливо важкоплинної продукції (наприклад, чай, борошно). Розділення «грубого дозування» і «точного» в часі і просторі передбачає, що ці етапи виконуються на різних зважувальних сис-

темах: на перших вагах здійснюється «грубе дозування», а потім тара із продукцією переміщується на другі ваги, де здійснюється «точне дозування». У цей час на перших вагах формується «груба доза» в наступній тарі.

Розділення етапів формування дози в часі і просторі суттєво підвищує продуктивність порівняно з розділенням тільки в часі — удвічі при двох вагах, у чотири рази при чотирьох вагах і т. д. Поряд із цим збільшення таким чином продуктивності відповідно збільшує вартість дозатора.

Залежно від рушійної сили, що сприяє переміщенню продукції в дозувальному пристрої, його робочі органи поділяють на пасивні і активні. Пасивні робочі органи виконують функцію напрямних, які утримують і направляють рух продукції. У разі застосування пасивних робочих органів рушійною силою переміщення продукції є сили гравітації або інші силові поля. До пасивних робочих органів дозаторів можна віднести: мірні стакани; місткості; продуктопроводи тощо.

Для переміщення важкоплинної продукції (сипкої, в'язкої, пластичної) здебільшого застосовують активні робочі органи, що передають свою кінематичну енергію продукції. До таких робочих органів можна віднести: шнек, поршень, мембрану, вібраційний лоток (рис. 6) тощо.

Вибір конструкції та виду руху активного робочого органу здебільшого залежить від типу продукції, що переміщається. Так, для дозування в'язкої і пластичної продукції застосовують поршнєві та плунжерні робочі органи, для важкоплинної сипкої продукції — шнеки.

За видом системи керування дозувальні пристрої поділяють на такі: з механічною, напівавтоматичною і автоматичною системою керування. Новітні високопродуктивні

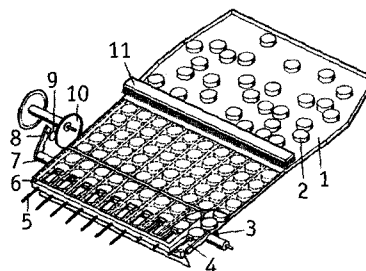


Рис. 6. Вібраційний дозатор для штучних виробів (поштучне дозування): 1 — приймальний вібростіл; 2 — виріб; 3 — відсікач; 4 — приймальні канали; 5 — стрижні; 6 — опора; 7 — вал; 8 — штовхач; 9 — ролик; 10 — кулачок; 11 — щітка



дозувальні пристрої побудовані із застосуванням комп'ютерних технологій керування операцією дозування. Дозувальні пристрої з механічною системою керування застосовуються в малопродуктивних пакувальних машинах.

Наведена класифікація та аналіз дозувальних пристроїв дають можливість не тільки правильно, за відповідних даних, вибрати дозувальний пристрій, але й виділити шляхи підвищення критеріїв ефективності їхньої роботи.

Література

1. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару. — К.: ІАЦ «Упаковка», 2008. — 463 с.
2. Катальмов А.В., Любартович В.А. Дозирование сыпучих и вязких материалов. — Л.: Химия, 1990. — 240 с.
3. Ульянов В. Дозаторы для фасовки. Классификация и описание схем работы // Технологии и оборудование. — Минск, 2003. — № 3. — С. 42–48.
4. Пальчевський Б.О., Крестьянполь О.А., Бондарчук Д.В. Розрахунок функціональних пристроїв пакувальних машин. — Луцьк: ЛНТУ, 2011. — 296 с.
5. Овчаренко А.И., Серeda А.Д. Исследование погрешности дозирования // Упаковка. — 2002. — № 5. — С. 46–48.
6. Овчаренко А.И. Признаки классификации дискретных дозаторов сыпучих продуктов // Брутто. — 2003. — № 3. — С. 42–44. *Y*

Дозирующие устройства упаковочных машин (как правильно выбрать дозатор)

А.Н. Гавва, д.т.н., Е.А. Кохан, к.т.н.

Сегодня большинство существующих конструкций дозирующих устройств — это достаточно сложные физико-механические системы, работа которых находится под контролем электронных и микропроцессорных блоков управления. Для эффективного внедрения дозирующих устройств и поиска новых способов дозирования и конструкций устройств уместно их синтез и анализ проводить на основе классификаций. В данной статье предложены некоторые изменения и дополнения к обобщенной классификации дозирующих устройств и приведены рекомендации по выбору дозатора в зависимости от упаковываемой продукции.

Ключевые слова: дозатор; точность дозирования; способ дозирования; доза; классификация; классификационные признаки.

Dosing devices of packaging machines (how to choose the dosing devices)

A.N. Gavva, Dr., E.A. Kokhan, Ph.D.

Today, the most of existing constructions dosing devices are so difficult physico-mechanical systems. Their work is control by electronic and microprocessor direction units. Synthesis and analysis for the effective installation dosing devices and look for new ways to dosing and construction devices appropriate conducted on the basis of the classifications. There are some changes and additions to the generalized classification dosing devices in the article. The recommendations for choosing dosing devices according to the packaged production presents there.

Key words: dosing devices; dosing accuracy; the method of dosing; dose; classification; indications of classification.