

АНАЛІЗ ДОЗАТОРІВ ПАКУВАЛЬНИХ МАШИН ДЛЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Петриченко С. В., к.т.н.,

ORCID: 0000-0003-3424-5316

Олексієнко В. О., к.т.н.,

ORCID: 0000-0002-3438-874X

Ломейко О. П., к.т.н.

ORCID: 0000-0001-7407-545X

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного*

Тел. (0619) 42-13-06

Постановка проблеми. У багатьох галузях промисловості в технологічні процеси виготовлення продукції включена така операція, як розділення на порції або дозування вироблених продуктів. Потреба сучасних технологій і зростаючий рівень конкуренції серед виробників викликає необхідність вдосконалення машин цього виду.

Аналіз останніх досліджень. Виробничий процес передбачає точне дозування сипучих речовин, тому як дотримання дозування безпосередньо впливає на кінцеву якість готового продукту. Ручне дозування не використовується на сучасних виробництвах через те, що вихідні матеріали та сировина мають занадто різну субстанцію, структуру, розмір і форму, що призводить до необхідності впровадження в процес спеціалізованого обладнання.

Сипуча продукція – це складна система, що змінює свої властивості залежно від щільності укладки твердих частинок, характеру зовнішньої дії та зовнішніх умов (волога, температура) [1]. Одна й та ж продукція може мати властивості як ідеально сипкої, так і зв'язаної продукції. Сипучий продукт під дією робочих органів машини може ущільнюватися, розрихлятися з досягненням стану вібро- і пневмозрідження [2]. Знання нормативних показників сипучої продукції та зміни їх значень під час дії на неї робочих органів дає змогу уникнути грубих помилок при виборі і конструюванні дозувальних пристроїв.

Дозатор у пакувальній галузі, на сьогоднішній день, є найважливішим за своїм призначенням пристроєм, як в якості окремої одиниці виробництва, так і вузла пакувальної машини. Конструкція і характеристики дозатора наповнюють пакувальну машину реальними можливостями для упакування різноманітних і різнорідних продуктів. Найчастіше, саме від дозатора обладнання залежить підтримання безперервного циклу фасування і пакування продукції, а також швидкість здійснення операцій пакувальним автоматом. Так що ж таке дозатор і для яких цілей він служить?

Дозатор - це мірний пристрій, що відміряє певну (задану) дозу (порцію) будь-якого продукту. Прикладів дозаторів можна навести досить багато і більшість з них ми використовуємо в побуті - мірні ложки та склянки, ваги і т. д. Дозатори, що використовуються у виробництві, як правило, є автоматичними, в іншому випадку їх застосування не має сенсу, так як не зменшує частку ручної праці.

Автоматичні дозатори є пристроями, здатними безперервно, із заданою періодичністю і точністю, відміряти і подавати в пакувальний автомат дози (порції) продукту, що підлягає упаковці.

Фасування сипкої продукції відбувається в різні види упаковки (пачки, пакети тощо), виготовленої з різних видів матеріалів для пакування [3].

Дозувальні пристрої для сипучої продукції залежно від продуктивності машини, способу дозування, структурно-механічних властивостей продукції характеризуються значно широкою номенклатурою, які згідно класифікації бувають: дискретні, безперервні, безперервно-циклічні; об'ємні, вагові, комбіновані; шнекові, стаканчикові, шибєрні, маятникові, камерні, тощо [4].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Отже, завданням цього дослідження є аналіз переваг і недоліків дозаторів сипучих матеріалів і визначення раціонального типу дозуючих пристроїв для різних видів сипких продуктів.

Основна частина. В даній статті ми проаналізуємо два найбільш розповсюджених види дозаторів, призначених для роботи з сипучими продуктами, які не пилять. Чому сипучими? Це пов'язано з конструктивними особливостями дозаторів, що аналізуються, - їх конструкція така, що не дозволяє із необхідною швидкістю і точністю відміряти несипучі продукти [5]. А щодо продуктів, які пилять, існує інша проблема. Справа в тому, що продукти, які пилять, забруднюють пакувальну плівку, тим самим значно погіршуючи якість її зварювання (паяння). Але навіть якщо враховувати зазначені обмеження, продуктів, з якими можуть працювати зазначені дозатори, безліч. Адже сипучими і такими, що не пилять або мало пилять, є всі крупи, горіхи, насіння, зерна кави, насіння рослин, зерно, цукор, сіль і багато іншого.

На цей час найбільш розповсюдженими видами дозаторів фасувально-пакувального обладнання для точного дозування сипучих продуктів, що не пилять, є два види автоматичних дозаторів: об'ємні та вагові [6, 7]. В чому їх принципова різниця? По-перше, у способі дозування і обмеженнях, які накладає кожен спосіб, по-друге, в конструкції і, як наслідок, в ціні.

Розглянемо більш детально об'ємний дозатор [8, 9, 10]. Об'ємним дозатором є мірний пристрій, що дозує продукт за принципом заповнення вільного простору (об'єму). Таким чином

об'ємний дозатор - це стакан, заповнення порожнини якого і є об'ємним способом дозування. Аналогічно працюють всі об'ємні дозатори - барабан, що містить у собі набір металевих "стаканів", з одного боку заповнюється сипучим продуктом з бункера дозатора, а з іншого - подає цей продукт у пакувальний автомат. Відповідно, доза упакованого продукту буде дорівнює обсягу "стакану", що знаходиться в барабані.

Даний спосіб дозування в пакувальному обладнанні має свої переваги і недоліки.

До переваг можна віднести, по-перше, простоту конструкції дозатора. Як вже згадувалося, дозатор являє собою барабан з набором "стаканів". "Стакани", у свою чергу складаються з двох частин, здатних переміщатися одна відносно іншої, збільшуючи або зменшуючи обсяг. Природно, до зазначеного набору слід додати електропривод і регулюючі механізми.

По-друге, при всій своїй простоті об'ємний дозатор здатний показувати досить високу продуктивність – до 40 доз (порцій) продукту в хвилину.

І по-третє, внаслідок простоти конструкції, дозатор має невисоку ціну. Мабуть, саме ціна і буде найважливішою перевагою об'ємного дозатора для пакувального обладнання.

Об'ємні дозатори використовуються в наступному обладнанні:

- напіваавтомат фасувальний з об'ємним дозатором ПАФ-20-Об;
- пневмомеханічний фасувальний автомат з об'ємним дозатором АФ-50-Об;
- фасувальний автомат з об'ємним дозатором ПАФ-120-Об;
- об'ємний дозатор карусельного типу ОД-35.

Тепер про недоліки. Недоліків у даного дозатора, як і достоїнств, теж три. І в залежності від ситуації, переважати можуть як достоїнства, так і недоліки.

Першим недоліком можна виділити сам спосіб дозування - все ж у нашому житті більш поширені вагові міри продуктів, ніж об'ємні. І покупець, купуючи крупи, цукор, чай або ті ж насіння, більше орієнтується на їх вагу, ніж на займаний обсяг. Лише деякі продукти ми звикли міряти обсягами, але вони швидше є рідинами, а не сипучими продуктами.

Різні продукти мають різну насипну щільність і таким чином, ми отримуємо ситуацію, коли при зміні дозуючого продукту, відбувається також зміна ваги розфасованого продукту. Наприклад, при фасуванні насіння дозатор мав обсяг "стакану", що дорівнює вазі насіння в межах 500 грамів. Якщо раптом, на цьому ж дозаторі почати розфасувати гречку, то, внаслідок її більшої щільності і при тому ж обсязі "стакану", упаковка буде значно перевищувати зазначені 500 грамів. Значить, або отримуємо нестандартне фасування, або змушені

міняти сам дозатор. Можна, звичайно, спробувати відрегулювати обсяги "стаканів", але тут вже з'являється недолік номер два.

Другий недолік полягає в малому діапазоні регулювання обсягу "стакану" дозатора. Як згадувалося раніше, "стакан" об'ємного дозатора складається з двох частин, і зміщуючи одну щодо іншої можна регулювати обсяг. Але справа в тому, що конструкція дозатора дозволяє регулювати обсяг "стаканів" лише в межах $\pm 30\%$. Тобто, якщо ми маємо дозатор для фасування, скажімо, 100 грамових пакетів соняшникового насіння, а значить обсяг "стакану" дозатора дорівнює 100 грамів насіння, то збільшити або зменшити його ви можете максимум на 30 грамів. Отже, розфасувати насіння в 200 граміві пакети уже не представляється можливим.

І останній, третій недолік - дозатор не призначений для дозування важкосипучих продуктів. Мається на увазі, що при зміні продукту, що дозується, необхідно враховувати відповідність його сипучості еталонній і, по можливості, використовувати рівносипучі продукти. В іншому випадку, дозатор може не забезпечити необхідну якість дозування. Приміром, розфасувавши гречку, ніщо не заважає на тому ж дозаторі розфасувати рис, але при спробі дозувати родзинки, що липнуть до стінок, або кукурудзяні палички, що насилу проявляють сипучість, не слід очікувати позитивного ефекту. Швидше за все, результат такого дозування буде дорівнює нулю.

На відміну від об'ємного ваговим дозатором є мірний пристрій, дозуючий продукт по його вазі. Тобто ваговий дозатор, по суті, являє собою ускладнені електронні ваги, що відмірюють продукт в рамках заданого вагового критерію [8, 9, 10].

Конструктивно, ваговий дозатор складається із зважувального ковша, підвішеного на тензодатчики, вібрлотка та електронного керуючого блоку (ЕКБ). Принцип роботи дозатора можна описати приблизно таким чином. На ЕКБ оператор виставляє бажану вагу дозування, причому виставляє його за двома параметрами: грубе дозування і точне дозування. Після запуску дозатора, ЕКБ подає сигнал на вібрлоток, який, вібруючи із заданою амплітудою, переміщує (насіпає) продукт з бункера дозатора на ківш, який зважує. Наповнення ковша контролюється тензодатчиком, який передає сигнал на ЕКБ, та при досягненні порогу грубого дозування, ЕКБ зменшує амплітуду коливань вібрлотка, помалу досипаючи продукт до досягнення порогу точного дозування. Як тільки заданої ваги буде досягнуто, ЕКБ різко зупиняє вібрлоток і відкриває ківш, висипаючи його вміст в бункер пакувального автомата. Далі, ківш закривається і процедура починається знову.

Як бачимо, конструкція дозатора, як і принцип його роботи, значно складніше ніж у об'ємного. І в цьому полягають переваги та недоліки вагового дозатора.

Почнемо, як завжди, з переваг. Переваг у цього дозатора можна виділити чотири. По-перше, використання традиційних для споживача вагових заходів значно розширює коло дозованих продуктів. Ваговому дозатору, на відміну від об'ємного, все одно, що дозувати - 100 грамів насіння або 100 грамів крупи, для нього проблема зміни дозуючого продукту просто не актуальна. Таким чином, ваговий дозатор набагато досконаліше об'ємного.

По-друге, ваговий спосіб дозування є більш точним, ніж об'ємний, а якщо врахувати можливість грубого і точного дозування, можна стверджувати, що ваговий дозатор за критерієм дотримання якості дозування набагато перевершує об'ємний. В технічній літературі зазначена точність вагового дозування 1...3 %, на відміну від об'ємного, точність дозування якого складає 5...10 %. При цьому у вагового є можливість регулювати необхідні допуски.

По-третє, діапазон регулювань вагового дозатора не йде ні в яке порівняння з об'ємним. Тут не існує $\pm 30\%$: якщо необхідно фасувати продукт в 100 грамів пакети, можна виставити на ЕКБ необхідне значення, при збільшенні фасування до 1000 грамів - достатньо знову змінити показники на ЕКБ, якщо необхідно зменшити фасування до 50 грамів - дозатор здатний відміряти і таку вагу.

До останньої, четвертої переваги, можна зарахувати відсутність проблеми важкосипучих продуктів. Для вібрлотка, що подає продукт у ківш, не важлива сипучість продукту - навіть родзинки, що липнуть до стінок, під дією вібрації продовжують рухатися і зсипатися в ківш. А для ковша має значення виключно вага продукту, а не його розташування в обсязі.

Вагові дозатори використовуються в наступному обладнанні:

- фасувальний автомат з ваговим дозатором ПАФ-20-В;
- механічний фасувальний автомат з ваговим дозатором АФ-45В;
- ваговий дозатор ВД-1, ВД-2, ВД-3, ВД-4;
- ваговий дозатор з віброживильником ВДВ-8.

Виходячи з описаних переваг, може скластися враження, що використовувати об'ємні дозатори просто не має сенсу, оскільки вагові перевершують їх за всіма критеріями. Та це не зовсім так, адже вагові дозатори теж мають свої недоліки. І як вже згадувалося раніше, недоліки вагового дозатора впливають зі складності його конструкції. В принципі, недоліка всього два, але вони досить серйозні.

Перший недолік - швидкість роботи дозатора. Якщо об'ємний дозатор здатний показувати продуктивність в межах до від 40 доз за хвилину, то ваговий дозатор з одним ковшем, що зважує ("струмок") може видавати не більше 10 доз за хвилину. Отже, щоб показати продуктивність на рівні об'ємного, ваговому дозатору необхідно мати

мінімум 4 "струмка". А в цьому випадку проявляється другий недолік вагового дозатора.

Другий недолік - ціна. Вартість вагового дозатора навіть з одним "струмком" перевищує вартість об'ємного дозатора приблизно на 15%, а якщо мова йде про дозатор із 4 "струмками", отримуємо різницю цін більше, ніж в 4,5 рази. І за цими двома показниками (швидкість роботи і ціна) ваговий дозатор значно поступається об'ємному.

Висновки. З огляду на викладене, можна зробити наступний висновок. Якщо потрібно фасувати один продукт, або хоча б продукти однакової щільності в стабільних об'ємно-вагових показниках, розумніше буде зупинити свій вибір на об'ємному дозаторі. Якщо ж планується фасування продуктів різної щільності, або істотна зміна їх вагових показників, то залишається тільки один варіант - ваговий дозатор.

Література:

1. Гавва О. М., Беспалько А. П., Волочко А. І., Кохан О. О. Пакувальне обладнання: підручник. Київ: Упаковка, 2010. 744 с.
2. Петриченко С. В., Назаренко І. П., Берека О. М. Вплив температури і вологості на структурно-механічні та електричні властивості харчових продуктів. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2005. Вип. 25. С. 161-168.
3. Петриченко С. В., Гвоздев О. В. Нові матеріали для пакування харчових продуктів. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2014. Вип. 14. С. 30-36.
4. Рогинский Г. А. Дозирование сыпучих материалов. Москва: Химия, 1978. 176 с.
5. Спосіб пакування сипучих харчових продуктів: пат. 134293 Україна: МПК (2006) В65В 1/00, В65В 1/04 (2006.01), В65D 77/00. № 201812294; заявл. 11.12.2018, опубл. 10.05.2019. Бюл. № 9.
6. Дозатор сипучих компонент. як обрати? АСВІК ЦЕНТР: сайт. URL: <https://asvik.kiev.ua/ua/articles/17> (дата звернення: 12.03.2020).
7. Як обрати фасувальне обладнання і успішно його застосовувати довгі роки? АСВІК ЦЕНТР: сайт. URL: <https://asvik.kiev.ua/ua/articles/20> (дата звернення: 12.03.2020).
8. Дозування сипучих матеріалів. DAIREKS: Розробка технологій, виробництво обладнання: сайт. URL: <http://daireks.ua/ua/produkc%D1%96ya/dosing-ua.html> (дата звернення: 12.03.2020).
9. Дозатори. Wiki ТНТУ: сайт. URL: <https://wiki.tntu.edu.ua/%D0%94%D0%BE%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8> (дата звернення: 12.03.2020).

10. Основи розрахунку обладнання для дозування сипучих та рідких матеріалів: сайт. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/lekcija-4-osnovy-rozrahunku-obladnannja-dlja-dozuvannja-sypuchyh-ta-ridkyh-materialiv.pdf> (дата звернення: 12.03.2020).

АНАЛІЗ ДОЗАТОРІВ ПАКУВАЛЬНИХ МАШИН ДЛЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Петриченко С. В., Олексієнко В. О., Ломейко О. П.

Анотація

В статті розглянуто властивості сипких продуктів, які впливають на якість дозування і фасування. Приводяться основні функціональні ознаки і вимоги до дозувальних пристроїв та їх класифікація. Завданням роботи є аналіз переваг і недоліків дозаторів сипучих матеріалів і визначення раціонального типу дозуючих пристроїв для різних видів сипких продуктів. Представлено результати аналізу дозувальних пристроїв, що використовуються в пакувальних машинах для фасування сипучих матеріалів, які не виділяють пил. Виконано порівняльний аналіз об'ємного і вагового типів дозаторів, описані їх переваги і недоліки та галузь застосування. Обґрунтовано, що для фасування продуктів однакової щільності в стабільних об'ємно-вагових показниках, доцільно використовувати об'ємний дозатор. Для фасування продуктів різної щільності, або при значній зміні їх вагових показників використовують ваговий дозатор.

Ключові слова: дозування, фасування, сипучі матеріали, дозатор, об'ємний дозатор, ваговий дозатор.

АНАЛИЗ ДОЗАТОРОВ УПАКОВОЧНЫХ МАШИН ДЛЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Петриченко С. В., Алексеенко В. А., Ломейко А. П.

Аннотация

В статье рассмотрены свойства сыпучих продуктов, влияющих на качество дозирования и фасовки. Приводятся основные функциональные признаки и требования к дозирующим устройствам и их классификация. Задачей работы является анализ преимуществ и недостатков дозаторов сыпучих материалов и определение рационального типа дозирующих устройств для различных видов сыпучих продуктов. Представлены результаты анализа дозирующих устройств, используемых для упаковки и фасовки сыпучих материалов, которые не выделяют пыль. Выполнен сравнительный анализ объемного и весового типов дозаторов, описаны их преимущества и недостатки, а так же область применения. Обосновано, что для фасовки продуктов одинаковой плотности в стабильных объемно-весовых показателях, целесообразно использовать объемный дозатор. Для фасовки продуктов различной плотности, или при значительном изменении их весовых показателей используют весовой дозатор.

Ключевые слова: дозирование, фасовка, сыпучие материалы, дозатор, объемный дозатор, весовой дозатор.

ANALYSIS OF BATCHERS OF PACKING MACHINES FOR DISPERSED MATERIALS

S. Petrichenko, V. Oleksienko, A. Lomeiko

Summary

In the food industry, the operation of dividing bulk products into portions or dispensing is common. The choice of the type of dispenser depends on the properties of the product and the design and technical capabilities of the dispenser.

The article deals with the properties of bulk products that affect the quality of dosing and packaging. The basic functional characteristics and requirements for metering devices and their classification are given. The task of the work is to analyze the advantages and disadvantages of bulk materials dispensers and to determine the rational type of metering devices for different types of bulk products. The results of the analysis of the dosing devices used in packaging machines for the packaging of bulk materials that do not emit dust are presented.

Comparative analysis of volume and weight types of dispensers is described in more detail, their advantages and disadvantages and scope are described. The advantages of the bulk dispenser are its simplicity of construction, low cost and high performance. The disadvantages are the low volume range of the product, the small dose adjustment range, and the inability to work with denser or less bulk materials.

The weighing dispenser is versatile for the product being packaged, more accurate and adapted for easy adjustment of a single dose, capable of packing dense or slightly loose products. The disadvantages are the complexity of the design, the high cost and poor performance.

It is substantiated that it is advisable to use a volumetric dispenser for packing products of the same density in stable volume-weight indicators. For packing products of different density, or with a significant change in their weight indicators, use a weight dispenser.

Keywords: dosing, packing, bulk materials, dispenser, bulk dispenser, weight dispenser.