

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ З КАРМАННИМИ НОСІЯМИ ДЛЯ КАРТОННИХ ПАЧОК В ПАКУВАЛЬНИХ МАШИНАХ

Важливою тенденцією ринку пакувальних матеріалів є повернення до відомих та пошук нових екологічно безпечних пакувальних матеріалів. На сьогодні до 30% продовольчих товарів пакується в картонну упаковку. Основними споживачами картонної упаковки є такі підприємства харчової промисловості, які виготовляють сипку харчову продукцію: борошномельно- круп'яна, хлібопекарська, кондитерська, макаронна, сояна, кавова, чайна, виробництво харчових концентратів.

Один із поширених способів пакування сипкої продукції – це пакування безпосередньо в картонну пачку. Збереження кількості та якості певного виду сипкої харчової продукції в пачці залежить від вибору марки картону, виду пачки та наданні їй герметичності формуванням правильної паралелепіпедної форми. Будь-який перекіс бічних граней пачки, який може бути викликаний як неточністю висікання рулювання заготовок пачки, виконання повздовжнього клейового шва, формоутворення пачки, проведення операцій формування дна та кришки пачки – може привести до розривів по лінії бігування, утворення зазорів між клапанами пачки і як результат – висипання продукції.

У деяких випадках за рахунок конструкції пачки можна частково зменшити перекіс бічних граней, так наприклад: пачка з трюхклапанним дном (кришкою) з замковим з'єднанням клапанів, пачка з замковим з'єднанням дна та трюхклапанною кришкою з замковим з'єднанням.

Сучасні пакувальні машини-автомати поєднують виконання основних ряд технологічних операцій пакування та допоміжних по виготовленню упаковки з формоутворенням та транспортуванням картонної пачки. Без використання внутрішньомашинних транспортних систем зі спеціальними карманними носіями суміщення такої кількості операцій було б неможливим.

На рис. 1 наведено транспортні системи з П- подібними карманами з нерухомими жорсткими стінками-бортами, в які картонна заготовка пачки встановлюється з певним зазором. Вона за рахунок жорсткості властивостей заготовки не

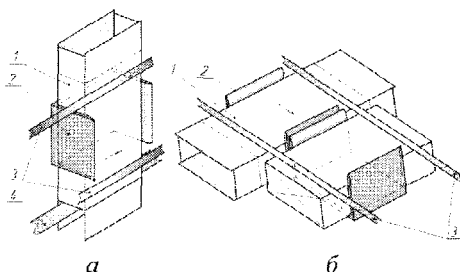


Рисунок 1 – Транспортна система з П-подібними карманними носіями:

а- з вертикальним розміщенням пачки, б- з горизонтальним розміщенням пачки, картонна пачка, 2- П-подібний карманний носій, 3- бічні напрямні, 4- нижня несуча площина

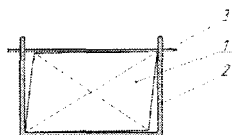


Рисунок 2 – Схема розміщення картонної пачки в жорсткому П- подібному карманному носії:

1- заготовка пачки;
2- П-подібний карманний носій;
3- напрямна.

приймає правильну форму паралелепіпеда – бічні грані скошені (рис. 2).

На рис. 1, *а* наведена типова схема з вертикальним розміщенням пачки в П-подібному карманному носії. Використовується тільки для пакування в пачку з чотирьох клапанним дном та кришкою. Недоліками такої системи є те, що вільне положення пачки 1 в П-подібному кармані 2 потребує конструктивно складних напрямних для її утримання вертикально; неможливість звільнення від контакту зі стінками кармана та бічними напрямними при проведенні необхідних технологічних операцій; збільшення сумарного опору при контакті пачки з бічними напрямними.

На рис.1, *б* наведена типова схема транспортної системи з горизонтальним розміщенням пачки в П-подібному карманному носії. Переміщення пачки на несучій поверхні карманного носія 2 дає можливість забезпечити більш надійну поперечну фіксацію тільки верхніми напрямними 3 та спростити конструкцію транспортної системи. Перевага такої транспортної системи – значне зменшення сумарного опору переміщенню пачки.

Для жорсткої фіксації пачки з наданням їй правильної паралелепіпедної форми необхідно використовувати додаткові пристрої, або інше конструкційне виконання карманного носія.

Одним із технічних рішень можуть бути транспортні системи зображені на рис. 3, які використовують рухомі, тобто поворотні відносно нерухомої осі захвати. Використання цього типу карманних носіїв дає можливість якісно виконати операцію формоутворення пачки безпосередньо в кармані за допомогою поворотних захватів. Це технічне рішення не ускладнює технологічну схему пакувального процесу та підвищує продуктивність пакувальної машини.

Сьогодні найбільш широко використовують транспортну систему з горизонтальним розміщенням пачки в карманному носії з поворотними захватами (рис.3, *а*). Вона дає можливість забезпечити технологічний цикл безперервної дії і найбільшу продуктивність. Для надійної фіксації пачки крім поворотних захватів 2 необхідні додаткові верхні 3 та нижні 4 напрямні

Недолік такої системи – зростання сумарного опору при контакті пачки з напрямними.

Для харчової продукції, яку потрібно фасувати в вертикально розміщену пачку, більш раціональною є транспортна система зображена на рис. 3, *б*. До переваг такої конструкції відноситься: максимальна продуктивність, звільнення клапанів пачки для проведення наступних технологічних операцій та найменший сумарний опір переміщенню пачки.

У виконаних дослідженнях розглянуто операцію переміщення картонної пачки в карманному носії з поворотними захватами, як роторної, так і лінійної транспортних систем.

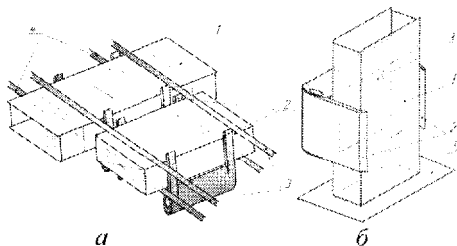


Рисунок 3 – Транспортна система з карманними носіями з поворотними захватами: *а* – з горизонтальним розміщенням пачки, *б* – з вертикальним розміщенням пачки, 1 – картонна пачка, 2 – поворотні захвати, 3, 4 – верхні та несучі нижні напрямні, 5 – нижнє несуче дно.

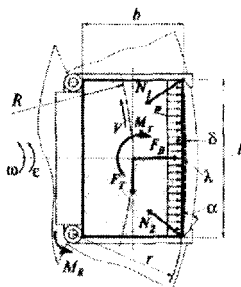


Рисунок 4 – Схема силового навантаження при переміщенні картонної пачки з продукцією роторною транспортною системою у вертикальних карманних носіях з поворотними захватами

Метою дослідження було в визначення раціональних кінематичних та динамічних параметрів переміщення картонної пачки з продукцією.

Під час побудови математичної моделі, що описує переміщення картонної пачки карманими носіями прийняті такі припущення:

- картонна пачка рівномірно заповнена продукцією;
- центр мас упаковки співпадає з її геометричним центром.

Сумарний опір W переміщенню (рис. 4) у цьому випадку складається з опору сил тертя пачки по несучій площині та опору від динамічного розгону пачки:

$$W = m \cdot (g \cdot f + R \cdot \varepsilon), \quad (1)$$

де $F_m = m \cdot g \cdot f$ - опір сил тертя пачки по несучій площині; $F_{\text{дин}} = m \cdot R \cdot \varepsilon$ - опір від нерівномірного руху пачки; m - маса пачки; g - прискорення вільного падіння; f - коефіцієнт тертя ковзання пачки по несучій площині; R - радіус кривизни траєкторії руху центру мас; ε - кутове прискорення.

Мінімальна величина реактивного моменту в шарнірі MR , який необхідний для замикаання захватів, дорівнюватиме:

$$M_R = m \cdot r \cdot (g \cdot f + R \cdot \varepsilon), \quad (2)$$

де r — радіус захвату, тобто відстань від точки контакту захвату з ребром пачки до осі шарніру.

У такій конструкції карманів зусилля, яке передається на пачку з боку захватів, прикладене до ребра пачки. Тоді питоме лінійне навантаження у цьому випадку становитиме:

$$p = m \cdot (g \cdot f + R \cdot \varepsilon) / (k \cdot \sin \alpha), \quad (3)$$

де α — кут нахилу робочої поверхні замикаючого елемента захвату.

З урахуванням вимоги, що $p \leq [p]$, можна встановити обмеження кінематичних параметрів транспортної системи:

$$\varepsilon \leq \{ [p] \cdot k \cdot \sin \alpha - M \cdot g \cdot f \} / (M \cdot R). \quad (4)$$

Величина максимального прогину бокової грані пачки під дією відцентрових сил на масив продукції в пачці дорівнює:

$$\lambda = \{ m \cdot \omega^2 \cdot R \cdot (1 - \mu^2) \cdot l \cdot h \} / (12 \cdot E \cdot \delta^3), \quad (5)$$

де E - модуль пружності матеріалу пачки; μ - коефіцієнт Пуассона; δ - товщина матеріалу пачки; h - висота пачки.

З рівняння (5) можна встановити обмеження на кутову швидкість транспортної системи за умови збереження жорсткості пачки:

$$\omega \leq \{ (12 \cdot E \cdot \delta^3 \cdot [\lambda]) / (m \cdot R \cdot (1 - \mu^2) \cdot l \cdot h) \}^{0.5}, \quad (6)$$

де $[\lambda]$ — допустима максимальна деформація грані пачки.

За необхідності збільшення кутової швидкості чи недостатньої жорсткості пачок можна встановлювати обмежуючі напрямні, або розвернути пачку короткою гранню до напрямку руху.

Дослідження процесу перевантаження картонної пачки з продукцією в роторній пакувальній машині дає змогу встановити оптимальні значення динамічних та кінематичних параметрів переміщення пачки в карманному носії з поворотними захватами роторної транспортної системи, яке не спричинює руйнування упаковки і утримує її в карманному носії.

Література

1. О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко . Пакувальне обладнання в 3 кн. – Київ: ІАЦ «Упаковка».
2. Упаковка из картона/В.Л. Шредер, С.Ф. Пилипенко. – Киев: АИЦ «Упаковка», 2004. – 560 с.
3. Чернов М.Е. Упаковка сыпучих продуктов: Учебное пособие. – М.: Дели, 2000. – 163 с.
4. Спиваковский А.О., Дячков В.К. Транспортирующие машины: Учебное пособие для машиностроительных вузов. – 3-е изд. перераб. – М.: Машиностроение, 1983. – 487 с.