

Переміщення картонних пачок шнековими конвеєрами у пакувальних машинах

А.В. Деренівська, Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна», Л.О. Кривопляс-Володіна, к.т.н., О.М. Гавва, д.т.н., Національний університет харчових технологій, м. Київ

Існуючі машини-автомати, які використовуються для реалізації технологічного процесу пакування продукції у споживчій упаковці, різні за конструкційними ознаками та структурними елементами. Поряд із цим характерним для них є те, що до їхнього складу входять різноманітні функціональні модулі, перевантажувально-орієнтувальні пристрої та внутрішньо-машинні транспортні системи.

У деяких транспортно-орієнтувальних системах використовуються шнекові конвеєри. Основними перевагами їхнього застосування є:

- можливість перевантаження продукції в різній за типом жорсткій упаковці (скляні пляшки та банки, металеві банки, полімерні канистри і відра, картонні пачки та гофрокартонні ящики);
- зменшення кількості робочих органів для виконання необхідних технологічних операцій;
- значно вища продуктивність;
- незначні витрати на виготовлення та експлуатацію.

Шнекові конвеєри виконують різні за характером технологічні операції (рис. 1): покрокове переміщення упаковки, виокремлення одиничної упаковки з ряду та її покрокове розміщення, орієнтування і вистій упаковки для виконання поточних технологічних операцій, групування й орієнтування упаковок відносно наступних технологічних операцій.

Крім того, комплекси шнекових конвеєрів використовуються для комбінування потоків упаковок, формування одного потоку із двох вхідних, формування двох вихідних потоків з одного вхідного.

Шнековим конвеєром можна реалізовувати різні технологічні операції залежно від типу та форми упаковки. Так, під час переміщення картонної пачки або гофрокартонного ящика можуть сумішатися такі операції:

- виділення одиничної плоскоскладеної картонної заготовки з магазину;
- формоутворення картонної пачки із плоскоскладеної заготовки.

Для виконання таких технологічних операцій шнеки виготовляють:

- з постійним та змінним кроком між витками;
- із захопленням упаковки через кожні 180° або 360° ;
- з вертикальною секцією, у якій відбувається вистій;
- одно- та двоходові;
- із змінним та сталим діаметром робочої поверхні;
- різного профілю гвинтової поверхні;
- з різним напрямком обертання шнека (за і проти годинникової стрілки).

Під час проектування пакувальних машин із шнековим конвеєром виникає потреба забезпечити заданий крок між пачками за мінімально можливою довжиною шнека. Для цього потрібно провести аналіз геометричних і кінематичних параметрів шнека залежно від закону руху пачки.

Як приклад вирішення такого завдання на рис. 2 наведена машина-автомат Polypack, Inc. 2008 Shrink Wrap Machine періодичної дії для групового пакування продукції 1 у гофрокартонний ящик 2 [1]. Під час перевантаження

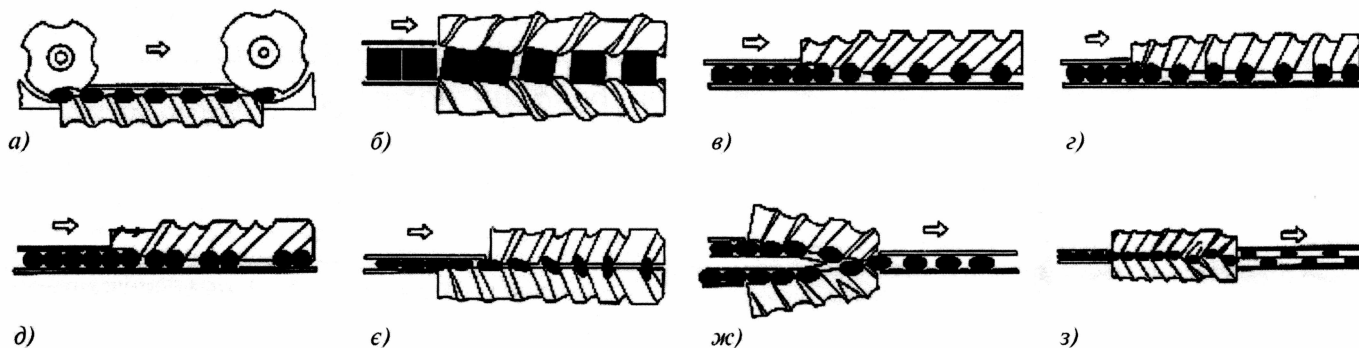


Рис. 1. Схеми технологічних операцій, що виконують шнекові конвеєри: покрокове переміщення упаковок (а); виокремлення одиничних упаковок з ряду та покрокове розміщення (б, в); орієнтування та вистій упаковки для виконання поточних технологічних операцій (г); групування та орієнтування (д, е); формування одного потоку із двох вхідних (ж); формування двох вихідних потоків з одного вхідного (з)

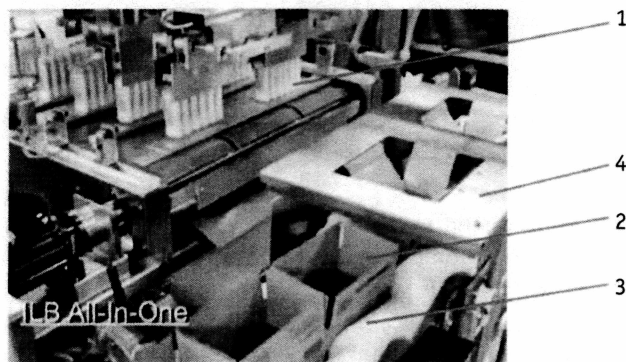


Рис. 2. Пакувальна машина-автомат Polypack, Inc. 008 Shrink Wrap Machine

шнековими конвеєрами 3 із кроком, що зростає, ящики почергово виокремлюються з ряду і переміщуються із прискоренням, поки два крайні не розташуються з потрібним кроком відповідно до напрямної рами 4, де вони зупиняються, заповнюються та виводяться з машини.

Проведений аналіз доступної технічної літератури показав, що науково обгрунтованої методики проектування таких конвеєрів не існує, а представлена інформація має фрагментарний характер з посиланням на результати експериментальних досліджень [2, 3].

Метою досліджень було проведення аналізу впливу основних законів руху пачки (переміщення з постійним прискоренням; із прискоренням, що постійно зростає; із прискоренням, що постійно спадає; зміною прискорення за косинусоїдальним та синусоїдальним законами) на геометричні параметри шнека.

Для одержання результатів дослідження було застосовано математичне моделювання переміщення картонної пачки шнековим конвеєром. Під час побудови математичної моделі (рис. 3) прийняті такі припущення: пачка повністю та рівномірно заповнена продукцією; центр ваги пачки збігається з її геометричним центром.

Для аналізу руху пачки були введені коефіцієнти приросту кінематичних параметрів руху (швидкості та прискорен-

ня). Максимального значення ці коефіцієнти набувають під час виконання технологічного циклу.

Дослідження кінематичних параметрів дало можливість встановити мінімально необхідну довжину шнекового конвеєра S_{max} та кількість витків шнека n , які забезпечують необхідний крок між пачками на виході із шнекового конвеєра пакувальної машини відповідно до закону переміщення:

- із постійним прискоренням:

$$S_{max} = \frac{1}{4 \cdot h_n} \cdot (h_n + h_k)^2; \quad n = \frac{1}{2 \cdot h_n} \cdot (h_n + h_k). \quad (1)$$

- із прискоренням, що постійно зростає:

$$S_{max} = h_n \cdot \frac{(2 \cdot h_n - 2 \cdot h_k)^3}{\left[3 \cdot h_n - \left[12 \cdot h_n \cdot h_k - 3 \cdot (h_n)^2 \right]^{0.5} \right]^3};$$

$$n = \frac{2 \cdot h_n - 2 \cdot h_k}{3 \cdot h_n - \left[12 \cdot h_n \cdot h_k - 3 \cdot (h_n)^2 \right]^{0.5}}. \quad (2)$$

- із прискоренням, що постійно спадає:

$$S_{max} = \frac{h_n}{\frac{3}{2 \cdot n^2} - \frac{1}{2 \cdot n^3}};$$

$$n = \frac{2 \cdot h_k - 2 \cdot h_n}{3 \cdot h_k + \left[9 \cdot (h_k)^2 + 12 \cdot (h_n)^2 - 12 \cdot h_n \cdot h_k \right]^{0.5}}. \quad (3)$$

- із прискоренням, що змінюється за косинусоїдальним законом:

$$S_{max} = \frac{h_n}{1 + \frac{(h_n)^2 - (h_k)^2}{(h_k)^2 + (h_n)^2}}; \quad n = \frac{0.5\pi}{\pi - a \cos \left[\frac{(h_n)^2 - (h_k)^2}{(h_k)^2 + (h_n)^2} \right]}. \quad (4)$$

Аналіз зміни довжини шнека S (рис. 4) показав, що найбільша довжина у шнекових конвеєрів, які реалізують переміщення пачки із прискоренням, що постійно зростає.

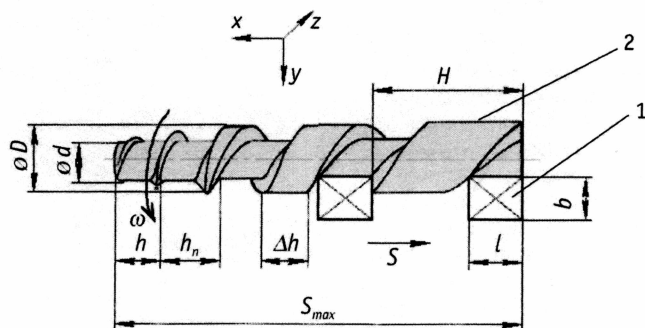


Рис. 3. Схема операції переміщення картонної пачки (1) шнековим конвеєром із змінним кроком (2): H — максимальний та h — мінімальний кроки між коробками; d — внутрішній та D — зовнішній діаметри шнека; h_n — крок між витками; Δh — приріст товщини витка шнека; n — кількість витків шнека, l — довжина пачки; b — ширина пачки

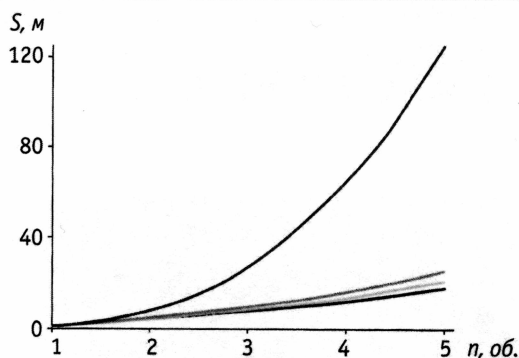


Рис. 4. Залежність довжини шнекового конвеєра від кількості оборотів під час переміщення пачки: із прискоренням, що постійно зростає (—); з постійним прискоренням (---); із прискоренням, що змінюється за косинусоїдальним законом (....); із прискоренням, що постійно спадає (-.-)



Висновки

На основі проведеного дослідження визначено основні геометричні параметри шнека та кінематичні параметри переміщення пачки з урахуванням її геометричних розмірів та відповідно до обраних законів руху. Було встановлено, що максимальний приріст робочої довжини шнека та найбільшу продуктивність мають шнекові конвеєри, які забезпечують переміщення із прискоренням, що постійно зростає. Також було визначено оптимальні геометричні параметри профілю шнека для забезпечення безперебійної високопродуктивної роботи пакувальної машини.

Література

1. Шредер В.Л., Йованович К.С. Картон. Тара и упаковка. — К.: ІАЦ «Упаковка», 1999. — 192 с.
2. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. Пакувальне обладнання в 3 кн. — К.: ІАЦ «Упаковка».
3. Спиваковский А.О., Дячков В.К. Транспортирующие машины: Учебное пособие для машиностроительных вузов. — 3-е изд., перераб. — М.: Машиностроение, 1983. — 487 с. *Н*

Перемещение картонных пачек шнековыми конвейерами в упаковочных машинах

А.В. Деренивская, Л.А. Кривоपлас-Володина, к.т.н., А.Н. Гавва, д.т.н.

Для совмещения выполнения операций перемещения, ориентирования и позиционирования упаковок в упаковочных машинах применяют шнековые конвейеры. Для определения рациональных параметров таких конвейеров в данной статье приведены результаты аналитических исследований. Авторами установлено, что наибольший прирост пути имеют шнековые конвейеры, которые реализуют закон движения упаковки с постоянно возрастающим ускорением.

Ключевые слова: шнековый конвейер; перегрузка; ориентирование; закон движения; упаковка.

Moving cardboard packs of screw conveyers is in the packaging machines

A.V. Derenivska, L.A. Krivoplyas-Volodina, Ph.D., A.N. Gavva, Dr.

For combination of moving operations implementation, orientation and positioning of package in packaging machines apply screw conveyers. For determination rational parameters of such conveyers results of analytical researches are example in this article. It is set that screw conveyers which will realize the motion law of package with a constantly increasing acceleration have a most increase of way.

Key words: screw conveyor; transfer; orientation; law of motion; package.