

ISSN № 2225-2975

упаковка®

Журнал для виробників та споживачів тари і упаковки

2_2014

www.upakjour.com.ua



ПАКОВАННЯ — ЗБРОЯ ОПОРУ І СВОБОДИ

стор. 73

5_презентація

Bosch Packaging Technology –
новые возможности

8_ринок

Инновации в упаковке (мировой опыт)

10_матеріали

Этикетка: бумажная или полимерная.
Что выбрать?
В.Н. Кривошей, к.х.н.

14_

Упаковочные идеи «Дюпон»
А.О. Козлов

19_

Многослойные пленки, барьерность...
и многое другое
В.Л. Шредер, В.Н. Кривошей, к.х.н.

27_упаковка

Термоформованная упаковка
(тенденции и инновации)
П.В. Замотаев, д.х.н.

32_

Скло – безпечний пакувальний матеріал
Л.М. Бабич

34_

Нанотехнології в пакувальній індустрії
В.А. Галицький, В.П. Шерстюк, д.х.н.

38_обладнання

Пристрій для фальцювання розгортки
картонного пакування
І.І. Рєгей, д.т.н., О.І. Єлейко

42_

Лінійні вагові дозувальні пристрої
дискретної дії для сипкої продукції
(обґрунтування раціональних параметрів)
О.М. Гавва, д.т.н., А.В. Деренівська

48_

Просто, зручно, економно
С.В. Даценко

50_

Сервоприводи в пакувальному обладнанні
(стан питання, тенденції розвитку)
М.В. Якимчук, к.т.н., С.В. Токарчук, к.т.н.,
А.П. Беспалько, к.т.н., Г.Р. Валіулін, к.т.н.

54_

Шляхи інтенсифікації орієнтування тарних
вантажів у пакетотформувальних машинах
О.М. Гавва, д.т.н., Л.О. Кривопляс-Володіна, к.т.н.,
М.В. Головей

59_

ИАЦ «Упаковка» открывает информационно-поисковую систему

60_

Биомеханический след в технических решениях
Festo
А.С. Трипольская, Е.С. Рыженко, к. полит. н.

63_виставки

«УПАКОВКА/УПАК ИТАЛИЯ 2014»

66_дизайн

Ніл Хасевич. Графіка перемоги духу
О.М. Мікула

73_

Пакування – зброя опору і свободи
В.К. Шостя, народний художник України, професор

76_поліграфія

Сегодня на завтра (новинки в сфере печатных красок)
И.Ю. Соколова

78_клуб

Нові обличчя упаковки
Н.В. Кривошей

80_служба коротких повідомлень

80_жовті сторінки

Шляхи інтенсифікації орієнтування тарних вантажів у пакетоформувальних машинах

О.М. Гавва, д.т.н., Л.О. Кривопляс-Володіна, к.т.н., М.В. Головей, НУХТ, м. Київ

Індустріалізація логістичних операцій із тарними вантажами передбачає застосування машин-автоматів та автоматичних ліній формування збільшених вантажних одиниць. Формування збільшених вантажних одиниць (транспортних пакетів) складається з трьох основних технологічних процесів: підготовка тарних вантажів до пакування; вкладання їх на піддон або попередньо вкладений шар вантажів; скріплення транспортного пакета. Виконання цих процесів повинно забезпечувати отримання достатньо міцних і стійких транспортних пакетів, здатних сприймати без ознак руйнування структури пакета поздовжні, поперечні, вертикальні, статичні та динамічні навантаження, що діють під час його перевезення й виконання навантажувально-розвантажувальних та транспортно-складських робіт [1, 2].

Формування стійких транспортних пакетів передбачає, поряд зі скріпленням тарних вантажів у пакеті, розташування їх за відповідною схемою. Схеми, в яких вантажі розташовані так, що забезпечують перев'язку стиків відповідно попередньо укладених у шар вантажів, формуються з різноорієнтованих тарних вантажів. Для зміни орієнтації тарного вантажу в горизонтальній площині, відносно його положення на подавальному конвеєрі, в пакетоформувальних машинах застосовують різноманітні конструкції механізмів орієнтування. Ці механізми можуть розвертати вантаж на 90° або міняти положення відносно його початкового розташування. Пристрої орієнтування можуть бути виконані з пасивними, активними та комбінованими робочими органами.

Поряд із цим орієнтування вантажу може виконуватися як на одній, так і на кількох несучих площинах транспортних систем пакетоформувальних машин.

Конструкції пристроїв орієнтування пакетоформувальних машин вигідно вирізняються простотою з подібних за функціональним призначенням пристроїв фасувально-пакувальних машин-автоматів, завантажувальних пристроїв металорізальних станків автоматів та ін.

Це пояснюється тим, що вантажі, з яких формують збільшені вантажні одиниці, здебільшого мають форму паралелепіпеда або подібну до неї. Такі вантажі в основному характеризуються достатньо високою формостійкістю.

З погляду характеру дії навантажень на вантаж, що переміщується в механізмах орієнтування, можна виділити фрикційно-інерційне, кінематичне (примусове) і комбіноване орієнтування.

Фрикційно-інерційне орієнтування досягається забезпеченням одночасного контакту рухомого вантажу з рухомою і нерухомою несучими площинами, в результаті чого

здійснюється розвертання вантажу під дією сил інерції та тертя. У зв'язку з невисокою точністю орієнтування вантажу цей спосіб застосовується рідко у високопродуктивних машинах.

Кінематичне (примусове) орієнтування виконується спеціальними механізмами з робочими елементами типу «захоплення» або «затискання». Кінематичні параметри руху таких механізмів здебільшого задані. Механізми цього типу характеризуються надійною роботою, високою продуктивністю, точністю позиціонування. Поряд із цим вони конструктивно складні, та витрати енергії на орієнтування дещо більші. Найявні методи їхнього розрахунку базуються на загальних положеннях теорії механізмів і машин, деталей машин та теорії пневмо-, гідро- та електропривода.

У сучасних зразках пакетоформувальних машин достатньо часто застосовують комбінований спосіб орієнтування вантажів. Він полягає в тому, що під час орієнтації вантаж контактує з двома площинами, одна з яких є несучою, а інша — напрямною (орієнтувальною). Остання може бути нерухомою (що зустрічається частіше) або рухомою. Комбінація силової дії напрямної поверхні, сил тертя, що діють на опорну поверхню вантажу з боку несучої площини, і сил інерції забезпечують потрібне орієнтування вантажу при високій продуктивності механізмів

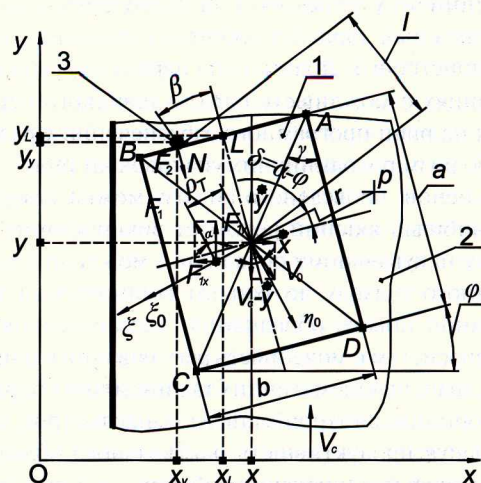


Рис. 1. Схема взаємодії сил під час розвертання тарного вантажу штирьовим упором на несучій площині пакетоформувальної машини: 1 — тарний вантаж; 2 — несуча площина конвеєра; 3 — штирьовий упор



орієнтування та машин загалом. Орієнтувальна поверхня може бути прямолінійною (координуюче весло) або криволінійною (орієнтувальний упор штирьового типу або криволінійні виступи бічних стінок конструкції). Переважне застосування механізмів орієнтування такого типу обумовлено простотою їхньої конструкції, високою продуктивністю, достатньою надійністю за умови правильного вибору геометричних, кінематичних та інших конструкційних параметрів механізму орієнтування.

Процес орієнтування тарних вантажів здійснюється під дією сил інерції, тертя, реакцій зв'язку і є складним плоским рухом вантажів.

Основними параметрами, якими можна характеризувати операцію орієнтування вантажів, є продуктивність, тобто тривалість орієнтування, його якість (розвертання вантажу на заданий кут та переміщення у вказане положення) і витрати енергії на виконання операції. Ці параметри можуть бути забезпечені лише за умови правильної оцінки всіх чинників, що впливають на орієнтування вантажу.

Методика визначення параметрів руху тарних вантажів у пристроях орієнтування пакетоформувальних машин приведена в наукових працях [2–4]. Але в одержаних результатах досліджень не сформульовані та не обґрунтовані шляхи інтенсифікації операції орієнтування.

Зважаючи на те, що в будь-яких механізмах орієнтування вантажу в пакетоформувальних машинах вантаж здійснює складний плоский рух, проаналізуємо рівняння, що описують рух вантажу в цих механізмах, та визначимо шляхи впливу на параметри якості орієнтування. На рис. 1 наведено схему силової дії на тарний вантаж під час його розвертання на несучій площині штирьовим упором. Рух вантажу характеризується як складний плоский, із розвертанням на несучій площині та одночасним ковзанням його бічної грані по поверхні упору. Для математичного опису руху вантажу приймемо припущення: центр мас вантажу розташований у його геометричному центрі; вантаж є твердим тілом; коефіцієнти тертя вантажу по несучим і орієнтувальним площинам у межах зміни відносних швидкостей руху вантажу є величинами сталими; радіус упора незначний порівняно з розмірами вантажу.

За прийнятих умов на вантаж діє нормальна складова N і дотична F_2 повної реакції R з боку упора, головний вектор сил тертя ковзання F_1 опорної поверхні вантажу по несучій площині конвеєра. Головний вектор сил тертя F_1 направлений у протилежну сторону вектора відносної швидкості V_0 опорної поверхні вантажу відносно несучої площини та прикладений у точці, розміщеній на відстані ρ_T від геометричного центра опорної поверхні вантажу.

Відстань ρ_T характеризується як радіус тертя і визначається:

$$\rho_T = L / F_1 - r, \quad (1)$$

де L — момент сил тертя опорної поверхні вантажу відносно миттєвого центра швидкостей руху вантажу;

r — радіус, що визначає відстань від миттєвого центра ρ швидкостей до геометричного центра опорної поверхні вантажу, визначається як:

$$r = (1 / \dot{\varphi}') \cdot [(V_c - \dot{y}')^2 + (\dot{x}')^2]^{0.5}, \quad (2)$$

де V_c — швидкість переміщення несучої площини конвеєра;

$\dot{x}'$, $\dot{y}'$ — проекції швидкості переміщення геометричного центра опорної поверхні вантажу на осях Ox , Oy відповідно;

$\dot{\varphi}'$ — кутова швидкість обертання вантажу відносно геометричного центра опорної поверхні вантажу.

У загальному вигляді момент сил та головний вектор сил тертя можна визначити за формулами:

$$\begin{cases} L = \int_{\eta_1}^{\eta_2} \int_{\psi_1(\eta)}^{\psi_2(\eta)} f_1 \cdot q(\eta, \xi) \cdot \sqrt{\eta^2 + \xi^2} d\xi d\eta + \int_{\eta_2}^{\eta_3} \int_{\psi_4(\eta)}^{\psi_3(\eta)} f_1 \cdot q(\eta, \xi) \cdot \sqrt{\eta^2 + \xi^2} d\xi d\eta + \int_{\eta_3}^{\eta_4} \int_{\psi_4(\eta)}^{\psi_3(\eta)} f_1 \cdot q(\eta, \xi) \cdot \sqrt{\eta^2 + \xi^2} d\xi d\eta; \\ F_1 = \sqrt{F_{1x}^2 + F_{1y}^2}, \end{cases} \quad (3)$$

де $\eta_1 = -0,5 \cdot \sqrt{a^2 + b^2} \cdot \cos(\delta - \gamma)$; $\eta_2 = -0,5 \cdot \sqrt{a^2 + b^2} \cdot \cos(\delta + \gamma)$;

$\eta_3 = 0,5 \cdot \sqrt{a^2 + b^2} \cdot \cos(\delta + \gamma)$; $\eta_4 = 0,5 \cdot \sqrt{a^2 + b^2} \cdot \cos(\delta - \gamma)$;

$\delta = \alpha - \varphi$; $\alpha = \arctg(x' / (V_c - y'))$; $\gamma = \arctg(b / a)$;

$\psi_1(\eta) = -\eta \cdot \operatorname{ctg} \delta + r - (0,5a / \sin \delta)$;

$\psi_2(\eta) = \eta \cdot \operatorname{tg} \delta + r + (0,5b / \cos \delta)$;

$\psi_3(\eta) = -\eta \cdot \operatorname{ctg} \delta + r + (0,5a / \sin \delta)$;

$\psi_4(\eta) = \eta \cdot \operatorname{tg} \delta + r - (0,5b / \cos \delta)$;

f_1 — коефіцієнт тертя ковзання опорної поверхні вантажу по несучій площині конвеєра;

$q(\eta, \xi)$ — тиск на опорну поверхню вантажу, котрий у загальному вигляді визначають:

$$\begin{aligned} q(\eta, \xi) = q_0 + \eta \left(\frac{M_{\xi_0}}{I_{\xi_0}} \cdot \cos \delta - \frac{M_{\eta_0}}{I_{\eta_0}} \cdot \sin \delta \right) + \\ + (\xi - r) \cdot \left(\frac{M_{\xi_0}}{I_{\xi_0}} \cdot \sin \delta + \frac{M_{\eta_0}}{I_{\eta_0}} \cdot \cos \delta \right), \end{aligned} \quad (4)$$

де q_0 — тиск на опорну поверхню вантажу під час рівномірного розподілення на неї навантаження, його в основному

визначають як $q_0 = \frac{m \cdot g}{a \cdot b}$;

a , b — габаритні розміри вантажу;

M_{ξ_0} , M_{η_0} — головні моменти зовнішніх сил відносно осей ξ_0 , η_0 відповідно, що проведені через геометричний центр опорної поверхні;

I_{ξ_0} , I_{η_0} — моменти інерції опорної поверхні вантажу відносно осей ξ_0 , η_0 відповідно.

Складний плоский рух вантажу по несучій площині конвеєра можна описати рівняннями:

$$\begin{cases} \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{1}{m} \cdot (N \cdot \sin \varphi - F_2 \cdot \cos \varphi - F_{1x}); \\ \frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{1}{m} \cdot (F_{1y} - N \cdot \cos \varphi - F_2 \cdot \sin \varphi); \\ \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = \frac{12}{m \cdot c^2} \cdot (N \cdot l_\varphi + F_2 \cdot 0,5 \cdot c \cdot \sin \varphi - M_0), \end{cases} \quad (5)$$

де $c = \sqrt{a^2 + b^2}$; $F_2 = f_2 \cdot N$;

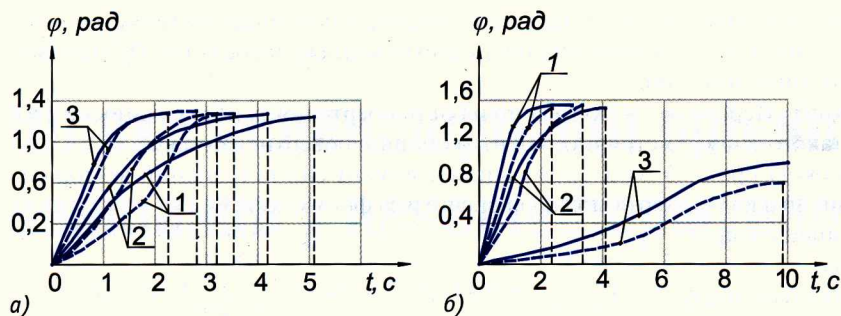


Рис. 2. Графіки зміни кутової координати вантажу в процесі його розвороту нерухомим упором:

$V_c = 0,5$ м/с (а): 1 — $\beta = 0,139$ рад; 2 — $\beta = 0,241$ рад; 3 — $\beta = 0,337$ рад; $\beta = 0,139$ рад (б): 1 — $V_n = 1,0$ м/с; 2 — $V_n = 0,5$ м/с; 3 — $V_n = 0,1$ м/с;

(— — рівномірне розподілення тиску $q = q_0$; — — — нерівномірне розподілення тиску

$$q(\eta, \xi) = q_0 + \eta \cdot \frac{M_{\xi 0}}{I_{\xi 0}})$$

f_2 — коефіцієнт тертя ковзання бічної поверхні вантажу по поверхні штирьового упора;
 l_ϕ — відстань від лінії дії нормальної реакції N до центра мас вантажу;
 M_0 — момент сил тертя відносно центра мас вантажу.
 Момент сил тертя M_0 можна визначити з виразу:

$$M_0 = F_1 \cdot \rho_T = L - F_1 \cdot r. \quad (6)$$

На основі аналізу виразів (5) та (6) можна зробити висновки, що для збільшення кутового прискорення обертання вантажу потрібно зменшити момент сил тертя M_0 при заданих конструкційних параметрах механізму орієнтування, несучої площини конвеєра та вантажу. А це можливо за умови зменшення радіуса тертя ρ_T . Це можна зробити завдяки перерозподіленню тиску по опорній поверхні та зміні поля відносних швидкостей руху опорної поверхні. На рис. 2 наведені графіки зміни кутової координати вантажу в процесі його розвороту нерухомим упором за умови рівномірного розподілення тиску та нерівномірного, але такого, що відповідає статичній стійкості вантажу [5]. Графіки побудовані на основі числових розрахунків нелінійних диференціальних рівнянь, що описують багатоетапний процес орієнтування [2].

Із рис. 2 можна зробити висновок, що при відповідних співвідношеннях швидкості руху несучої площини та перерозподілення тиску по опорній поверхні вантажу можна зменшити тривалість операції орієнтування на 20–35 %.

У пакетотформувальних машинах середньої продуктивності достатньо часто застосовують різні конструкційні елементи, що реалізують завдання інтенсифікації операції, так, наприклад: несуча площа виконується у вигляді конічних роликів, розташованих за відповідною схемою; застосовують спеціальні нерухомі площини на конвеєрах, притискні елементи тощо.

У деяких випадках зазначені заходи малоефективні (особливо за умови невеликих значень швидкості несучої площини конвеєра $V_c < 0,2$ м/с). У такому випадку доречно застосовувати комбінований варіант силової дії на вантаж, тобто в механізм потрібно додатково встановити активний робочий орган, наприклад зіштовхувач.

На рис. 3 наведена схема механізму орієнтування тарного вантажу нерухомим упором із додатковою дією на вантаж зіштовхувача.

У цьому випадку, як і у випадках із пасивними робочими органами, операцію орієнтування можна охарактеризувати сукупністю таких етапів:

- прямий нецентральный удар вантажу, що рухається зі швидкістю V_c несучої площини конвеєра, по нерухомому упору [6];
- складний плоский рух вантажу по несучій площині конвеєра за одночасного ковзання його бічної поверхні по поверхні упора та дії штовхача;
- складний плоский рух вантажу по несучій площині конвеєра після відриву його від поверхні упора.

Основною відмінністю математичного моделювання руху тарного вантажу в такому механізмі орієнтування є врахування силової дії на вантаж зіштовхувача.

За таких конструктивних особливостей механізму орієнтування на вантаж діють нормальні складові реакцій N_2 та N_3 і дотичні $F_2 = f_2 \cdot N_2$; $F_3 = f_3 \cdot N_3$, відповідно з боку нерухомого упора та штовхача, й сила тертя ковзання F_1 опорної поверхні вантажу по несучій площині конвеєра.

Складний плоский рух вантажу на несучій площині за таких умов можна описати рівняннями:

$$\begin{cases} \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{1}{m} \cdot (N_2 \cdot \sin \varphi - F_2 \cdot \cos \varphi + N_3 \cdot \cos \varphi \pm F_3 \cdot \sin \varphi - F_x); \\ \frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{1}{m} \cdot (F_y - N_2 \cdot \cos \varphi - F_2 \cdot \sin \varphi + N_3 \cdot \sin \varphi \pm F_3 \cdot \cos \varphi); \\ \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = \frac{12}{m \cdot c^2} \cdot (N_2 \cdot l \cdot \sin \beta + F_2 \cdot 0,5 \cdot c \cdot \cos \gamma + N_3 \cdot l_{0K} \pm F_3 \cdot 0,5 \cdot c \cdot \sin \gamma - M_0). \end{cases} \quad (7)$$

Для розв'язання системи рівнянь (7) використаємо такі рівняння голономних зв'язків:

$$\begin{aligned} \sin \varphi \cdot (y - y_k - 0,5 \cdot c \cdot \cos \gamma \cdot \sin \varphi + 0,5 \cdot c \cdot \sin \gamma \cdot \cos \varphi) &= V_w \cdot t; \\ y - y_y + 0,5 \cdot c \cdot \sin \gamma \cdot \cos \varphi - (x - x_y - 0,5 \cdot c \cdot \sin \gamma \cdot \sin \varphi) \cdot \operatorname{tg} \varphi &= 0, \end{aligned} \quad (8)$$

та приймемо наступні припущення: початковий контакт штовхача і вантажу є безударним; швидкість переміщення штовхача — стала величина $V_w = \text{const}$; напрям руху штовхача перпендикулярний вектору швидкості несучої площини.

Прийняті припущення дещо спрощують розв'язування задачі, поряд із цим для повного врахування впливу зовнішніх факторів доречно зважити на можливий напрям дії



штовхача і під іншими кутами та за умови змінної швидкості руху робочого органа штовхача.

Для попередньо прийнятих вихідних даних і припущень виконано числові розрахунки системи рівнянь (7). Графічну інтерпретацію результатів розрахунку наведено на рис. 4. Результати числових розрахунків математичних моделей, що описують рух вантажу в механізмах орієнтування, підтверджують гіпотезу про можливість ефективно інтенсифікувати операцію орієнтування тарних вантажів на несучій площині конвеєра пакетоформувальної машини внаслідок правильного підбору швидкостей руху робочого органа штовхача та вибору його раціонального положення відносно бічної поверхні вантажу.

У сучасних пакетоформувальних машинах, що забезпечують високу продуктивність автоматизованих поточкових ліній, для орієнтування вантажів широко застосовують механічні пристрої захоплення. Під час застосування таких механізмів орієнтування може здійснюватися з відривом вантажу від несучої площини та без відриву. Для якісного орієнтування вантажу важливо науково обґрунтувати вибір приводів та забезпечити раціональні параметри руху робочих органів механізму орієнтування.

Механізми орієнтування першого виду широко застосовуються в різних функціональних групах як пакувального обладнання, так й інших технологічних машин. А тому методика визначення раціональних силових, кінематичних і геометричних параметрів цих механізмів розроблена достатньо повно. Дещо складніше з науковим обґрунтуванням параметрів руху вантажів у механізмах орієнтування другого виду. Основною складністю розрахунків є потреба зважити на момент сил тертя опорної поверхні під час розвертання вантажу навколо центра мас. На рис. 5 наведений загальний вигляд та розрахункова схема механізму орієнтування із захоплювальними робочими органами.

До складу такого механізму орієнтування входять привод та візок для горизонтального переміщення елементів захоплення; привід, який забезпечує розвертання вантажу

на заданий кут; привід що забезпечує притискання елементів захоплення до вантажу.

У випадку, коли розвертання вантажу здійснюється на несучій площині конвеєра, необхідне зусилля його притискання робочими органами можна визначити за виразом:

$$N_1 = k_1 \cdot \frac{m \cdot g \cdot f_2}{2f_1}, \quad (9)$$

де k_1 — безрозмірний коефіцієнт, що враховує нерівномірність притискання робочих органів до вантажу під час його руху;

m — маса вантажу;

f_1 — коефіцієнт тертя ковзання опорної поверхні вантажу по несучій площині;

f_2 — коефіцієнт тертя ковзання вантажу по затискним робочим органам.

Тривалість кінематичного циклу операції орієнтування визначається як сума тривалості кожного етапу руху робочих органів механізму орієнтування:

$$T_k = t_n + t_3 + t_o + t_{x.z.} + t_{x.n}, \quad (10)$$

де t_n — тривалість переміщення орієнтувального візка в зону орієнтування;

t_3 — тривалість захоплення вантажу;

t_o — тривалість орієнтування;

$t_{x.z.}$ — тривалість відведення захоплювальних елементів у початкове положення;

$t_{x.n}$ — тривалість переміщення горизонтального візка в початкове положення.

Залежно від конструкції механізму орієнтування структура формули (10) може бути дещо іншою. Поряд із цим обов'язковою складовою кінематичного циклу є тривалість орієнтування.

У загальному вигляді рух вантажу та робочих органів під час орієнтування можна записати:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{1}{I_{np}}(T - M_0), \quad (11)$$

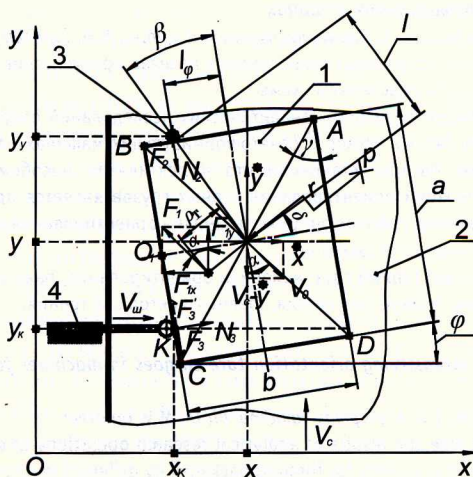


Рис. 3. Схема взаємодії сил під час розвертання тарного вантажу нерухомим упором на несучій площині конвеєра пакетоформувальної машини при одночасній дії штовхача: 1 — тарний вантаж; 2 — несуча площина конвеєра; 3 — нерухомий упор; 4 — штовхач

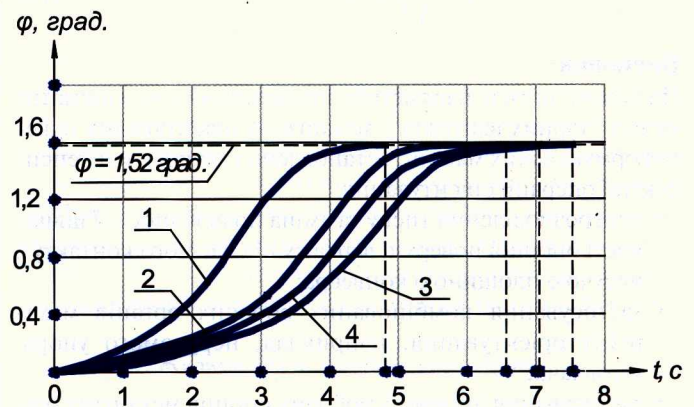


Рис. 4. Графік зміни кутової координати вантажу під час його розвороту нерухомим упором та штовхачем на несучій площині: 1 — $V_w = 0,1$ м/с; $l_{o'k} = 0,05$ м; 2 — $V_w = 0,1$ м/с; $l_{o'k} = 0,13$ м; 3 — без штовхача; 4 — $V_w = 0,3$ м/с; $l_{o'k} = 0,05$ м

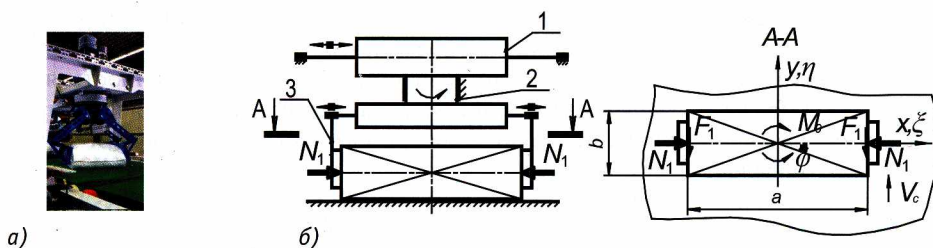


Рис. 5. Механізм орієнтування із захоплювальними пристроями: загальний вигляд (а); розрахункова схема (б); 1 — візок для горизонтального переміщення механізму орієнтування; 2 — привод розвертання елементів захоплення з вантажем; 3 — елементи захоплення

де I_{np} — приведений момент інерції тіл, що обертаються разом із вантажем;

T — крутний момент на вертикальному валу механізму орієнтування;

M_0 — момент сил тертя опорної поверхні вантажу по несучій площині конвеєра під час його розвертання відносно геометричного центра.

Момент сил тертя відносно геометричного центра вантажу визначається за формулою:

$$M_0 = \int_{-b/2-a/2}^{b/2} \int_{-a/2}^{a/2} f_1 \cdot q(x, y) \sqrt{x^2 + y^2} dx dy. \quad (12)$$

У випадку рівномірного розподілення тиску по опорній поверхні формула (12) буде мати вигляд:

$$M_0 = \frac{m \cdot g}{a \cdot b} \cdot f_1 \int_{-b/2-a/2}^{b/2} \int_{-a/2}^{a/2} \sqrt{x^2 + y^2} dx dy. \quad (13)$$

За сталих значень I_{np} , T , M_0 та вихідних даних $t_n = 0$; $\varphi_n = 0$; $\frac{d\varphi}{dt} = 0$; $\pi_k = \varphi/0$ одержимо:

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{1}{I_{np}} (T - M_0) \cdot t; \quad (14)$$

$$\varphi = \frac{1}{I_{np}} (T - M_0) \cdot \frac{t^2}{2}; \quad (15)$$

$$t_k = \sqrt{\frac{\pi \cdot I_{np}}{T - M_0}}. \quad (16)$$

Висновки

На основі аналізу параметрів, що впливають на кінематику руху тарних вантажів у механізмах орієнтування пакетоформувальних машин, встановлено такі шляхи інтенсифікації операції орієнтування:

- перерозподілення тиску та зміна поля відносної швидкості опорної поверхні вантажу під час його контакту з несучою площиною конвеєра;
- застосування комбінованих робочих органів механізму орієнтування, наприклад, нерухомого упора, штовхача;
- застосування активних робочих органів механізму орієнтування, наприклад, захоплювальних елементів.

Наукове обґрунтування кінематичних і силових параметрів конструкційних виконань механізмів орієнтування та синтез і аналіз циклів операції дають можливість забезпечити задану або найвищу продуктивність пакетоформувальних машин.

Література:

1. Гавва О.М. Обладнання для обробки транспортних пакетів / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко // К.: Упаковка, 2006. — 96 с.
2. Пакетоформирующие машины / А.П. Кривопляс, А.А. Кукибный, А.П. Беспалько и др. — М.: Машиностроение, 1982. — 239 с.
3. Кривопляс А.П. Разработка теоретических основ перемещения штучных грузов в потоковых линиях укрупнения грузовых единиц пищевых производств и их практическое приложение / Кривопляс А.П. — Дис. докт. техн. наук. — К., 1988. — 500 с.
4. Гавва А.Н. Методика расчета процесса ориентирования штучных грузов неподвижным упором / А.Н. Гавва // Пищевая промышленность. — 1999. — Вып. 40. — С. 20–23.
5. Гавва О.М. Розподілення тиску по опорній поверхні вантажу (вплив на кінематичні параметри) / О.М. Гавва, А.А. Волчко, І.В. Голопоров // Упаковка. — 2006. — № 3. — С. 48–52.
6. Гавва О.М. Ударна взаємодія тарного вантажу з конструктивними елементами пакувального обладнання / О.М. Гавва, Л.О. Кривопляс-Володіна, А.В. Слюсарчук // Упаковка. — 2006. — № 5. — С. 41–45.

Пути интенсификации ориентирования тарных грузов в пакетформирующих машинах

А.Н. Гавва, д.т.н., Л.А. Кривопляс-Володіна, к.т.н., М.В. Головей

Формирование устойчивых транспортных пакетов предусматривает расположение их по определенной схеме.

Авторы приводят результаты аналитических исследований операции ориентирования тарных грузов в пакетформирующих машинах различными механизмами. Авторы установили, что эффективным способом интенсификации операции ориентирования тарных грузов является применение комбинированных рабочих органов механизма ориентирования и активных рабочих органов типа захватов.

Ключевые слова: тарный груз; механизм ориентирования; пакетформирующая машина; момент сил трения; главный вектор сил трения.

The way of intensifying orientation tare cargoes in machines for forming packages

O.M. Gavva, Dr., L.O. Kryvoplyas-Volodina, Ph.D., M.V. Golovey

The authors give the results of analytical research operations of orientation tare cargoes in machines for forming packages by different mechanisms. The authors found that an effective way of intensifying operations targeting the packaging of goods is the use of the combined working of the mechanism of orientation and active workers of type seizures.

Key words: tare load; orientation mechanism; machines for forming packages; friction torque; the main vector of friction forces.