Міністерство освіти і науки України
Український державний університет харчових технологій

НАУКОВІ ПРАЦІ

УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

№ 9

Київ УДУХТ 2001

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕОРІЄНТУВАННЯ МАСИВІВ ВИРОБІВ

Формування масивів виробів є складовою частиною більшості технологічних процесів, пов'язаних з укладанням їх у транспортну тару, утворенням багаторядних масивів з однорядного і навпаки тощо. Цього досягають використанням різних конструктивних рішень, у тому числі механічних орієнтаторів на базі рухомих опорних площин, упорів рухомих та нерухомих, косих (відносно напрямку руху опорної площини) бічних напрямних. Робота таких пристроїв ґрунтується на використанні фрикційних та інерційних сил, тому проходження робочих процесів недетерміноване. Останнє може бути суттєвим недоліком, особливо для високопродуктивних систем.

Поряд з високою пропускною здатністю іншою важливою характеристикою пристроїв такого призначення є точність позиціювання виробів у масиві. З урахуванням цього можна зробити висновок про перспективність використання підходів до синтезу пристроїв на основі суворої детермінованості часових та кінематичних параметрів завдяки жорстким кінематичним зв'язкам, які забезпечують роботу і синхронізацію робочих органів. Тому створення пристроїв для вкладання упаковок у транспортну тару базувалося на застосуванні хрестоподібних подільників та орієнтаторів потоків виробів.

Розглянемо вузол переорієнтації упаковок, який є складовою частиною укладальної машини (*рис. 1*), що

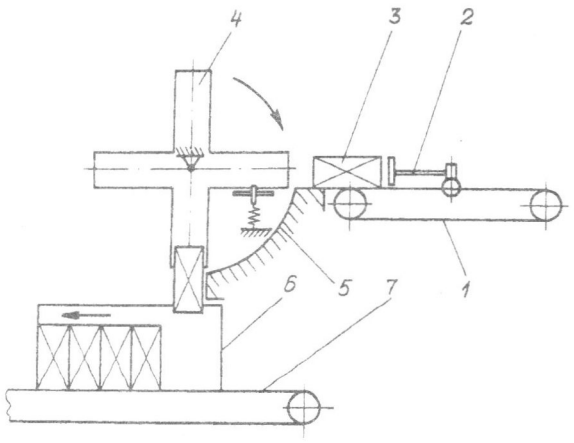

Рис. 1. Принципова схема укладальної машини для виробів

складається з подвійного конвеєра *1* із штовхачем *2*, переорієнтувального хрестоподібного механізму *4*, підтримувальної гратки-стояка *5* та конвеєра для підведення-відведення ящиків *7*.

Переорієнтувальний хрестоподібний механізм може приводитися в дію завдяки силам тяжіння або примусово (*рис. 2*).

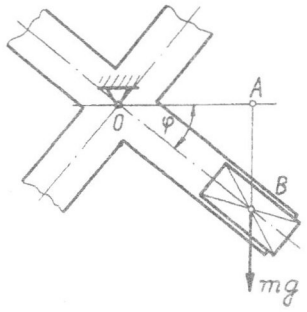

Рис. 2. Схема переорієнтувального хрестоподібного пристрою

Спочатку хрестоподібний механізм фіксується в початковому положенні до завершення введення упаковок *3*. Після завершення цього процесу механізм знімається з фіксатора і під дією сил тяжіння відбувається поворот на кут $\pi/2$.

Якщо вважати, що вироби займають незмінне положення відносно хрестоподібного механізму, то можна записати вираз для визначення рушійного моменту

$$M_р = mgl_{ОВ}\cos\varphi, \qquad (1)$$

де m — маса виробів; $l_{ОВ}$ — відстань від центра обертання до центра тяжіння вантажу; φ — кут повороту хрестоподібного переорієнтатора.

У цьому випадку закони руху переорієнтатора та вантажів збігаються, тому рівняння руху має вигляд

$$I\ddot{\varphi} = M_р - M_о, \qquad (2)$$

де $\ddot{\varphi}$ — кутове прискорення переорієнтатора; I — зведений момент інерції переорієнтатора з вантажами; $M_о$ — зведений момент опору руху переорієнтатора.

Підставляючи в (2) момент $M_р$, дістанемо

$$I\ddot{\varphi} = mgl_{ОВ}\cos\varphi - M_о. \qquad (3)$$

Слід зазначити, що зведений момент інерції є функцією маси і радіуса інерції, тому запишемо

$$I = 1{,}5ml^2_{ОВ}. \qquad (4)$$

Для забезпечення умов збереження вантажів треба, щоб кутова швидкість на кінець процесу переорієнтування дорівнювала нулю. Це можливо за умови рівності робіт моментів сил опору і моментів рушійних сил за період переорієнтування. Тому запишемо

$$A_р = \int_0^{\pi/2} mgl_{ов}\cos\varphi d\varphi = mgl_{ов}, \quad (5)$$

$$A_о = \int_0^{\pi/2} M_о d\varphi = M_о \frac{\pi}{2}. \quad (6)$$

Прирівнюючи (5) і (6), знаходимо

$$M_о = 2mgl_{ов}/\pi. \quad (7)$$

Тоді рівняння (3) матиме такий вигляд:

$$\ddot{\varphi} = (6{,}54\cos\varphi - 4{,}1656)/l_{ов}. \quad (8)$$

Нелінійне диференціальне рівняння розв'язуємо чисельними методами за такими початковими умовами: $t_п = 0$; $\varphi_п = 0$; $\dot{\varphi}_п = 0$ і значеннями $l_{ов} = 0{,}15$; 0,225; 0,3 м.

Результати розрахунків як залежності $\dot{\varphi} = \dot{\varphi}(t)$ показано на *рис. 3*. Як керовану змінну розглянуто величину $l_{ов}$, яка відіграє роль параметра впливу.

Висновки. Розрахунки, виконані на основі нелінійної моделі гравітаційного пристрою для вкладання в транспортну тару виробів або для переорієнтування їх, дають змогу зробити такі висновки.

1. Із збільшенням величини $l_{ов}$ зростає момент рушійних сил і одночасно збільшується зведений момент інерції системи. Саме останнє зумовлює збільшення тривалості переорієнтації у разі зростання величини $l_{ов}$.

2. Тривалість переорієнтації виробів за рахунок сил тяжіння в межах вибраних параметрів системи одержали як таку, що за швидкодією відповідає високій пропускній здатності.

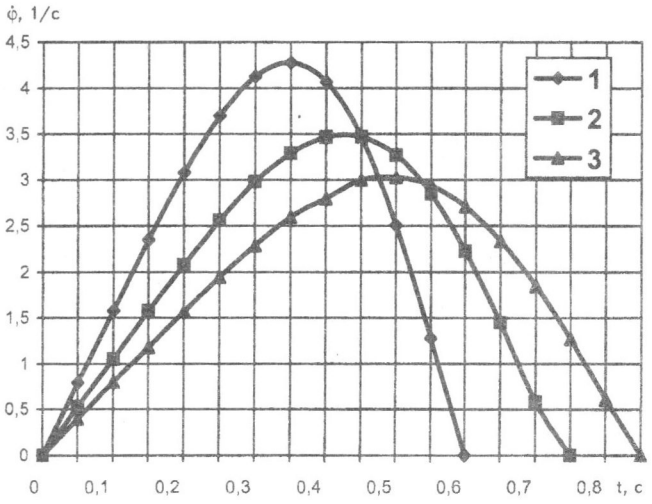

Рис. 3. Графік залежності $\dot{\varphi} = \dot{\varphi}(t)$ при значеннях $l_{ов}$, м:
1 — 0,15; *2* — 0,225; *3* — 0,3

3. Максимальне кутове прискорення руху переорієнтатора відповідає початку робочого ходу, а кутова швидкість змінюється від нуля до максимуму і знову до нуля. Такий результат досягається завдяки цілеспрямованому вибору значення моменту опору.

Надійшла до редколегії 27.04.99 р.