

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗІ ЗМІННИМ ЦЕНТРОМ МАС

Ковальов Ю. А., Березін Л. М.

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна  
Kovalev-yri2012@yandex.ua

Аналітичне визначення параметрів переміщення об'єктів при їх переміщенні з одного транспортуючого засобу на інший достатньо та різнобічно висвітлено в роботах [1, 2], а в статті [3] представлено математичне моделювання процесів перевантаження об'єктів транспортування з одного конвеєра на інший.

Об'єктом досліджень обрано контейнер зі штучними вантажами насипом або сипучих матеріалів (надалі – вантаж) та методологічний підхід до вивчення особливостей їх транспортування. Завантажений контейнер розглядаємо як систему тіл, яка складається з самого контейнера та його вантажу, положення центру мас (надалі – ЦМ) якої з нахилом контейнера змінюється. Рух завантаженого контейнера разом із стрічкою конвеєра з горизонтальною несучою площиною (рис. 1) є усталеним, поступальним, без впливу положення ЦМ системи. Другим є етап переміщення завантаженого контейнера при його повороті відносно приводного барабану, коли ЦМ системи контейнер-вантаж виходить за точку  $O$ , яку приймаємо за початок координат (рис. 1).

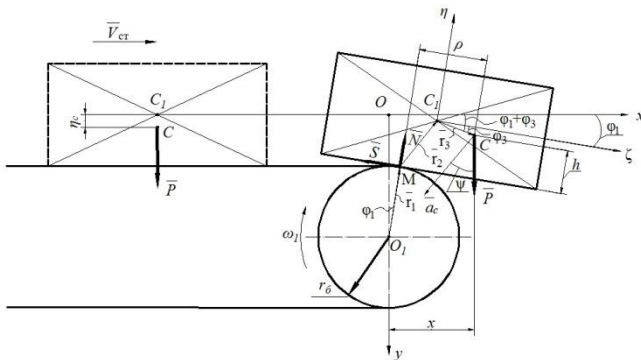


Рис. 1 – Розрахункова схема переміщення завантаженого контейнера при його повороті:  $\omega_1$ ,  $r_b$  - кутова швидкість та радіус барабану;  $C$ ,  $C_1$  - ЦМ контейнера та контейнера з вантажем;  $\varphi_1$  - кут повороту барабану;  $\varphi_3$  - кут, який утворює відрізок центрів  $C_1C$  з віссю  $\zeta$ ;  $\zeta_C$ ,  $\eta_C$  - координати ЦМ системи тіл;  $r_1 = \overline{OM}$ ,  $r_2 = \overline{MC}$  та  $r_3 = \overline{CC_1}$  - радіуси-вектори, що визначають положення характерних точок  $M$ ,  $C$  та  $C_1$ ;  $P = Mg$  - вага контейнера;  $N$  та  $S$  - нормальна та дотична складові реакції стрічки конвеєра;  $\rho$  та  $h$  - плечі реакцій відносно ЦМ системи тіл точки  $C$

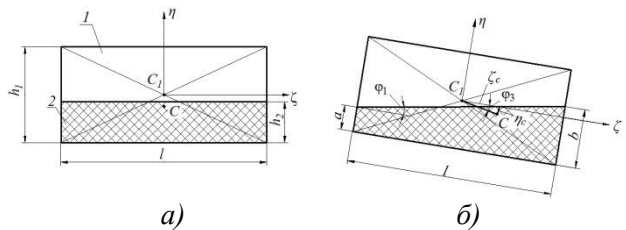


Рис. 2 – Визначення центру мас системи тіл (контейнера з вантажем):  $C$ ,  $C_1$  - ЦМ контейнера та контейнера з вантажем;  $h_1$ ,  $h_2$  - висоти контейнера та вантажу;  $a$ ,  $b$  - рівні вантажу по краях контейнера при його нахилі на кут  $\varphi_1$ ;  $\varphi_3$  - кут, який утворює відрізок центрів  $C_1C$  з віссю  $\zeta$ ;  $\zeta_C$ ,  $\eta_C$  - координати ЦМ системи тіл

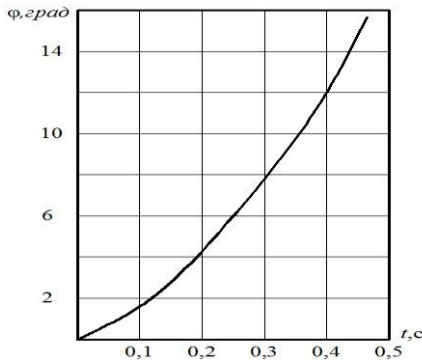


Рис. 3 – Графік зміни кута  $\varphi$  відносного повороту завантаженого контейнера при переміщенні по приводному барабану

Для окремого випадку при  $l=0,6$  м,  $h_1=0,21$  м,  $h_2=0,12$  м,  $r_0=0,12$  м,  $V_{CT}=0,3$  м/с, результати розрахунків представлені на рис. 3.

Графічна залежність  $\varphi(t)$  дозволяє зробити висновок про незначний вплив зміни кута повороту приводного барабану конвеєра на початку плоского руху контейнера з подальшим збільшенням. Крім того, очевидно, що розміщення ЦМ системи тіл точки С ближче до передньої стінки контейнера призводить до скорочення часу на його перевантаження. Використання одержаних теоретичних положень при плануванні переміщень об'єктів транспортування у відповідності до регламентованих вимог спрощує вибір раціональних траєкторій та кінематичних параметрів переміщення контейнера при його плавному обкочуванні та сході з приводного барабану конвеєра з подальшим переходом на перевантажувальний пристрій або на наступний елемент транспортно-логістичної системи підприємства. Практичні рекомендації, що враховують конструктивні та технологічні особливості переміщення об'єктів транспортування зі змінним положенням центру мас, дозволяють забезпечити регламентовані вимоги до переміщення об'єктів транспортування та оперативну оцінку ефективності цих рекомендацій. Доповнюються загальні положення розрахунку параметрів руху об'єкту транспортування на третьому етапі його перевантаження. У подальшому для використання в інженерній діяльності запропоновані математичні моделі доцільно представити у спрощеному вигляді, наприклад, поліномів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковалев Ю. А. Динамика движения контейнера по наклонному рольгангу и взаимодействие его с ограничивающими элементами / Ковалев Ю. А., Пискорский Г. А. : КТИЛП. – К., 1988. – 16 с.; Деп. в ЦНИИТЭИлегпром, 1988, № 2289-лп.
2. Ковалев Ю. А. Перегрузка объектов транспортирования обувного производства с горизонтальной несущей плоскости на наклонную, образованную роликами / Ковалев Ю. А., Пискорский Г. А. : КТИЛП. – К., 1988. – 21 с.; Деп. в ЦНИИТЭИлегпром, 1988, № 2290-лп.
3. Ковальов Ю. А., Князев В. І., Макатьора Д. А. Закономірності перевантаження контейнерів з конвеєра на рольганг // Вісник КНУТД. – 2004. – №5. – С. 59-64.
4. Павловський М. А. Теоретична механіка. – К. : Техніка, 2002. – 510 с.

Рівняння, яке описує кутове прискорення у відносному обертальному русі системи тіл навколо ЦМ системи тіл точки С, має вигляд:

$$\ddot{\varphi} = \frac{K + L}{(A \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 / \cos \varphi_3)^2 + (h_1^2 + l^2) / 3}$$

Отримане рівняння розв'язували чисельним методом для отримання значень  $\varphi(t)$  та  $\dot{\varphi}(t)$  в поточний момент