

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЕРЕТВОРЕНОГО СУХОГО ТЕРТЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ІНЕРЦІЙНОГО КОНВЕЄРА

L.S. Serilko, Ph.D., Assoc. Prof., Z.K. Sasiuk, Ph.D., Assoc. Prof., D.L.Serilko, Ph.D., Assoc. Prof., K.R. Pryndiuk, post-graduate student.

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF TRANSFORMED DRY FRICTION ON THE CHARACTERISTICS OF THE INERTIAL CONVEYOR

Для підвищення продуктивності та зниження енергоємності процесу транспортування нами розроблено конструкцію інерційного конвеєра для транспортування сипких матеріалів, жолоб якого може здійснювати не тільки зворотно-поступальний рух, але і рух в напрямку, який перпендикулярний до осі конвеєра в горизонтальній площині. За рахунок цього досягається зміна напрямку сили тертя між вантажем і жолобом, коли їхні швидкості направлені в різні боки [1]. Це явище називається ефектом перетворення сухого тертя у в'язке і широко використовується в різноманітних технічних системах [2]. Але оскільки поперечні коливання відбуваються в режимі періодичного пуску та зупинки, то це призводить до динамічних навантажень в елементах конструкції, що негативно впливає на ефективність роботи інерційного конвеєра. Для зменшення цих навантажень запропонована конструкція інерційного конвеєра, бокові стінки якого жорстко не з'єднані з дном жолоба, а встановлені з можливістю здійснювати рух в напрямку, який перпендикулярний до осі конвеєра. При цьому механізм поперечних коливань бокових стінок жолоба працює в постійному режимі з частотою коливань, яка вдвічі менша від частоти повздовжніх коливань [3].

На рис. 1 наведено графіки залежностей прискорення повздовжніх коливань жолоба і швидкості поперечних коливань стінок жолоба від безрозмірного часу $\tau = \omega t$.

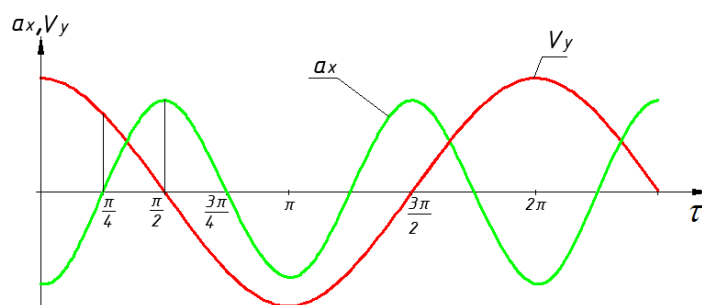


Рис. 1. Графіки залежностей швидкості поперечних і прискорення повздовжніх коливань жолоба від безрозмірного часу τ

При русі жолоба вправо сила інерції, яка діє на частинки матеріалу у проміжку часу $-\frac{\pi}{4} < \tau < \frac{\pi}{4}$, буде мати додатне значення. При цьому модуль швидкості поперечних коливань буде максимальним, а сила тертя F_x буде мінімальною. У проміжку часу $\frac{\pi}{4} < \tau < \frac{3\pi}{4}$, коли сила інерції $\vec{\Phi}_x$ буде від'ємною, а швидкість V_y буде мінімальною, тоді сила тертя F_x матиме максимальне значення, що дозволяє забезпечити рух матеріалу по інерції вздовж поверхні жолоба.

Нехай поздовжні коливання жолоба змінюються за законом $S_x = B \cos 2\omega t$, а поперечні коливання стінок жолоба за законом $S_y = A \sin \omega t$.

Тоді диференціальне рівняння руху матеріалу по поверхні жолоба матиме вигляд:

$$\ddot{x} = 4B\omega^2 \cos 2\omega t - \mu g \frac{V_x}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2}}, \quad (1)$$

Враховуючи, що $V_y = A\omega \cos \omega t$, рівняння (1) матиме вигляд:

$$\ddot{x} = 4B\omega^2 \cos 2\omega t - \mu g \frac{\dot{x}}{\sqrt{x^2 + (A\omega \cos \omega t)^2}}. \quad (2)$$

Результати чисельного інтегрування диференціального рівняння (2) руху частинки по поверхні жолоба наведено на рис. 2.

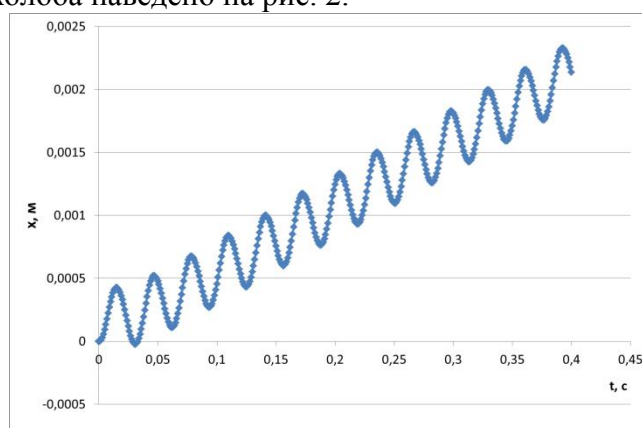


рис. 2 – Залежність поздовжнього переміщення матеріалу по поверхні жолоба від часу $A=0,001$ м, $B=0,001$ м, $\omega=100$ рад/с, $\mu=0,4$

В таблиці 1 наведено значення середньої швидкості V_{cp} руху матеріалу по поверхні жолоба при різних значеннях частоти ω та амплітуди коливань.

Таблиця 1 – Значення середньої швидкості V_{cp} руху матеріалу по поверхні жолоба

№ пп	ω , рад/с	A, м	B, м	V_{cp} , м/с
1	50	0,0005	0,0005	0,00146
2	50	0,001	0,0005	0,003179
3	50	0,0015	0,0005	0,004904
4	100	0,0005	0,001	0,003713
5	100	0,001	0,001	0,005151
6	100	0,0015	0,001	0,005211

Одночасне використання поперечних коливань стінок жолоба та поздовжніх коливань інерційного конвеєра дозволяє транспортувати матеріал у неперервному режимі з мінімальними динамічними навантаженнями на елементи конструкції.

Література

1. Рогатинський Р. М., Серілко Л. С., Сасюк З. К., Серілко Д. Л. Дослідження динаміки інерційних конвеєрів. - Вібрації в техніці та технологіях. – 2018. – №2. – С.41-48.
2. Андронов В.В., Журавлев В.Ф. Сухое трение в задачах механики. – М.–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», институт компьютерных исследований, 2010. – 184 с.
3. Патент 148485 UA, МПК B65G 25/02 (2006.01) Інерційний конвеєр / Серілко Л. С., Ляшук О. Л., Сасюк З.К., Серілко Д. Л., Приндюк К.Р.; заявник Національний університет водного господарства і природокористування. – № u202101713; заявл. 12.08.2021; опубл. 11.08.2021, Бюл. № 32, 2021 р.