

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2022-49-04>

УДК 621.867

Гаврильченко Олександр Віталійович, к.т.н., професор

Корендій Віталій Михайлович, к.т.н., доцент,

<https://orcid.org/0000-0002-6025-3013>

Шенбор Владислав Станіславович, ведучий інженер

<https://orcid.org/0000-0002-3530-8975>

Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОГО КОНВЕЄРА НА ШВИДКІСТЬ ТРАНСПОРТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ

Гаврильченко О.В., Корендій В.М., Шенбор В.С. Вплив параметрів вібраційного конвеєра на швидкість транспортування деталей. Розглянуто один з найбільш ефективних способів підвищення швидкості транспортування деталей та виробів вібраційними конвеєрами, нанесенням на транспортуючу поверхню ворсового покриття. Наведені теоретичні та експериментальні визначення коефіцієнта швидкості транспортування, як найбільш показову характеристику ефективності вібраційного конвеєра.

Ключові слова: вібраційний конвеєр, швидкість транспортування, коефіцієнт швидкості, ворсове покриття, режими транспортування.

Gavrilenko O.V., Korendii V.M., Shenbor V.S. The influence of the parameters of the vibrating conveyor on speed of transportation of parts. One of the most effective ways to increase the speed of transporting parts and products by vibrating conveyors, by applying a pile coating on the transporting surface, is considered. Theoretical and experimental definitions of the transportation speed coefficient are given as the most indicative characteristic of the vibratory conveyor efficiency.

Key words: vibrating conveyor, transportation speed, speed coefficient, pile coating, transportation modes.

Постановка проблеми. Вібраційні конвеєри одержали широке застосування у внутрішньо-цеховому та міжопераційному транспорті оброблюваного та складального обладнання різних галузей виробництва завдяки ряду відомим перевагам, які спонукають до їх удосконалення, основними напрямками, яких є збільшення швидкості транспортування, зниження потужності та маси. Недоліками таких конвеєрів є значна маса, яка припадає на одиницю амплітуди коливань робочого органу, залежність від навантаження, а також мала амплітуда коливань, яка обмежена допустимим значенням повітряного проміжку між якорем та магнітопроводом електромагнітного віброзбудника.

Проведені дослідження з використанням ворсового покриття були зведені до застосування конструкцій вібраційних конвеєрів, які використовуються для транспортування виробів направленими та незалежними коливаннями [1,2,3,6]. Такий підхід не дозволяє використати переваги застосування ворсового покриття, а саме – використання лише одного віброзбудника та розроблення конвеєрів значної довжини. Переваги конвеєрів з лише поздовжніми коливаннями розглянуті в [1,2,3].

У роботі розглядається вібраційні конвеєри є електромагнітним силовим збудженням коливань, основними перевагами якого є простота регулювання амплітуди коливань і можливість її регулювання під час роботи конвеєра, що дозволяє здійснювати автоматичне регулювання продуктивності під час роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільше розповсюдження одержали двомасові вібраційні конвеєри з еліптичними коливаннями робочого органу, що забезпечується незалежним збудженням поздовжніх та нормальних коливань з заданим зсувом фаз між ними, за таких умов транспортування здійснюються у безвідривних режимах, а також вібраційні конвеєри з направленими коливаннями.

Однак, найвищою швидкістю транспортування було досягнуто при застосуванні ворсового покриття на транспортуючій поверхні. Переважно пропонують використовувати ті ж самі конструкції вібраційних конвеєрів з направленими та незалежними коливаннями, однак раціональніше застосовувати конвеєри лише з поздовжніми коливаннями.

Існує спосіб суттєво підвищити швидкість транспортування за допомогою анізотропної робочою транспортуючої поверхні утвореною короткою щіткою з полімерних матеріалів нахиленою під певним кутом у напрямку транспортування. Використання анізотропного покриття

дозволяє значно підвищити швидкість транспортування за рахунок значної різниці коефіцієнта тертя виробу у напрямку транспортування та у зворотному.

У даній роботі досліджуються швидкість транспортування деталей з різних матеріалів на вібраційних конвеєрах, які здійснюють лише поздовжні коливання, що дозволяє уникнути паразитних нормальних коливань, та надає можливість розробляти конвеєри значно більшої довжини [6,7,8,10].

Формулювання мети дослідження. Дослідження проводились з метою одержання результатів, які слугували б одержанню практичних рекомендацій необхідних при інженерному проектуванню промислових зразків швидкісних конвеєрів.

Основні результати дослідження. Експериментальні дослідження, результати яких наведені у даній роботі проводились на вібраційному конвеєрі наведеному на рис.1. Транспортуюча поверхня конвеєра (рис.1) складається з двох мас 1 і 2 встановлених плоскими пружинами 3 на рамі 4, електромагніта 5 та якоря 6 які закріплені між транспортуючими поверхнями (масами) 1,2 між якими розташована пружина 7. На транспортуючій поверхні конвеєра прикріплене ворсове покриття 8.

Розглянемо рух виробів по несучій поверхні розміщеній горизонтально і здійснюючій гармонічні коливання вздовж напрямку руху виробів.

Рівняння руху транспортуючої поверхні конвеєра відносно нерухомої системи координат мають вигляд

$$\frac{d^2x_{\Pi}}{dt^2} = A\omega^2 \cos \omega t$$

де A - амплітуда поздовжніх коливань транспортуючої поверхні ;

ω - кутова частота коливань;

t - час.

Загальне диференціальне рівняння руху деталі в початковий період відносно транспортуючої поверхні в координаті X , яка направлена вздовж транспортування конвеєра

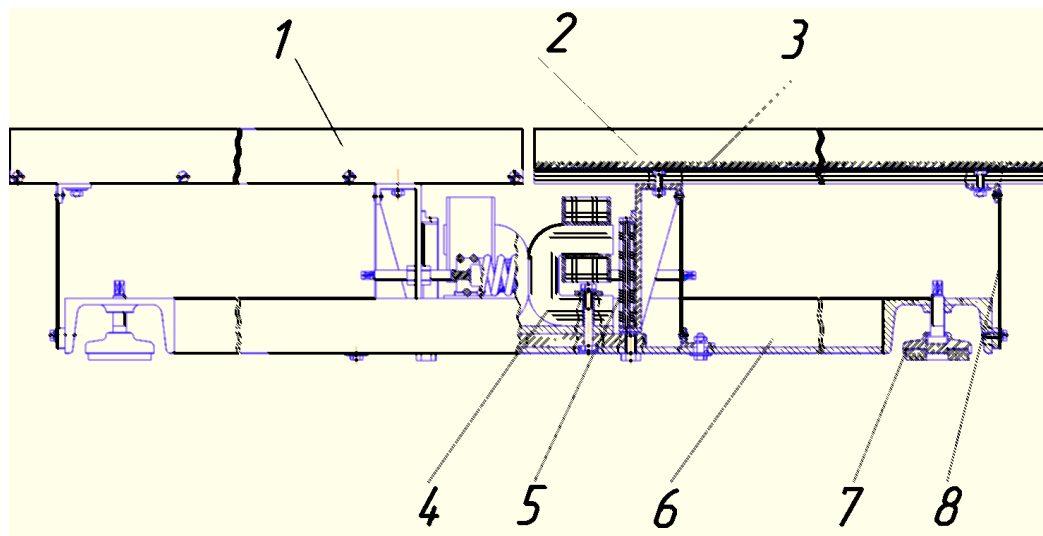


Рис.1. Вібраційний конвеєр з ворсовим покриттям

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -mA\omega^2 \cos \omega t + F$$

де m – маса деталі;

F – сила тертя.

Сили тертя у випадку переміщені деталі та транспортуючої поверхні за напрямком транспортування F_+ та протилежному $-F_-$ визначаються за виразом

$$F_+ = mgf_{+} \text{ або } F_- = mgf_{-}$$

Деталі під дією коливань транспортуючої поверхні конвеєра безперервно переміщуються у заданому напрямку, у напрямку нахилу ворсу. Конвеєр здійснює коливання в нерухомій системі

координат, за період одного коливання транспортуюча поверхня півперіода рухається у напрямку транспортування деталей, а на протязі другого півперіода – у протилежному і сповільнює швидкість деталі, гальмує. За рахунок ворсу нахиленого під кутом деталі транспортуються у напрямку його нахилу. Коефіцієнт тертя у напрямку руху f_+ суттєво відрізняється від коефіцієнта тертя у протилежному напрямку f_- , очевидно, що f_- значно перевищує f_+ , що і характеризує анізотропію транспортуючої поверхні конвеєра.

Транспортування виробів здійснюється поверхнею конвеєра і складається з декількох етапів:

- прискорений рух у напрямку руху деталі коли напрямок транспортування співпадає з рухом конвеєра, але немає спільного руху (деталь переміщується відносно конвеєра);
- сповільнений рух деталей коли ці рухи не співпадає, конвеєр рухається у зворотному напрямку деталі;
- сумісний рух деталі та конвеєра деталь не переміщується відносно конвеєра, такий етап можливий лише при певних незначеннях частоти та коливання конвеєра.

У даній роботі розглядається двоетапне переміщення деталей, оскільки переміщення деталей у три і більше етапів можливий при незначній частоті та амплітуді коливань, точно вказати не можливо, бо наявність таких режимів залежить ще й від довжини та кута нахилу ворсу. Рівняння руху деталі описується рівнянням на етапі однонаправленого руху з прискоренням буде мати вигляд

$$\frac{d^2x}{dt^2} = gf_- - A\omega^2 \cos \varphi$$

де φ – фазовий кут, $\varphi = \omega t$.

Аналогічно для випадку коли деталь та транспортуюча поверхня рухаються в протилежних напрямках

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -gf_- - A\omega^2 \cos \varphi \quad (1)$$

З кожним циклом швидкість деталі зростає і досягає максимального значення, очевидно, відповідно до коефіцієнтів тертя та параметрів коливання, тобто амплітуди A та частоти ω

Етапи руху деталі чергуються. На початкових етапах деталь переміщується з зростаючою середньою швидкістю, максимум якої завжди менший від максимальної швидкості транспортуючої поверхні конвеєра. Тому критерієм ефективності конвеєра був прийнятий коефіцієнт швидкості $K_{ш}$, який вказує наскільки середня швидкість заготовки наближається до максимальної швидкості лотка

$$K_{ш} = \frac{V}{V_{max}}$$

де V_d - швидкість деталі;

V_{max} - максимальна швидкість транспортуючої поверхні конвеєра.

$$V_d = 2\pi v A K_{ш} \left[\frac{MM}{c} \right]$$

де v – частота коливань в секунду.

На етапі розгону початкова швидкість $V_{п}$ визначається з рівняння (1)

$$V_{п} = \frac{g}{\omega} f_{\leftarrow} \varphi + C$$

Звідси ($\varphi_{п}$ - фазовий кут на початковому етапі):

$$C = V_{п} + \frac{g}{\omega} f_{\leftarrow} \varphi_{п} \quad (2)$$

$$V_p = V_{II} + \frac{lg}{\omega}(\varphi - \varphi_{II})$$

Для етапу гальмування

$$V_{\Gamma} = V_{II} - \frac{lg}{\omega}(\varphi - \varphi_{II})$$

Визначивши швидкості деталі на етапі розгону та гальмуванні розраховується загальна швидкість деталі.

Результати експериментальних досліджень залежності коефіцієнта швидкості від довжини ворсу для різних матеріалів наведені на рис.2. , а залежність від амплітуди поздовжніх коливаний на рис.3.

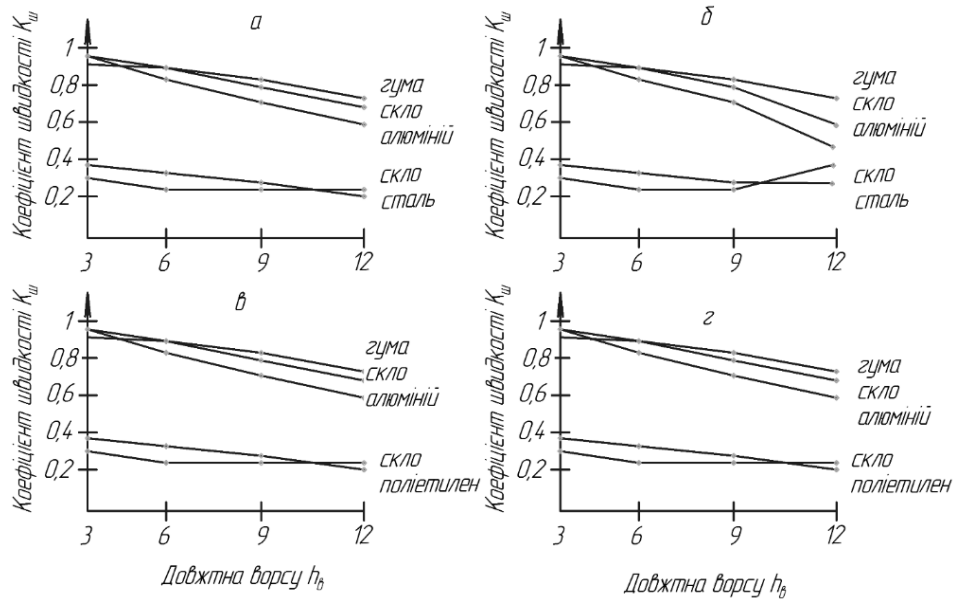


Рис.2. Залежність коефіцієнту швидкості від довжини ворсу для різних матеріалів

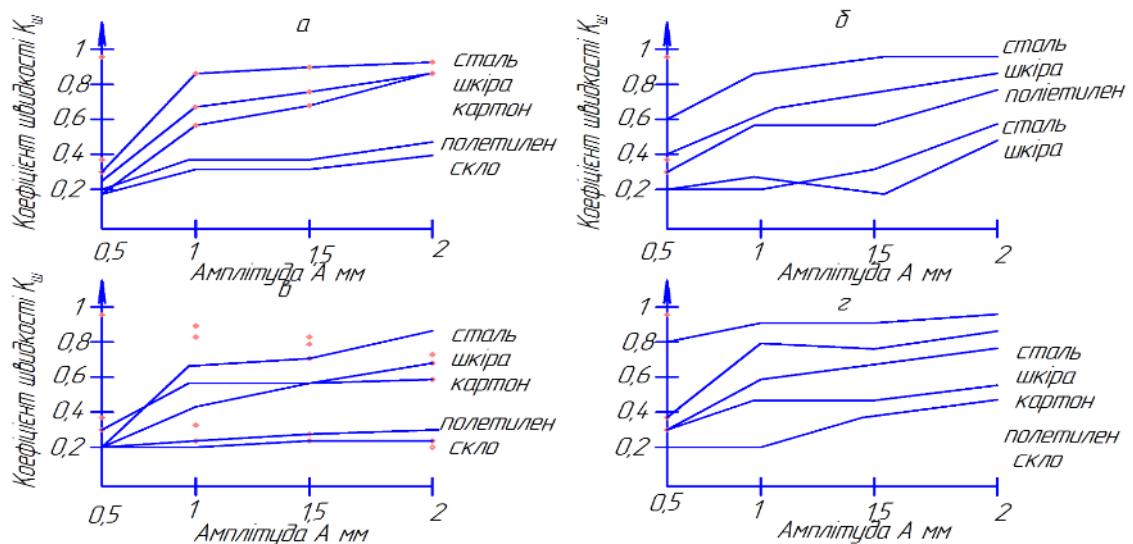


Рис.3. Залежність коефіцієнту швидкості від амплітуди поздовжніх коливаний транспортуючої поверхні

Переважно, при розрахунках для гладких поверхонь транспортуючої поверхні коефіцієнт тертя у прямому та зворотному напрямках приймаються однаковими.

Висновки: проведені дослідження встановили, що використання ворсового покриття на транспортуючій поверхні конвеєра дозволяє суттєво підвищити швидкість транспортування деталей за рахунок простого, низьковартісного засобу.

Список бібліографічного опису

1. Блехман И.И., Джанелидзе Г.Ю. Вибрационное перемещение. М.: Изд-во Наука, 1964. С. 412.
2. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т., Т. 4. Вибрационные процессы и машины. /Под ред. Э.Э.Лавендела. – Машиностроение. 1981. – С. 509.
3. Врублевський І. Й. Наближені обчислення швидкості вібротранспортування та кута зсуву фаз при еліптичних коливаннях // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" "Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні". – 2010. – № 679. – С. 45–48.
4. Дунаевский А.В. Оптимальный синтез параметров вибротранспортирования // Технология судостроения и судоремонта. – Калининград: Калининградский судостроительный институт. 1968. – С. 50-56.
5. Лавендел Э.Э. Синтез оптимальных вибромашин. – Рига: Зинатне. – 1970. С. 211.
6. Нагаев Р.Ф. Периодические режимы вибрационного перемещения. М.: Наука, 1978. С.160.
7. Повидайло В.О.. Вібраційні процеси та обладнання. – Львів: Вид-во Національного університету "Львівська політехніка". 2004. – С. 248.
8. Повидайло В. А., Врублевский И. И. Сравнительный анализ режимов вибротранспортирования штучных изделий при прямолинейных и эллиптических колебаниях // Автоматизация производственных процессов в машиностроении и приборостроении. – Львов: Вища шк., 1983. – Вып. 22. – С. 109-115.
9. Спиваковский А.О., Гончаревич И.Ф. Вибрационные конвейеры, питатели и вспомогательные устройства. – М.: Машиностроение, 1972, - С.328.
10. Сорочак О.З., ВеличкотЛ.Д. Математичне моделювання вібротранспортування виробів анізотропною поверхнею при поздовжніх коливаннях. / Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. Український міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НУ "Львівська політехніка", 2005. – Вип. 39. С.76-82.

References

1. Blehman I.I., Dzhanelidze G.Yu. Vibrational displacement. M.: Publishing house «Nauka», 1964. P. 412.
2. Selections in technology: Reference book. In 6th t., T. 4. Vibrational processes and machines. / Ed. E. E. Lavendela. - Mechanical engineering. 1981. - P. 509.
3. Vrublevsky, I.Y. Approximate calculations of the speed of vibration transport and the angle of phase shift during elliptical oscillations // Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic" "Optimization of production processes and technical control in machine building and instrument building". – 2010. – No. 679. – P. 45–48.
4. Dunaevetsky A.V. Optimum synthesis of vibration transport parameters // Technology of shipbuilding and ship repair. – Kaliningrad: Kaliningrad Shipbuilding Institute. 1968. - P. 50-56.
5. Lavendel E.E. Synthesis of optimal vibrating machines. – Riga: Excellent. - 1970. P. 211.
6. Nagaev R.F. Periodic modes of vibrational movement. M.: Nauka, 1978. P.160.
7. Povadaylo V.O.. Vibrational processes and equipment. – Lviv: Branch of the Lviv Polytechnic National University. 2004. - P. 248.
8. V. A. Povydaylo, I. I. Vrublevskii Comparative analysis of modes of vibration transport of artificial products with straight-line and elliptical oscillations // Automation of production processes in machine construction and instrumentation. – Lviv: Higher School, 1983. – Issue 22. – P. 109-115.
9. Spivakovsky A.O., Goncharevich I.F. Vibrating conveyors, feeders and auxiliary devices. - M.: Mashinostroenie, 1972, - P.328.
10. Sorochak O.Z., Velichkot L.D. Mathematical modeling of vibration transport of products by an anisotropic surface during longitudinal oscillations. / Automation of production processes in mechanical engineering and instrument engineering. Ukrainian interdiv. science and technology coll. – Lviv: Lviv Polytechnic University, 2005. – Issue 39. P.76-82.