

**Серілко Л. С.**

к.т.н., доцент

Морозюк С. В.

старший викладач

Похильчук І. О.

к.т.н., доцент

Серілко Д. Л.

к.т.н., доцент

**Національний
університет водного
господарства та
природокористування**

Serilko L.Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor**Moroziuk S.**

Senior Lecturer

Pokhylchuk I.Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor**Serilko D.**Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

**National University of Water
and Environmental**

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ТІЛА
ЦИЛІНДРИЧНОГО ФОРМИ В ЖОЛОБІ
ІНЕРЦІЙНОГО КОНВЕЄРА © 2026
by Серілко Л. С., Морозюк С. В., Похильчук І. О.,
Серілко Д. Л. ліцензовано згідно з CC BY 4.0

УДК 621.867.5**DOI: 10.37128/2306-8744-2026-2-14**

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ТІЛА ЦИЛІНДРИЧНОГО ФОРМИ В ЖОЛОБІ ІНЕРЦІЙНОГО КОНВЕЄРА

Інерційні та вібраційні конвеєри широко використовуються в різних галузях промисловості для транспортування тіл та реалізації різноманітних технологічних процесів. Основною перевагою цих пристроїв є можливість регулювати швидкість транспортування за рахунок зміни частоти та амплітуди коливань. Разом з тим, швидкість руху тіла в жолобі інерційного конвеєра залежить від величини коефіцієнту тертя між тілом і поверхнею жолоба. Для зменшення сили тертя при русі тіла по інерції в жолобі, йому надають додаткові коливання у вертикальній або горизонтальній площинах.

В даній роботі розглядається рух тіла циліндричної форми в жолобі інерційного конвеєра, який крім повздовжніх коливань здійснює також і крутильні коливання в певні проміжки часу. Для цього була розроблена математична модель руху тіла. Після чисельного інтегрування диференціальних рівнянь тіла отримані залежності швидкості і переміщення тіла від геометричних параметрів жолоба конвеєра, коефіцієнту тертя між тілом і поверхнею жолоба, а також частоти і амплітуди коливань. Встановлено, що середня швидкість транспортування тіла практично лінійно залежить від частоти коливань жолоба. Для підтвердження результатів теоретичних досліджень була розроблена лабораторна установка. Отримані експериментальним шляхом залежності середньої швидкості транспортування запропонованим пристроєм задовільно узгоджуються з результатами математичного моделювання.

Результати проведених досліджень можуть бути використані для визначення раціональних геометричних та кінематичних параметрів інерційних конвеєрів.

Ключові слова: вібраційне транспортування, інерційний конвеєр, крутильні коливання, сила тертя, вібрації, частота коливань

Постановка проблеми Дослідженнями, спрямованими на розроблення конвеєрів нового покоління, займаються численні вітчизняні та зарубіжні підприємства. Значний інтерес до таких досліджень зумовлений низкою переваг: простотою конструкції, герметичністю обладнання, можливістю поєднання процесу транспортування з технологічними операціями (просіванням, сушінням, охолодженням), а також здатністю транспортувати різноманітні матеріали будівельної галузі (гіпс, пісок, клінкер, щебінь певної фракції, відсів). До важливих переваг належать також

невеликі енерговитрати та менше зношування жолоба порівняно з вібраційними конвеєрами.

Серед таких транспортних засобів особливе місце займають інерційні конвеєри, в яких переміщення вантажу здійснюється завдяки бігармонічному характеру руху жолоба. Вони широко використовуються для транспортування сипких і штучних матеріалів, особливо у випадках, коли небажаний режим роботи з підкиданням частинок матеріалу, наприклад під час переміщення важкої металевої стружки або горячого вологого цукру. Важливою перевагою інерційного конвеєра є також відсутність контакту

вантажу з обертовими деталями, як це має місце, зокрема, у гвинтових конвеєрах.

Переміщення вантажу по поверхні жолоба інерційного конвеєра має циклічний характер: за один оберт кривошипа жолоб здійснює прямолінійні рухи вперед і назад, причому ці переміщення відбуваються з різними швидкостями. У результаті вантаж поступово переміщується по жолобу із певною середньою швидкістю, величина якої визначає продуктивність конвеєра.

Аналіз останніх досліджень Аналіз останніх публікацій та досліджень. В роботі [1] наведені результати досліджень роботи інерційного конвеєра для транспортування сипких матеріалів. В запропонованій конструкції жолоб здійснює як поздовжні так і крутильні коливання, причому частота поздовжніх коливань вдвічі більша за частоту крутильних коливань. Дослідженню руху частинки сипкого матеріалу в коливних конвеєрах присвячена робота [2], в якій встановлено, що для більшості цих матеріалів можна застосовувати теорію руху одиничних частинок. В роботі [3] наведено результати дослідження руху матеріальної точки по внутрішній поверхні похилого циліндру, який обертається з постійною кутовою швидкістю навколо своєї осі. В результаті чисельного інтегрування диференціальних рівнянь руху встановлено, що матеріальна точка здійснює складний рух, коливальний рух по поверхні циліндра та прямолінійний в осьовому напрямку. Амплітуда, частота коливань та осьова швидкість залежать від кутової швидкості обертання циліндра його кута нахилу до горизонту та коефіцієнта тертя між частинкою та поверхнею циліндра. В роботі [4] наведені результати досліджень руху втулки по поверхні валу під впливом крутильних коливань, що також призводить до зменшення сили тертя між цими тілами. Дослідженню впливу поперечних коливань жолоба інерційного конвеєра на його продуктивність присвячені роботи [5...7]. Математичне моделювання та експериментальні дослідження вібраційного конвеєра, розробленого для транспортування громіздких та сипких продуктів наведені в роботі [8]. Результати досліджень роботи вібраційних конвеєрів, які є

складовими різних технологічних машин, наведені в роботах [9...11]. В роботі [12] наведені переваги вібраційних конвеєрів з електромагнітним приводом. Рух тіла в жолобі інерційного конвеєра, стінки якого мають різні коефіцієнти тертя розглянуто в роботі [13]. Роботи [14 - 15] присвячені дослідженню вібраційного транспортування матеріалів з рахунок високочастотного збудження поверхні в необхідні проміжки часу. При цьому сила тертя між поверхнею і вантажем суттєво зменшується.

Мета роботи та методи досліджень

Визначення конструктивних та кінематичних параметрів конструкції інерційного конвеєра для транспортування тіла циліндричної форми.

Виклад основного матеріалу. Авторами розроблений інерційний конвеєр для транспортування тіла циліндричної форми, схема якого наведена на рис.1.

Пристрій складається з жолоба 1, в якому знаходиться тіло циліндричної форми 2. До жолоба 1 жорстко прикріплений вал 3, який може обертатися в підшипниках 4 і рухатися в осьовому напрямку за допомогою привода 5. До нижньої частини жолоба жорстко прикріплений стержень 6, в нижній частині якого встановлений ролик 7, який входить в паз нерухої направляючої 8.

При ввімкненні привода 5 вал 3 разом з жолобом 1 починає рухатися вправо, при цьому вантаж 2, який знаходиться всередині жолоба буде рухатися разом з жолобом 1, а ролик 7 рухається прямолінійно. При русі жолоба у зворотньому напрямку ролик 7 рухається по криволінійній траєкторії і стержень 6 здійснює разом із жолобом 1 обертальний рух навколо горизонтальної осі. При цьому сила тертя між жолобом і вантажем в горизонтальному напрямку буде мінімальною, а отже вантаж 2 по інерції буде ковзати по поверхні жолоба 1 в напрямку транспортування.

Для визначення кінематичних характеристик обертального руху жолоба інерційного конвеєра, розглянемо рух ролика 7 у пазі направляючої 8, який має форму дуги кола радіусом R (рис. 1).

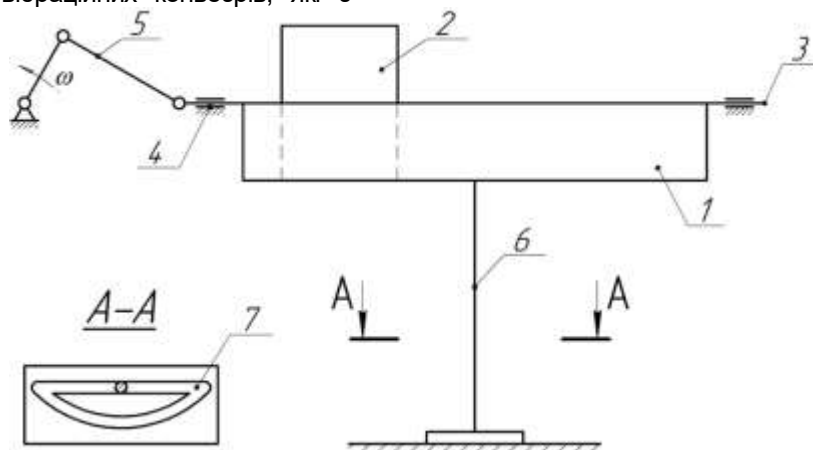


Рис. 1 Схема інерційного конвеєра. Вигляд збоку

Визначимо відхилення стержня 6 від вертикальної осі в залежності від осьового руху жолоба (рис.2). Припустимо, що жолоб здійснює гармонічні коливання вздовж своєї осі по закону:

$$x = A \cos \omega t \quad (1)$$

З рис.3 видно

$$O_2 H_2 = \sqrt{R^2 - x^2} \quad (2)$$

Тоді відхилення ролика від осі OX буде рівне:

$$y = OH = O_2 H_2 - h = \sqrt{R^2 - x^2} - h \quad (3)$$

де $h = \sqrt{R^2 - A^2}$

Для визначення швидкості руху ролика вздовж осі OY про диференціюємо по часу рівняння (3).

$$\dot{y} = \frac{dy}{dt} = \frac{A^2 \omega \sin 2\omega t}{2\sqrt{R^2 - (A \cos \omega t)^2}} \quad (4)$$

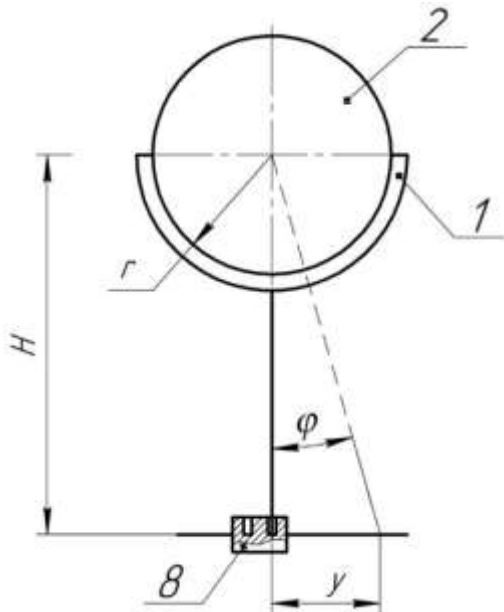


Рис. 2 Схема інерційного конвєсєра. Вигляд спереду

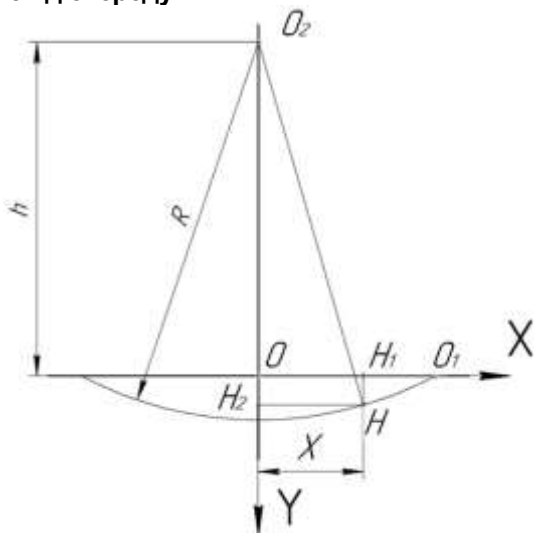


Рис. 3 Розрахункова схема для визначення кута повороту жолоба конвєсєра

Тоді кут відхилення стержня 6 від вертикальної осі (кут повороту жолоба) визначимо з рівняння:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{y}{H} \quad (6)$$

Продиференціюємо (6) по часу

$$\frac{\dot{\varphi}}{\cos^2 \varphi} = \frac{\dot{y}}{H} \quad (7)$$

Звідки

$$\dot{\varphi} = \frac{y \cos^2 \varphi}{H} \quad (8)$$

Оскільки

$$\cos^2 \varphi = \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \varphi + 1} \quad (9)$$

То з рівняння (8), враховуючи (9) отримаємо залежність кутової швидкості обертання жолоба від швидкості руху ролика:

$$\dot{\varphi} = \frac{y}{H} \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \varphi + 1} = \frac{y H}{y^2 + H^2} \quad (10)$$

Розглянемо рух тіла по поверхні жолоба при його зворотньому русі під дією сил:

P – сила тяжіння; N – реакція поверхні; F_T – сила тертя; Φ – сила інерції.

Якщо жолоб займає горизонтальне положення, то

$$F_T = f N = f m g \quad (11)$$

Сила інерції

$$\Phi = m \ddot{x}_1 \quad (12)$$

X_1 – закон руху жолоба (13)

Внаслідок обертального руху жолоба сила тертя між тілом і жолобом можна розкласти на дві складові (рис. 4)

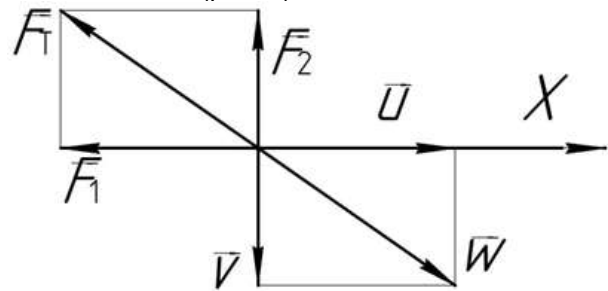


Рис. 4 Схема для визначення напрямку сили тертя між тілом і жолобом конвєсєра

$$F_1 = F_T \cos \alpha \quad (14)$$

$$F_2 = F_T \sin \alpha \quad (15)$$

де:

$$\cos \alpha = \frac{u}{\sqrt{u^2 + v^2}}, \quad \sin \alpha = \frac{v}{\sqrt{u^2 + v^2}},$$

$u = \dot{x}$ – швидкість руху вантажу вздовж осі жолоба.

$v = \dot{\varphi} r$ – дотична складова швидкості руху вантажу відносно поверхні жолоба.

Будемо вважати, що момент сили інерції вантажу досить значний, тобто він не здійснює повороту навколо власної осі.

Тоді диференціальне рівняння руху вантажу буде мати вигляд:

$$m\ddot{x} = \Phi - F_1 \quad (16)$$

$$\ddot{x} = A\omega^2 \cos\omega^2 - fg \frac{\dot{x}}{\sqrt{(\dot{x}r)^2 + \dot{x}^2}} \quad (17)$$

Оскільки отримане рівняння суттєво нелінійне, тобто його можна проінтегрувати тільки чисельним методом.

Знаючи переміщення вантажу можемо визначити середню швидкість транспортування інерційним конвеєром.

$$v_c = \frac{x}{T} \quad (18)$$

де $T = \frac{2\pi}{\omega}$ – період коливання жолоба

На рис.5 наведені залежності середньої швидкості транспортування від частоти поздовжніх коливань жолоба при різних значення амплітуди коливань.

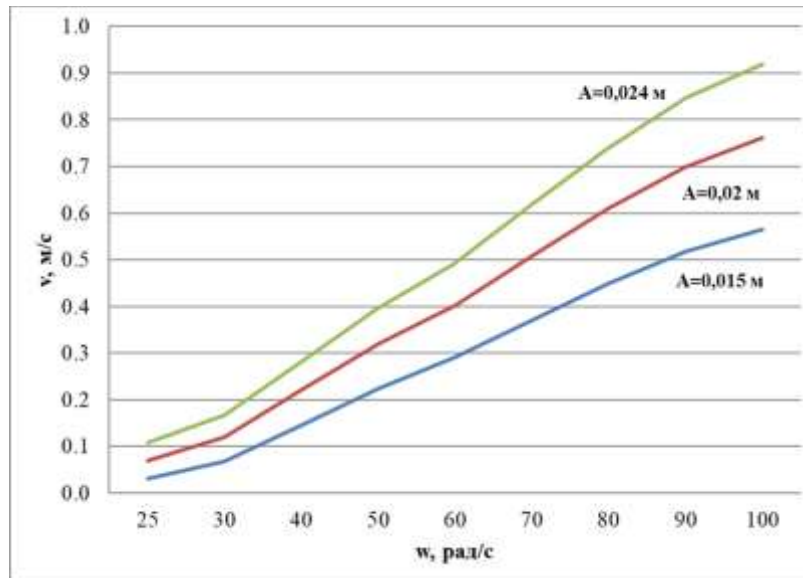


Рис. 5 Залежності середньої швидкості транспортування від частоти поздовжніх коливань жолоба при різних значення амплітуди коливань

На рис.6 наведений загальний вигляд лабораторної установки в якій реалізується запропонований метод збільшення продуктивності інерційного конвеєра. Установка складається із основи 9, на якій встановлено передню 6 та задню 11 стійки. Жолоб 13 має передню 12 і задню 10 направляючі осі, за допомогою яких він кріпиться до відповідних стійок. Дана конструкція жолоба дає можливість

йому обертатися та здійснювати зворотно-поступальний рух відносно своєї осі. На передній стійці установки змонтовано привідний електродвигун 3, який за допомогою кривошипа 4 і тяги 5 приводить в рух жолоб конвеєра. У якості джерела живлення використовується автомобільний акумулятор 1 із вихідною напругою 12В. Зміна частоти обертання двигуна відбувається за допомогою регулятора 2.

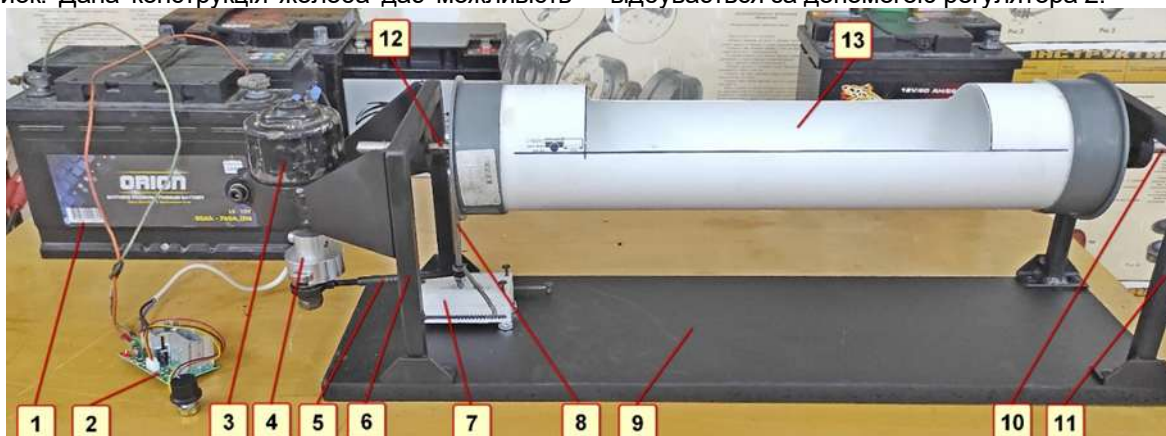


Рис.6 Загальний вигляд лабораторної установки

Для забезпечення коливного руху жолоба конвеєра на основі установки кріпиться копія 7 у

паз якого встановлено важіль приводу жолоба 8. Від форми пазу залежить амплітуда і закон

коливного руху жолоба конвеєра. Схема пазу копіра показана на рисунку 7.

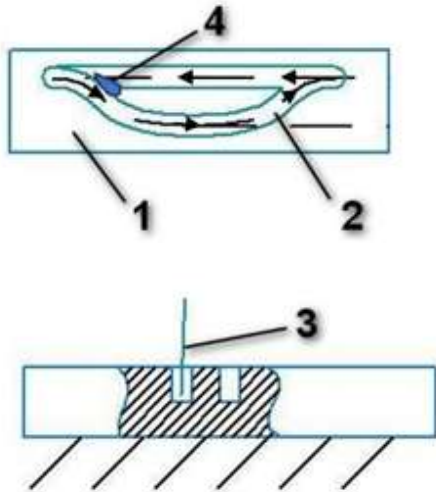


Рис.7 Схема пазу копіра установки

Паз 2 виконаний таким чином, щоб нижній кінець важеля 3, який заходить у канавку пазу, міг рухатись по різних траєкторіях. Так при русі в одному напрямку він рухається прямолінійно, а, рухаючись у протилежному напрямку, по дузі кола, або іншій траєкторії. Для переміщення руху

важеля використовується язичок 4. Завдяки такій конструкції жолоб установки в одному напрямку рухається вздовж своєї осі, а в протилежному напрямку додатково набуває коливального руху відносно своєї осі.

Частота обертання двигуна визначалась за допомогою лазерного тахометра. Переміщення вантажа в жолобі конвеєра відбувалося за допомогою відеозйомки з наступним переглядом окремих кадрів. Знаючи переміщення тіла l за проміжок часу t визначали середню швидкість руху:

$$V_{\text{сер}} = \frac{l}{t} \quad (19)$$

Результати експериментальних досліджень наведено на графіку, зображеному на рис. 8.

По осі абсцис відкладено частота повздовжніх рухів жолоба. По осі ординат відкладено середнє значення швидкості переміщення тіла по жолобу. Розсіювання виміряних значень можна пояснити не достатньо довгим жолобом, що не дозволяє досліджуваному тілу розвинути сталу швидкість руху.

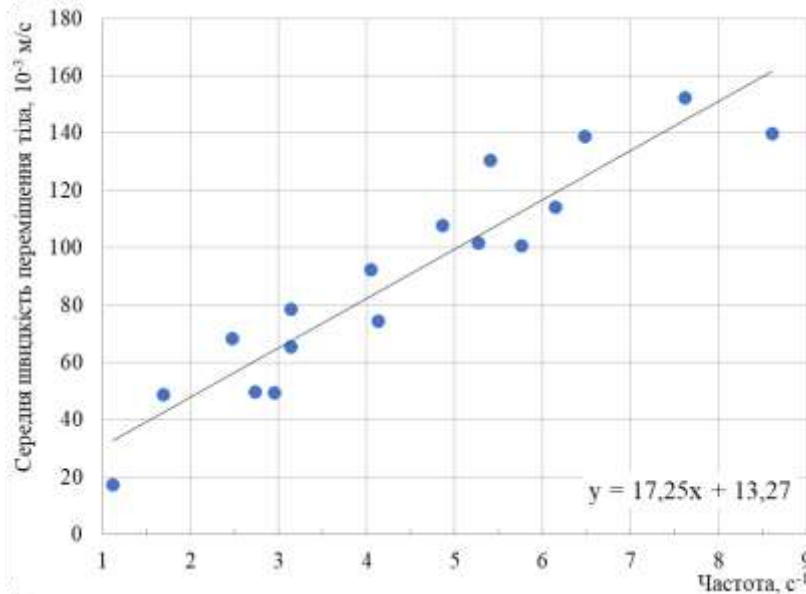


Рис.8 Графік залежності середньої швидкості переміщення тіла по поверхні жолоба від частоти повздовжніх коливань

Апроксимуюче рівняння набуде наступного вигляду:

$$V_{\text{сер}} = 17,25\omega + 13,27 \quad (20)$$

За даною лінійною залежністю можна визначити середню швидкість переміщення тіла по поверхні жолоба залежно від частоти обертання приводного двигуна (циклічної частоти повздовжніх коливань жолоба).

Висновки. В результаті проведеного аналізу літературних джерел встановлено, що

для транспортування різноманітних матеріалів, з економічної точки зору, доцільно застосовувати конвеєри.

Запропонована конструкція інерційного конвеєра для транспортування тіл циліндричної форми.

Розроблена математична модель руху тіла циліндричної форми в жолобі конвеєра, який здійснює як повздовжні, так і крутильні коливання для зменшення сили тертя між тілом



і жолобом в періоди часу, коли жолоб рухається в протилежний бік від напрямку транспортування.

Отримані залежності середньої швидкості транспортування тіл циліндричної форми інерційним конвеєром запропонованої конструкції.

розроблена лабораторна установка для перевірки працездатності запропонованого пристрою.

Результати проведених експериментальних досліджень задовільно узгоджуються з результатами математичного моделювання.

Список використаних джерел

1. Серілко Л. С., Сасюк З. К., Серілко Д. Л., Часов Д. П. Розробка конструкції та моделювання роботи вискоелективного інерційного конвеєра. *Вісник НУВГП. Серія: Технічні науки*. 2022. Вип. 3 (96). С. 297–309.
2. Gaberson H. A. Particle motion on oscillating conveyors – part 2. Practical solutions to the equations of motion and the extension of the theory to beds of granular material. *Journal of Engineering for Industry*. 1972. Vol. 94. P. 57–63. DOI: 10.1115/1.3428155.
3. Пилипака С. Ф., Грищенко І. Ю., Пилипака Т. С. Дослідження руху частинки по внутрішній поверхні похилого циліндра, що обертається навколо власної осі. *Motrol. Motoryzacja i energetyka rolnictwa*. 2010. Т. 12В. С. 113–126.
4. Lyashuk O., Serilko L., Hevko I., Serilko D., Lutsiv I., Vovk Y., Levkovich M., Tson O. The investigation of a physical pendulum motion, which move along a horizontal axis. *Bulletin of Karaganda University. Series «Physics»*. 2022. Vol. 2(106). P. 75–85. DOI: 10.31489/2022Ph1/75-85.
5. Рогатинський Р. М., Серілко Л. С., Сасюк З. К., Серілко Д. Л. Дослідження динаміки інерційних конвеєрів. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2018. № 2 (89). С. 41–48.
6. Serilko L. S., Lyashuk O. L., Sasyuk Z. K., Serilko D. L. The research of inertial conveyor transitional chute oscillations influence on its technical and economic indicators. Resource-saving technologies of raw-material base development in mineral mining : multi-authored monograph. Petrosani : Universitas Publishing, 2020. P. 293–309.
7. Serilko L., Lyashuk O., Sasiuk Z., Sokol M., Serilko D., Pryndiuk K., Tson A., Dzhyvak T. The Dynamics of the Inertial Conveyor. *International Journal of Engineering Research in Africa*. 2024. Vol. 72. P. 35–46. DOI: <https://doi.org/10.4028/p-Fiv8k6>.
8. Gelnar D., Prokes R., Jezerska L., Zegzulka J. Transporting wood pellets by vibrating conveyor: experimental analysis for DEM simulation. *Scientific Reports*. 2021. Vol. 11, № 1. P. 1–19. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96111-2>.
9. Blekhman I. I., Blekhman L. I., Vaisberg L. A., Vasilkov V. B. Energy Performance of Vibrational Transportation and Process Machines. Proceedings of the 14th International Conference on Vibration Problems, Crete, Greece, 1–4 September 2019. Singapore : Springer, 2021. P. 29–46.
10. Врублевський І. Й. Визначення параметрів двомасового вібраційного транспортеравеликої вантажності. *Військово-технічний збірник*. 2019. № 21. P. 3–8.
11. Врублевський І. Й. Точність наближеного розрахунку параметрів еліптичного коливань під час швидкісного вібротранспортування. *Військово-технічний збірник*. 2013. № 9. P. 9–12.
12. Корендій В. М., Гаврильченко О. В., Шенбор В. С. Вібраційні транспортно-маніпулюючі конвеєри для пакувального обладнання. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія: Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні. 2018. № 891. С. 35–41.
13. Serilko L. S., Lyashuk O. L., Chasov D. P., Serilko D. L., Ihnatiuk R. M. Body movement along the surface of an inertial conveyor chute under combined friction. *Journal of Engineering Sciences*. 2025. Vol. 12, № 1. P. D1–D8. DOI: [https://doi.org/10.21272/jes.2025.12\(1\).d1](https://doi.org/10.21272/jes.2025.12(1).d1).
14. Kilikevičius S., Fedaravičius A., Daukantienė V., Liutkauskienė K., Paukštaitis L. Manipulation of Miniature and Microminiature Bodies on a Harmonically Oscillating Platform by Controlling Dry Friction. *Micromachines*. 2021. Vol. 12, № 9. Article 1087. DOI: <https://doi.org/10.3390/mi12091087>.
15. Kilikevičius S., Fedaravičius A., Daukantienė V., Liutkauskienė K. Analysis on Conveying of Miniature and Microparts on a Platform Subjected to Sinusoidal Displacement Cycles with Controlled Dry Friction. *Mechanika*. 2022. Vol. 28. P. 38–44.
16. Kilikevičius S., Fedaravičius A. Vibrational Transportation on a Platform Subjected to Sinusoidal Displacement Cycles Employing Dry Friction Control. *Sensors*. 2021. Vol. 21, № 21. Article 7280. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21217280>.

References

1. Serilko, L. S., Sasiuk, Z. K., Serilko, D. L., & Chasov, D. P. (2022). Rozrobka konstruktсии ta modeliuvannia roboty vyskoefektyvnoho inertsiiinoho konveiera [Development of the design



and modeling of the operation of a highly efficient inertial conveyor]. *Visnyk NUVHP. Seriya: Tekhnichni nauky – Bulletin of the National University of Water and Environmental Engineering. Series: Technical Sciences*, 3(96), 297–309 [in Ukrainian].

2. Gaberson, H. A. (1972). Particle motion on oscillating conveyors – part 2. Practical solutions to the equations of motion and the extension of the theory to beds of granular material. *Journal of Engineering for Industry*, 94, 57–63. <https://doi.org/10.1115/1.3428155>

3. Pylypaka, S. F., Hryshchenko, I. Yu., & Pylypaka, T. S. (2010). Doslidzhennia rukhu chastynky po vnutrishnii poverkhni pokhyloho tsylindra, shcho obertaietsia navkolo vlasnoi osi [Study of particle motion along the inner surface of an inclined cylinder rotating around its own axis]. *Motrol. Motoryzacja i energetyka rolnictwa*, 12B, 113–126 [in Ukrainian].

4. Lyashuk, O., Serilko, L., Hevko, I., Serilko, D., Lutsiv, I., Vovk, Y., Levkovich, M., & Tson, O. (2022). The investigation of a physical pendulum motion, which move along a horizontal axis. *Bulletin of Karaganda University. Series «Physics»*, 2(106), 75–85. <https://doi.org/10.31489/2022Ph1/75-85>

5. Rohatynskiy, R. M., Serilko, L. S., Sasiuk, Z. K., & Serilko, D. L. (2018). Doslidzhennia dynamiky inertiinykh konveieriv [Study of the dynamics of inertial conveyors]. *Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh – Vibrations in Engineering and Technology*, 2(89), 41–48 [in Ukrainian].

6. Serilko, L. S., Lyashuk, O. L., Sasyuk, Z. K., & Serilko, D. L. (2020). The research of inertial conveyor transitional chute oscillations influence on its technical and economic indicators. In *Resource-saving technologies of raw-material base development in mineral mining: Multi-authored monograph* (pp. 293–309). Petrosani: Universitas Publishing.

7. Serilko, L., Lyashuk, O., Sasiuk, Z., Sokol, M., Serilko, D., Prynziuk, K., Tson, A., & Dzhyvak, T. (2024). The dynamics of the inertial conveyor. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 72, 35–46. <https://doi.org/10.4028/p-FiV8k6>

8. Gelnar, D., Prokes, R., Jezerska, L., & Zegzulka, J. (2021). Transporting wood pellets by vibrating conveyor: Experimental analysis for DEM simulation. *Scientific Reports*, 11(1), 1–19. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96111-2>

9. Blekhman, I. I., Blekhman, L. I., Vaisberg, L. A., & Vasilkov, V. B. (2021). Energy performance of vibrational transportation and process machines. In *Proceedings of the 14th International Conference on Vibration Problems, Crete, Greece, 1–4 September 2019* (pp. 29–46). Singapore: Springer.

10. Vrublevskiy, I. Y. (2019).

Vyznachennia parametriv dvomasovoho vibratsiinoho transportera velykoi vantazhnosti [Determination of parameters of a two-mass vibrating conveyor of large load capacity]. *Viiskovo-tekhnichniy zbirnyk – Military Technical Collection*, 21, 3–8 [in Ukrainian].

11. Vrublevskiy, I. Y. (2013). Tochnist nablyzhenoho rozrakhunku parametriv eliptychnykh kolyvan pid chas shvydkisnoho vibrotransportuvannya [Accuracy of approximate calculation of elliptical vibration parameters during high-speed vibratory transportation]. *Viiskovo-tekhnichniy zbirnyk – Military Technical Collection*, 9, 9–12 [in Ukrainian].

12. Korendii, V. M., Havrylchenko, O. V., & Shenbor, V. S. (2018). Vibratsiini transportno-manipuliuiuchi konveieri dlia pakuvalnoho obladnannia [Vibrating transport and manipulating conveyors for packaging equipment]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu “Lvivska politekhnika”. Seriya: Optyimizatsiia vyrobnychykh protsesiv i tekhnichniy kontrol u mashynobuduvanni ta pryladobuduvanni – Bulletin of Lviv Polytechnic National University. Series: Optimization of Production Processes and Technical Control in Mechanical Engineering and Instrumentation*, 891, 35–41 [in Ukrainian].

13. Serilko, L. S., Lyashuk, O. L., Chasov, D. P., Serilko, D. L., & Ihnatiuk, R. M. (2025). Body movement along the surface of an inertial conveyor chute under combined friction. *Journal of Engineering Sciences*, 12(1), D1–D8. [https://doi.org/10.21272/jes.2025.12\(1\).d1](https://doi.org/10.21272/jes.2025.12(1).d1)

14. Kilikevičius, S., Fedaravičius, A., Daukantienė, V., Liutkauskienė, K., & Paukštaitis, L. (2021). Manipulation of miniature and microminiature bodies on a harmonically oscillating platform by controlling dry friction. *Micromachines*, 12(9), Article 1087. <https://doi.org/10.3390/mi12091087>

15. Kilikevičius, S., Fedaravičius, A., Daukantienė, V., & Liutkauskienė, K. (2022). Analysis on conveying of miniature and microparts on a platform subjected to sinusoidal displacement cycles with controlled dry friction. *Mechanika*, 28, 38–44.

16. Kilikevičius, S., & Fedaravičius, A. (2021). Vibrational transportation on a platform subjected to sinusoidal displacement cycles employing dry friction control. *Sensors*, 21(21), Article 7280. <https://doi.org/10.3390/s21217280>

MODELING THE MOTION OF A CYLINDRICAL BODY IN THE CHUTE OF AN INERTIAL CONVEYOR

Inertial and vibrating conveyors are widely used in various industries for transporting bodies and implementing various technological processes. The main advantage of these devices is the ability



to regulate the speed of transportation by changing the frequency and amplitude of oscillations. At the same time, the speed of movement of the body in the chute of the inertial conveyor depends on the value of the coefficient of friction between the body and the surface of the chute. To reduce the friction force when the body moves by inertia in the chute, it is given additional oscillations in the vertical or horizontal planes.

This work considers the motion of a cylindrical body in the chute of an inertial conveyor, which, in addition to longitudinal oscillations, also performs torsional oscillations at certain intervals of time. For this purpose, a mathematical model of body motion was developed. After numerical integration of the differential equations of the body, the dependences of the speed and displacement of the body on the geometric parameters of the

conveyor chute, the coefficient of friction between the body and the surface of the chute, as well as the frequency and amplitude of oscillations were obtained. It was established that the average speed of transportation of the body depends almost linearly on the frequency of oscillations of the chute. A laboratory setup was developed to confirm the results of theoretical research.

The experimentally obtained dependences of the average speed of transportation by the proposed device are in satisfactory agreement with the results of mathematical modeling.

The results of the conducted research can be used to determine the rational geometric and kinematic parameters of inertial conveyors.

Keywords: vibration transportation, inertial conveyor, torsional vibrations, friction force, vibrations, vibration frequency.

Відомості про авторів

Серілко Леонід Степанович – кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної механіки інженерної графіки та машинознавства Національного університету водного господарства та природокористування (вул. Соборна 11, м Рівне, Україна 33000, e-mail: l.s.serilko@nuwm.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-2396-561X>).

Морозюк Сергій Володимирович – старший викладач кафедри автомобілів та автомобільного господарства Національного університету водного господарства та природокористування (вул. Соборна, 11, м. Рівне, Україна, 33000, e-mail: s.v.moroziuk@nuwm.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-8904-9614>).

Похильчук Ігор Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної механіки інженерної графіки та машинознавства Національного університету водного господарства та природокористування (вул. Соборна 11, м Рівне, Україна 33000, e-mail: i.o.pokhylchuk@nuwm.edu.ua, <https://orcid.org/0009-0006-9619-4293>).

Серілко Дмитро Леонідович – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин Національного університету водного господарства та природокористування (вул. Соборна 11, м Рівне, Україна 33000, e-mail: d.l.serilko@nuwm.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0001-5881-2413>).

Serilko Leonid – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Analytical Mechanics, Engineering Drawing and Mechanical Engineering, National University of Water and Environmental Engineering (Soborna St. 11, Rivne, Ukraine, 33000, e-mail: l.s.serilko@nuwm.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-2396-561X>).

Moroziuk Serhii – Senior Lecturer at the Department of Automobiles and Automotive Engineering, National University of Water and Environmental Engineering (Soborna St. 11, Rivne, Ukraine, 33000, e-mail: s.v.moroziuk@nuwm.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-8904-9614>).

Pokhylchuk Ihor – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Analytical Mechanics, Engineering Drawing and Mechanical Engineering, National University of Water and Environmental Engineering (Soborna St. 11, Rivne, Ukraine, 33000, e-mail: i.o.pokhylchuk@nuwm.edu.ua, <https://orcid.org/0009-0006-9619-4293>).

Serilko Dmytro – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Road, and Reclamation Machinery, National University of Water and Environmental Engineering (Soborna St. 11, Rivne, Ukraine, 33000, e-mail: d.l.serilko@nuwm.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0001-5881-2413>).

Стаття надійшла 22.03.2026

Стаття прийнята 06.04.2026

Опубліковано 28.05.2026