

УДК 621.867.4/6

Л. С. Серілко, канд. техн. наук, доцент, Д. Л. Серілко канд. техн. наук  
Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РУХУ ЧАСТИНКИ СИПКОГО МАТЕРІАЛУ ПО ЖОЛОБУ ІНЕРЦІЙНОГО КОНВЕЄРА

L.S. Serilko, Ph.D., Assoc. Prof., D.L.Serilko Ph.D.

### THE MATHEMATICAL MODEL OF LOOSE MATERIAL PARTICLE MOTION ON INERTIONAL CONVEYOR TROUGH

В різних галузях промисловості, таких як харчова, переробна, металургійна та інші широко використовуються інерційні конвеєри. Вони характеризуються високою стабільністю роботи, оскільки відносяться до машин з динамічною коливальною системою, оскільки амплітуда коливань жолоба в процесі роботи конвеєра є постійною.

Основним недоліком інерційних конвеєрів є наявність зворотнього ходу вантажу, що призводить до зменшення продуктивності цього транспортуючого засобу, а отже і до збільшення споживаної потужності.

Для подолання цього недоліку запропоновані нові конструкції інерційних конвеєрів [1,2], які забезпечують зменшення сили тертя між матеріалом, що транспортується і жолобом конвеєра в період, коли його швидкість відносно вантажу буде направлена в протилежний бік.

Схема одного із запропонованих пристроїв [1] зображена на на рис. 1.

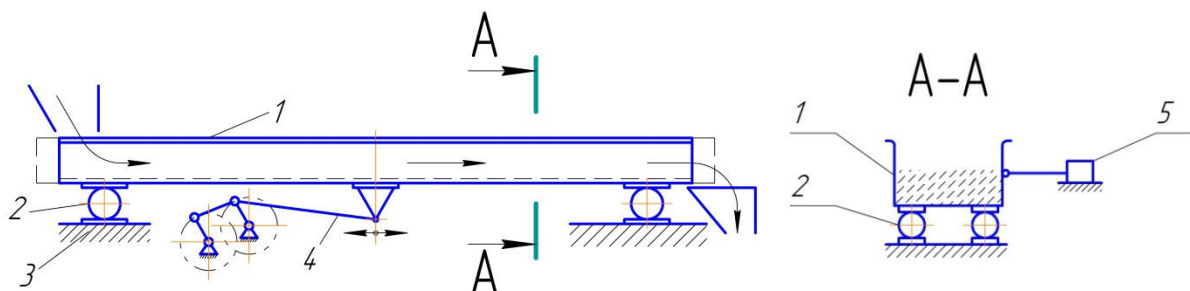


Рис. 1. Інерційний конвеєр

Інерційний конвеєр складається із жолоба 1, який встановлений на кульках 2, з можливістю рухатися як вздовж, так і поперек осі конвеєра по нерухомій основі 3, привода зворотньо-поступального руху 4, та вібратора 5 для здійснення поперечних коливань жолоба. Вібратор обладнано пультом керування, який на рисунках не зображено.

Інерційний конвеєр працює наступним чином. При русі жолоба 1 вправо за рахунок привода 4, вантаж, який знаходиться на жолобі починає рухатися разом із жолобом. В момент часу, коли швидкість жолоба досягне максимального значення, вмикається вібратор для здійснення поперечних коливань жолоба. Оскільки частота цих коливань набагато більша від частоти поздовжніх коливань жолоба, а сила тертя завжди направлена в протилежний бік від вектора відносної швидкості руху матеріалу по поверхні жолоба, то і сила тертя між матеріалом жолобом буде в більшості спрямована в поперечному напрямку, а отже в повздовжньому напрямку її значення буде мати мінімальну величину. Отже матеріал по інерції буде рухатися по поверхні жолоба доти, доки жолоб не почне рухатися в необхідному напрямку. В цей момент часу вібратор вимикається і цикл повторюється.

Розглянемо рух частинки сипкого матеріалу, яка знаходиться на поверхні жолоба інерційного конвеєра.

Жолоб рухається в горизонтальній площині вздовж осі конвеєра по закону  $S_x = S(t)$  і поперек осі конвеєра по закону  $S_y = A \sin \omega t$ .

На частинку діють сила тяжіння  $\vec{P}$ , реакція поверхні  $\vec{N}$ , сила тертя  $\vec{F}$  і сили інерції  $\vec{\Phi}_x$ ,  $\vec{\Phi}_y$ .

$$\Phi_x = -m \ddot{S}_x;$$

$$\Phi_y = -m \ddot{S}_y = -mA\omega^2 \sin \omega t.$$

Оскільки сила тертя напрямлена в протилежний бік від вектора швидкості руху точки, то розкладемо її на дві складові  $F_x$  і  $F_y$ :

$$F_x = fN \frac{V_x}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2}};$$

$$F_y = fN \frac{V_y}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2}},$$

де  $V_x = \dot{x}$  – проекція вектора швидкості частинки на вісь  $x$ ,  $V_y = \dot{y}$  – проекція вектора швидкості частинки на вісь  $y$ .

Закон руху частинки матеріалу  $S_x$  залежить від геометричних та кінематичних характеристик приводу інерційного конвеєра.

Диференціальні рівняння руху частинки сипкого матеріалу, в проекціях на осі  $x$  та  $y$  матимуть вигляд [3]:

$$\ddot{x} = -\ddot{S}_x - fg \frac{V_x}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2}};$$

$$\ddot{y} = A\omega^2 \sin \omega t - fg \frac{V_y}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2}}.$$

Розв'язуючи отриману систему рівнянь чисельним або наближеним методами [4] можна визначити швидкість руху, а отже продуктивність і споживану потужність інерційного конвеєра.

### **Література**

1. Рішення № 15606/ЗУ/16 від 28.07.2016 про видачу деклараційного патенту на корисну модель. Інерційний конвеєр / Рогатинський Р.М., Серілко Л.С., Серілко Д.Л., Козачук Р.І. – № у 2016 02699; заявл. 18.03.16.

2. Рішення № 15534/ЗУ/16 від 28.07.2016 про видачу деклараційного патенту на корисну модель. Інерційний конвеєр для транспортування сипких матеріалів / Рогатинський Р.М., Серілко Л.С., Серілко Д.Л. – № у 2016 02703; заявл. 18.03.16.

3. Андронов В.В. Сухое трение в задачах механики / В.В. Андронов, В.Ф. Журавлев // НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований. М.–Ижевск, 2010. – 184 с.

4. Вибрации в технике. Справочник в 6 томах. Т. 4. М.: Машиностроение, 1981. 510 с.