

УДК 621.86.067.2

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОЛИВНОГО ТАРІЛЧАСТОГО ЖИВИЛЬНИКА

П. Коруняк, к. т. н., С. Баранович, к. т. н., І. Власюк, інженер,

Д. Федорина, інженер

Львівський національний аграрний університет

І. Малик, інженер

*Чернівецький коледж Львівського національного аграрного
університету*

Постановка проблеми. Сучасна промисловість характеризується високим рівнем автоматизації виконання технологічних операцій у виробництві будь-якої продукції, основу яких складають різноманітні фізичні та хімічні явища.

Однією з важливих таких операцій є переміщення сипких матеріалів між технологічним обладнанням, при цьому ставиться завдання створення технологічного обладнання високої продуктивності, яке б задовольняло вимоги технологічного процесу, було енергоощадним і компактним. Крім того, воно повинно передбачати синхронізовану роботу з іншим обладнанням, таким як бункери, живильники, дозатори, від яких залежить ефективність роботи лінії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тарілчасті живильники здійснюють міжопераційне транспортування, автоматичне живлення матеріалами та виробами технологічного обладнання в автоматизованому виробництві [1; 4; 8]. З їх допомогою можна рівномірно подавати сипкі вантажі з ємностей (бункерів), наприклад, на транспортер, а також вони можуть виступати в ролі запірної пристрою і виконувати роль бункерного затвора. Крім цього, вони сають можливість тоншого регулювання потоку сипкого вантажу.

Технологічна ефективність процесу живлення сипких компонентів значною мірою визначає показники роботи всього технологічного процесу. Вона залежить від багатьох чинників, які можуть бути розбиті на дві групи: чинники, що зумовлені технологічними властивостями сипких компонентів, а також чинники, що залежать від режиму роботи та параметрів обладнання для живлення й умов його експлуатації.

Постановка завдання. Аналізуючи відомі конструкції живильників та досліджуючи робочий процес живлення, розроблена

конструкція живильника, в якому завдяки відповідному конструктивному виконанню приводу та особливостям відносного руху робочого органа забезпечиться підвищення ефективності технологічного процесу [4; 6]. Завданням роботи є дослідження живильника з кривошипно-коромисловим приводом, який забезпечує обертально-коливальний рух робочого органа.

У відомих тарілчастих (дискових) живильниках кількісна подача матеріалу визначається конструктивними параметрами робочого органа та режимом його роботи [3; 5; 7]. Крім цього, відмінність цих пристроїв полягає у приводі руху тарілки. В одних конструкціях робочому органу надається обертальний рух [7], в інших – коливальний [5]. До недоліків перших можна зарахувати нерівномірність висівання вантажного потоку, а в других унаслідок тривалої дії коливань (вібрації) на середовище в бункері відбувається його ущільнення, що знижує ефективність робочого процесу.

Використання рівнозмінних коливальних рухів під час розробки нових інерційних механічних систем сприяє створенню ресурсоощадних технологій та підвищенню ефективності багатьох технологічних процесів.

Виклад основного матеріалу. На рис. 1 запропонована конструкція живильника [6], що містить завантажувальний бункер 1 із телескопічним регулювальним циліндром 2, всередині якого знаходиться вал із закріпленою на ньому тарілкою. Робочий орган (тарілка) приводиться в рух кривошипно-коромисловим механізмом, розташованим над бункером.

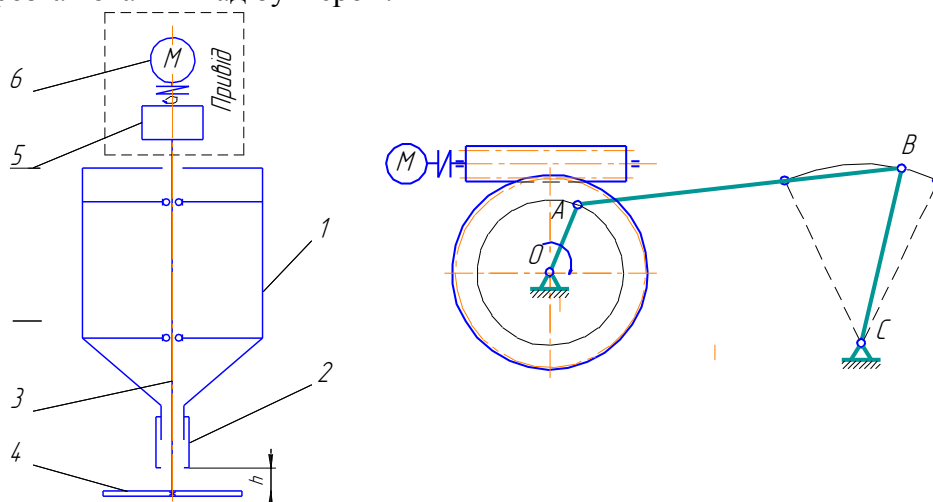


Рис. 1. Загальний вигляд тарілчастого живильника.

Працює пристрій таким чином. Сипкий матеріал з бункера надходить на горизонтальну поверхню тарілки. Кількість вивантажуваного матеріалу визначається розміром кільцевого зазору між горизонтальною поверхнею робочого органа та рухомим телескопічним регулювальним циліндром (патрубком). Завдяки роботі кривошипно-коромислового механізму тарілка одержує рівномірно-змінний обертально-коливальний рух, при якому під дією відцентрової сили інерції відбувається вивантаження матеріалу з бункера. Характер вантажного потоку можна регулювати довжинами ланок кривошипно-коромислового механізму та частотою обертання кривошипа.

Дослідимо роботу запропонованої конструкції живильника через вплив його конструктивних параметрів на процес розсіювання. Оскільки рух робочого органа живильника задається кривошипно-коромисловим механізмом, то розглянемо задачу щодо визначення кінематичних параметрів руху його ланок (рис. 2).

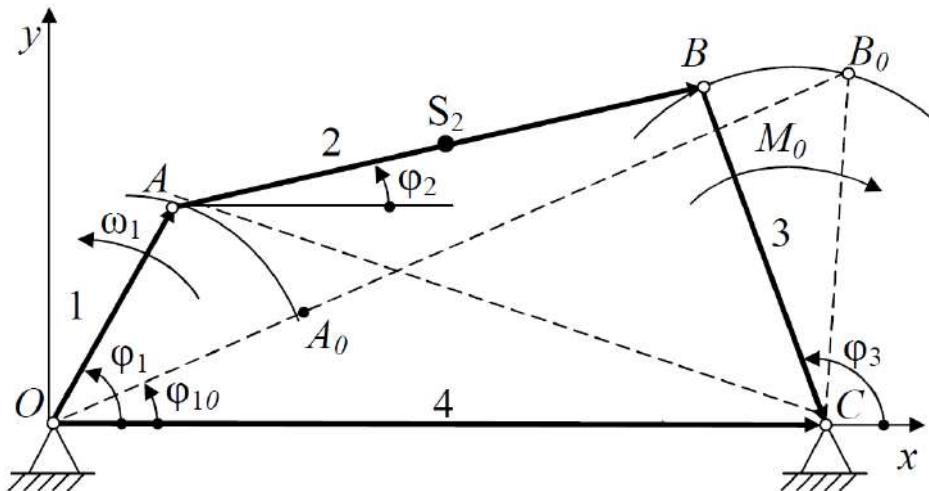


Рис. 2. Схема плоского шарнірного чотириланкового механізму.

Для розв'язування поставленої задачі використаємо метод замкнутого векторного контуру, який наведений у роботі [2]. Векторний контур, утворений ланками 1, 2, 3, 4 механізму, можна виразити рівнянням

$$\bar{l}_1 + \bar{l}_2 + \bar{l}_3 = \bar{l}_4.$$

Проектуючи це векторне рівняння на осі x і y , отримаємо:

$$\begin{cases} l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3 = l_4 \cos \varphi_4 \\ l_1 \sin \varphi_1 + l_2 \sin \varphi_2 + l_3 \sin \varphi_3 = l_4 \sin \varphi_4. \end{cases} \quad (1)$$

Оскільки $\varphi_4 = 0^\circ$, то $\sin \varphi_4 = 0$, $\cos \varphi_4 = 1$. Визначимо відомі величини

$$\begin{cases} l_4 - l_1 \cos \varphi_1 = q \\ l_1 \sin \varphi_1 = u. \end{cases} \quad (2)$$

Тоді рівняння (1) матимуть такий вигляд:

$$\begin{cases} l_2 \cos \varphi_2 = q - l_3 \cos \varphi_3 \\ l_2 \sin \varphi_2 = -u - l_3 \sin \varphi_3. \end{cases} \quad (3)$$

Введемо позначення:

$$\begin{aligned} \frac{u}{q} &= \operatorname{tg} \nu; \\ \frac{q^2 + u^2 - l_3^2 + l_2^2}{2ql_2} &= c; \\ \frac{q^2 + u^2 + l_3^2 - l_2^2}{2ql_3} &= a. \end{aligned}$$

Після відповідних заміни і перетворень системи рівнянь (3) отримаємо кути повороту кривошипа і коромисла відповідно:

$$\varphi_3 = \arccos(c \cos \nu) - \nu; \quad (4)$$

$$\varphi_3 = \arccos(a \cos \nu) + \nu. \quad (5)$$

Кутові швидкості ω_2 і ω_3 та кутові прискорення ε_2 і ε_3 ланок 2 і 3 отримаємо, продиференціювавши рівняння (1) за часом і виконавши необхідні перетворення:

$$\omega_2 = -\omega_1 \frac{l_1 \sin(\varphi_1 + \varphi_3)}{l_2 \sin(\varphi_2 + \varphi_3)}; \quad (6)$$

$$\omega_3 = \omega_1 \frac{l_1 \sin(\varphi_2 - \varphi_1)}{l_3 \sin(\varphi_2 + \varphi_3)}; \quad (7)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\omega_1^2 l_1 \cos(\varphi_1 + \varphi_3) + \omega_2^2 l_2 \cos(\varphi_2 + \varphi_3) + \omega_3^2 l_3}{-l_2 \sin(\varphi_2 + \varphi_3)}; \quad (8)$$

$$\varepsilon_3 = \frac{\omega_1^2 l_1 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) + \omega_2^2 l_2 + \omega_3^2 l_3 \cos(\varphi_2 + \varphi_3)}{-l_3 \sin(\varphi_2 + \varphi_3)}. \quad (9)$$

Модуль швидкості центра ваги другої ланки (точки S_2):

$$\mathcal{G}_{S_2} = \sqrt{(\mathcal{G}_{xS_2})^2 + (\mathcal{G}_{yS_2})^2}. \quad (10)$$

Під час дослідження механізму за нульове прийнято одне з крайніх положень, в якому кривошип і коромисло розміщені на одній прямій (рис. 2). Тому розрахунок необхідно починати з початкової кутової координати кривошипа за формулою

$$\varphi_{1(0)} = \arccos \left[\frac{(l_1 + l_2)^2 + l_4^2 - l_3^2}{2(l_1 + l_2)l_4} \right]. \quad (11)$$

За описаним вище алгоритмом виконується розрахунок кінематичних параметрів такого механізму.

Кінематичні параметри кінцевої ланки механізму відображені на графіку (рис. 3).

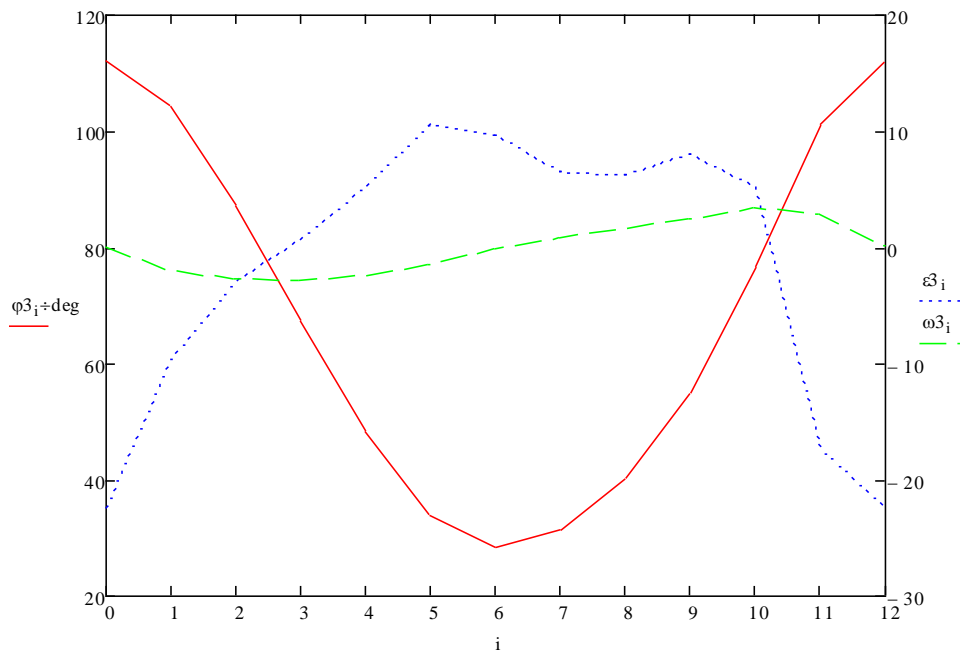


Рис. 3. Залежність кінематичних параметрів живильника від кута повороту кривошипа.

Графік відображає зміну кутової швидкості, прискорення і кута повороту кінцевої ланки залежно від кута повороту кривошипа кривошипно–коромислового механізму.

Висновки. Розглянувши властивості сипких матеріалів, вважаємо тарілчастий живильник найбільш ефективним засобом живлення технологічного обладнання. Встановлено, що на рівномірність роботи живильника мають вплив декілька чинників. Це характеристики матеріалу, що подає живильник, геометричні та кінематичні параметри приводу і тарілки, а також амплітуди коливань, які впливають на фізичний стан матеріалу – природний кут відкосу. Залежно від геометричних параметрів механізму приводу і тарілки, матеріалу, що подається живильником, можна отримати різноманітний характер залежності продуктивності та рівномірності роботи живильника.

Зміна конструктивних параметрів елементів цього механізму і режиму його роботи уможливує здійснення впливу на ширину та рівномірність вантажного потоку, а отже, й на весь робочий процес загалом.

Бібліографічний список

1. Александров М. П. Подъемно-транспортные машины : учеб. для вузов /М. П. Александров. – М. : Высш. шк., 1972. – 504 с.
2. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин: учеб. пособие / И. И. Артоболевский. – М. : Наука, 1988. – 640 с.
3. Гавва О. М. Пакувальне обладнання / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, А. І. Волчко. – К. : ІАЦ «Упаковка», 2008. – 436 с.
4. Зенков Р. Л. Машины непрерывного транспорта / Р. Л. Зенков, И. И. Иванов, Л. Н. Колобов. – М. : Машиностроение, 1980. – 304 с.
5. Пат. України на корисну модель № 3957, МПК 7 А01К5 / 02. Вібраційний дозатор сипучих матеріалів / В. М. Сиротюк, С. М. Хімка, С. В. Сиротюк. – опубл. 15.12.04, Бюл. №12.
6. Пат. України на корисну модель №99637, МПК G01F11/8. Живильник тарілчастий / П. С. Коруняк, С. М. Баранович, І. В. Власюк. – опубл. 10.06.15, Бюл. №11.
7. Рогинский Г. А. Дозирование сипучих материалов / Г. А. Рогинский. – М. : Химия, 1978. – 176 с.
8. Спиваковский А. О. Транспортирующие машины / А. О. Спиваковский, В. К. Дьячков. – М. : Машиностроение, 1983. – 478с.

**Коруняк П., Баранович С., Власюк І., Федорина Д., Малик І.
Дослідження кінематичних параметрів коливного тарілчастого живильника**

Розглянуто нову конструктивну схему приводу тарілчастого живильника, яка забезпечить ефективне живлення технологічного обладнання. Наведено розрахунок руху робочого органа живильника, що приводиться від кривошипно-коромислового механізму. Розв'язано задачу щодо визначення кінематичних параметрів руху окремих ланок приводу і тарілки живильника.

Ключові слова: живильник, тарілка, бункер, ланка, коромисло.

**Korunyak P., Baranovych S., Vlasyuk I., Fedoryna D., Malik I.
The study kinematic parameters poppet oscillatory feeder**

Consider a new constructive scheme over rotary table feeder that will ensure the effective supply of technological equipment. Modified calculation movement of feeder that is conducted from crank-and-rocker mechanism. Worked out a problem for clarity traveltime characteristics the movement of individual units of actuator and feed stage.

Key words: feeder, plate, tank, link, rocker.

**Коруняк П., Баранович С., Власюк І., Федорина Д., Малик І.
Исследование кинематических параметров колебательного тарельчатого питателя**

Рассмотрена новая конструктивная схема привода тарельчатого питателя, который предназначен для эффективного питания технологического оборудования. Приведен расчет движения рабочего органа питателя, приводимого от кривошипно-коромыслового механизма. Решена задача по определению кинематических параметров движения отдельных звеньев и тарелки питателя.

Ключевые слова: питатель, тарелка, бункер, звено, коромысло.