

УДК 631.362.33

ВИЗНАЧЕННЯ КІНЦЕВИХ МОМЕНТІВ ПЕРІОДИЧНОГО РУХУ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ ПО ПОВЕРХНІ РЕШЕТА

Малюта С.І., к.т.н.,

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-06

Малюта І.В., викладач вищої категорії, викладач - методист

ВСП Мелітопольський коледж ТДАТУ

Тел. (0619) 42-20-00

Анотація – визначена функціональна залежність моментів часу кінця періодичного руху шару зернового матеріалу по поверхні горизонтального решета від моменту часу початку вказаного руху.

Ключові слова – зерно, решето, прискорення, швидкість, модель, усталений рух, час.

Постановка проблеми. Ефективність процесу очищення зернових матеріалів та насіння від дрібних та крупних домішок, а також їх сортування значною мірою залежить від характеру усталеного руху даних матеріалів по поверхні коливних решіт. При цьому, зважаючи на періодичність та те, що просіювання часток можливе тільки під час руху, важливим є визначення моментів часу його початку, кінця, а також протяжність часу зупинок шару при зміні напрямку руху.

Аналіз останніх досліджень. Механіко-математичні моделі усталеного руху зернового матеріалу по поверхнях плоских, вібраційно-відцентрових та пневмовібровідцентрових решіт розглянуті в роботах Летошнева М.Н. [1], Гончарова Є.С. [2,3], Гончарова Є.С. та Малюти С.І. [3]. У згаданих роботах рух шару зерна або насіння моделюється рухом окремо взятої матеріальної частки масою m . Коефіцієнт тертя ковзання f приймається сталим, не залежним від швидкості V руху частки. Решето має кінематичний зв'язок зі збудником коливань і приводиться в коливний рух за допомогою кривошипно-шатунного механізму. Рух матеріальної частки m описується за допомогою систем нелінійних неоднорідних диференціальних рівнянь другого порядку як "вниз", так і "вгору" по решету (1), (2), (3). Дані моделі визначають умови переміщення частки по решетах, умови її утримання, умови початку та кінця руху частки "вниз" і "вгору".

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{\delta} \frac{d^2 \xi_{BB}}{dt^2} &= \omega^2 r \cdot \cos \omega t - g \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\cos(\varepsilon + \alpha + \varphi)} \\ \frac{1}{\delta} \frac{d^2 \xi_{BH}}{dt^2} &= \omega^2 r \cdot \cos \omega t - g \frac{\sin(\alpha - \varphi)}{\cos(\varepsilon + \alpha - \varphi)}. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 \xi_B}{dt^2} &= \omega_2^2 r \cdot \cos \omega_2 t - g - \omega_1^2 R f \\ \frac{d^2 \xi_H}{dt^2} &= \omega_2^2 r \cdot \cos \omega_2 t - g + \omega_1^2 R f. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 \xi_{BB}}{dt^2} &= \omega_1^2 r \cdot \cos \omega_1 t - g \left[k_{\text{ц}} t g(\varphi - \beta) + 1 - \frac{\sin \varphi}{\cos(\varphi - \beta)} k_B \right] \\ \frac{d^2 \xi_{BH}}{dt^2} &= \omega_1^2 r \cdot \cos \omega_1 t + g \left[k_{\text{ц}} t g(\varphi + \beta) - 1 - \frac{\sin \varphi}{\cos(\varphi + \beta)} k_B \right]. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

При цьому, кути повороту кривошипа, що відповідають, відповідно, моментам початку та кінця руху матеріальної частки визначаються з виразів (4) та (5) в роботі Летошнева М.Н. [1], та (6) і (7) в роботах Гончарова Є.С. [2], Гончарова Є.С. та Малюти С.І. [3].

$$\theta_1 = \arccos \frac{\sin(\alpha - \varphi)}{k \cos(\varepsilon + \alpha - \varphi)}, \quad (4)$$

$$\sin \theta_2 - \theta_2 \cos \theta_1 = \sin \theta_1 - \theta_1 \cos \theta_1, \quad (5)$$

$$\alpha_1 = \pi - \arccos \left[\frac{g(kf - 1)}{\omega_2^2 r} \right], \quad (6)$$

$$\alpha_2 = \pi + \arccos \left[\frac{g(kf - 1)}{\omega_2^2 r} \right], \quad (7)$$

Зважаючи на те, що кути початку руху частки по сепаруючій поверхні θ_1 , і α_1 визначені однозначно і вірно, то кут кінця θ_2 вказаного руху за виразом (5) можна визначити тільки чисельними методами з використанням ЕОМ, а кут α_2 за виразом (7) взагалі визначається не вірно, оскільки вказана точка відповідає моменту максимальної відносної швидкості частки V . Таким чином, вирази як (5), так і (7) не дозволяють виконувати швидкий та оперативний аналіз умов відносного руху матеріальної частки m по поверхні решета.

Формування мети статті (постановка задачі). Метою статті є обґрунтування залежності кута кінця відносного руху частки по поверхні решета $\alpha_{\text{кін}}$ як функції кута початку вказаного руху $\alpha_{\text{поч}}$

$$\alpha_{\text{кін}} = f(\alpha_{\text{поч}}). \quad (8)$$

Основна частина. Численні теоретичні та експериментальні дослідження, розрахунки, а також графічна інтерпретація їх результатів свідчать про наступне. Кут кінця відносного руху частки по поверхні решета $\alpha_{\text{кін}}$ є функцією кута початку вказаного руху $\alpha_{\text{поч}}$. При цьому, діапазон можливого руху частки по поверхні решета приблизно дорівнює потроєній різниці $\frac{\pi}{2} - \alpha_{\text{поч}}$ (рисунок 1).

$$\text{Або} \quad \alpha_{\text{кін}} - \alpha_{\text{поч}} = 3\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_{\text{поч}}\right). \quad (9)$$

$$\text{Звідки} \quad \alpha_{\text{кін}} = \left(\frac{3\pi}{2} - 2\alpha_{\text{поч}}\right). \quad (10)$$

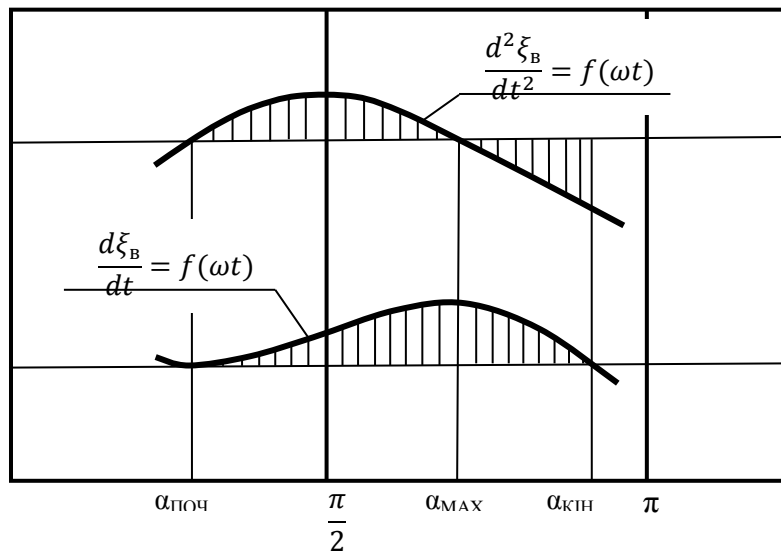


Рис. 1. Графіки залежностей зміни відносного прискорення та відносної швидкості частки від кута повороту кривошипа.

З метою встановлення точності вказаного припущення в діапазонах можливого руху частки були виконані розрахунки $\alpha_{\text{кін}} = f(\alpha_{\text{поч}})$ чисельним методом Рунге-Кутта, результати яких були прийняті за "точні", та при тих же значеннях $\alpha_{\text{поч}}$ за допомогою виразу (10). Відносна похибка розрахунків в діапазоні зміни $\alpha_{\text{поч}}$ від 0,6 до 1,2 радіана, наведена на рисунку 2, свідчить, що у вказаному діапазоні вона не перевищує 3,0 %, що цілком прийнятно для інженерних розрахунків.

Отже, точки значень кутів, що характеризують відносний рух матеріальної частки масою m по поверхнях плоских, вібраційно – відцентрових та пневмовібровідцентрових решіт в загальному вигляді можна представити як

$$\alpha_{\text{ПОЧ}} = \alpha_{\text{ПОЧ}} + 2\pi n, \quad n \in \mathbb{Z} \quad (11)$$

$$\alpha_{\text{МАХ}} = (\pi - \alpha_{\text{ПОЧ}}) + 2\pi n, \quad n \in \mathbb{Z} \quad (12)$$

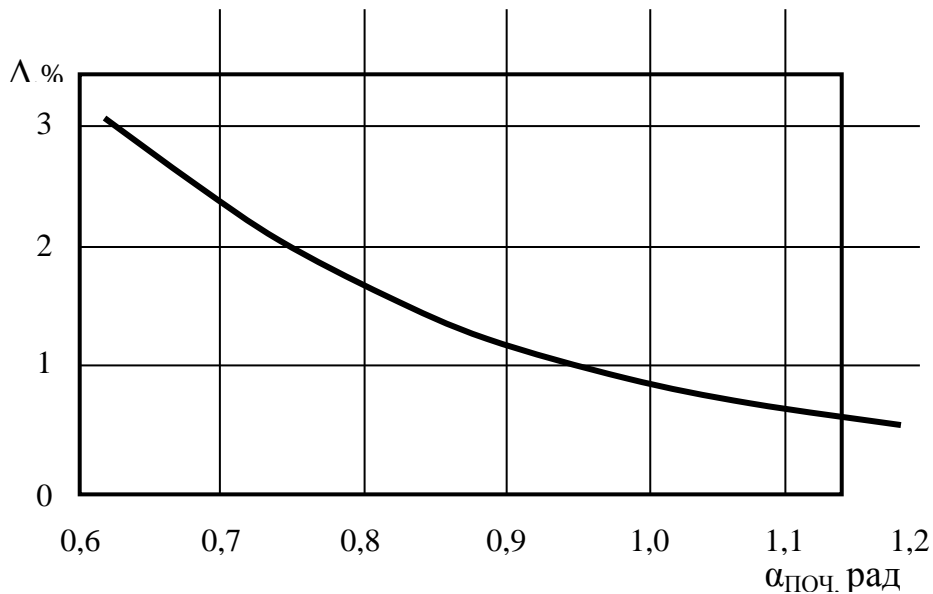


Рис. 2. Графік залежності відносної похибки розрахунку $\alpha_{\text{кін}}$ від кута повороту кривошипа.

$$\alpha_{\text{кін}} = \left(\frac{3\pi}{2} - 2\alpha_{\text{поч}} \right) + 2\pi n, \quad n \in Z \quad (13)$$

Висновки. Таким чином, виходячи з вищенаведеного, можна зробити наступні висновки.

1. Кути кінця відносного руху частки по поверхні решета $\alpha_{\text{кін}}$ є функцією кута початку вказаного руху $\alpha_{\text{поч}}$.

2. Значення кутів, що характеризують відносний рух матеріальної частки масою m по поверхнях плоских, вібраційно-відцентрових та пневмовібровідцентрових решіт можна розраховувати за виразами $\alpha_{\text{поч}} = \alpha_{\text{поч}} + 2\pi n$;

$$\alpha_{\text{МАХ}} = (\pi - \alpha_{\text{поч}}) + 2\pi n; \quad \alpha_{\text{кін}} = \left(\frac{3\pi}{2} - 2\alpha_{\text{поч}} \right) + 2\pi n; \quad n \in Z.$$

3. Відносна похибка розрахунків в діапазоні зміни $\alpha_{\text{поч}}$ не перевищує 3,0 %, що цілком прийнятно для інженерних розрахунків.

Література:

1. *Летошнев М.Н.* Сельскохозяйственные машины / М.Н.Летошнев // – М. - Л.: Сельхозгиз, 1949. - с. 488 – 504.

2. *Гончаров Е.С.* Вопросы теории центробежно – вибрационного метода сепарации зерновых материалов / Е.С.Гончаров // – В кн.: Труды молодых ученых, Вып. 7. – К: УСХА, 1962. – с. 188 – 194.

3. *Гончаров Е.С.* Механико – математическая модель движения частиц семенной смеси по поверхности ротора пневмовиброцентробежного сепаратора / Е.С.Гончаров, С.И.Малюта // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1986. – Вып. 64. – с. 24 – 29.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЕЧНЫХ МОМЕНТОВ
ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА
ПО ПОВЕРХНОСТИ РЕШЕТА**

Малюта С.И., Малюта И.В.

Аннотация – в статье раскрыто определение функциональной зависимости моментов времени конца движения слоя зернового материала от моментов времени начала указанного движения.

**DEFINING MOMENTS THE END PERIODIC MOTIONS
GRAIN MATERIAL ON THE SURFACE A SIEVE**

S. Maliyta, I. Maliyta

Summary

Determine the functional dependence of the end of the movement of grain from the sieve material for the start of movement.