

## ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГАРМОНІЙНИХ КОЛИВАНЬ РОБОЧОГО ОРГАНА СЕПАРАТОРА В ГОРИЗОНТАЛЬНІЙ ПЛОЩИНІ

**Фалько О.Л., к.т.н., доц., Коваленко А.В. ст. викладач**  
*(Донецький національний університет економіки і торгівлі імені  
Михайла Туган-Барановського)*

*У статті доводиться доцільність використання гармонійних коливань робочого органу сепараторів сипких харчових мас у горизонтальній площині з метою зменшення необхідної потужності віброприводу.*

**Постановка проблеми.** Складність і безперервність технологічних процесів на харчових і переробних виробництвах, спричиняється застосуванням устаткування безперервної дії для класифікації сипучих харчових мас. Вибір устаткування найчастіше падає на сепаратори, робота яких заснована на принципі дії віброконвеєра, віброситя й т.д. Використання вібраційного сепаратора, має ряд позитивних моментів: висока технологічна ефективність, невеликі габарити, мала енергоємність, простота конструкції [1, 2, 6].

**Аналіз останніх досліджень.** Для просіювання з одночасним вібропереміщенням сипких мас абсолютну перевагу має застосування різних режимів вібропереміщення часток сипких мас по робочому органу [3, 4, 5] в залежності від властивостей продукту. Найбільшу увагу слід приділяти штучним режимам вібропереміщення [4, 5]. Завдяки генеруванню штучних режимів переміщення сипка маса продукту сепарується та транспортується в певному напрямку [4]. Апарати для класифікації, що засновані на принципі віброконвеєра, мають спрямовані коливання [5,6], врівноважувати і настроювати які більш складно, ніж горизонтальні або вертикальні. У широко застосовуваних вібраційних машинах значення кута спрямованості коливань становить  $\gamma = 20^\circ \dots 40^\circ$ . При цьому найбільша швидкість вібропереміщення досягається при  $\gamma = 45^\circ$ , тому що тіло, що кинуте під таким кутом, пролітає найбільшу відстань [1,6].

Спрямовані коливання вимагають періодичних перевірок кута

спрямованості та зміни жорсткості застосовуваних пружних елементів і т.д. [4]. Крім того, на нашу думку ці коливання вимагають більших енерговитрат.

Висновки експериментальні і аналітичних досліджень у даній області дозволяють зробити висновок, що сипучі харчові маси можна сепарувати й одночасно вібротранспортувати на робочому органі із застосуванням горизонтальних коливань за рахунок східчастої форми ситової поверхні [5].

**Метою статті** є довести доцільність використання гармонійних коливань робочого органу сепараторів сипких харчових мас у горизонтальній площині з метою зменшення необхідної потужності віброприводу.

**Результати досліджень.** Проведемо спрощений розрахунок споживної потужності для оцінки ефективності застосування горизонтальних коливань робочого органу на прикладі вібромашини з електромагнітним приводом. Розглянемо рух робочого органу уздовж осі  $X$  під кутом до горизонту в системі осей  $XOY$  (рис. 1).

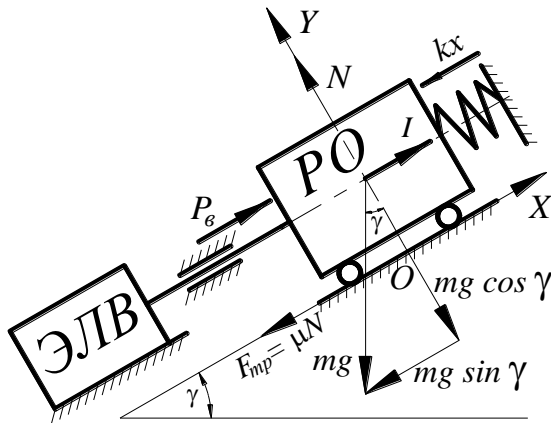


Рис. 1. Схема сил, діючих на робочий орган (РО)

Для визначення споживної потужності вібромашини складемо спрощену схему сил, що діють на робочий орган пружної коливальної системи (рис. 1) з електромагнітним приводом. (робочий орган рухається нагору й вправо після положення статичної рівноваги).

$$\begin{cases} P_e + mA\omega^2 \sin\alpha t - F_{mp} - mg \sin\gamma - kx = 0 \\ N - mg \cos \gamma = 0 \end{cases}, \quad (1)$$

де  $P_e$  – необхідна збурювальна сила,  $F_{mp} = \mu N$  - сила тертя (де  $\mu$  - коефіцієнт тертя робочого органу об опорну поверхню),  $N$  - сумарна реакція опор (спрощено),  $k$  - жорсткість ресор, сила пружності  $-kx$ .

З урахуванням  $F_{mp} = \mu N$  при  $\dot{x} > 0$ , виразивши  $N$  із другого рівняння системи (1) одержимо:

$$F_{mp} = \mu mg \cos \gamma. \quad (2)$$

Тоді перше рівняння системи (1) прийме вид:

$$P_e + mA\omega^2 \sin\alpha t - \mu mg \cos \gamma - mg \sin\gamma - kx = 0. \quad (3)$$

Для робочого органу в крайнім положенні  $\sin\alpha t = 1$ , а сила пружності  $-kx$  має максимальне значення при  $x=A$ , тобто сила пружності дорівнює  $-kA$ . Тоді необхідну силу  $P_e$  визначимо з рівняння (3):

$$P_e = kA + mg \sin\gamma + \mu mg \cos \gamma - mA\omega^2. \quad (4)$$

Необхідна потужність  $W$  визначається з урахуванням сили  $P_e$ , шляху  $S=4A$ , що пройде робочий орган за час періоду коливань  $T=2\pi/\omega$ :

$$W = \frac{P_e \times S}{T} = \frac{P_e \times 4A\omega}{2\pi}. \quad (5)$$

Співвідношення потужності при  $\gamma = 30^\circ \dots 45^\circ$  до потужності приводу при  $\gamma = 0$ , визначається по (5) при незмінних амплітуді й частоті:

$$\frac{W_\gamma}{W_{\gamma=0}} = \frac{P_{e(\gamma)}}{P_{e(\gamma=0)}}. \quad (6)$$

Для крайніх положень робочого органу формула (6) з урахуванням (4) прийме вид:

$$\frac{W_{(\gamma)}}{W_{(\gamma=0)}} = \frac{kA + mg \sin\gamma + \mu mg \cos \gamma - mA\omega^2}{kA + \mu mg - mA\omega^2}. \quad (7)$$

Для правильно вивішеної резонансної коливальної системи пружні елементи підбираються згідно закону для частоти власних

коливань системи  $\omega^2 = k/m$  із жорсткістю:

$$k = m_{p0}\omega^2, \quad (8)$$

де  $m_{p0}$  - маса робочого органу з вантажем (спрощено). З урахуванням цього співвідношення формула (7) прийме вид:

$$\frac{W_{(\gamma)}}{W_{(\gamma=0)}} = \frac{\sin \gamma + \mu \cos \gamma}{\mu}. \quad (9)$$

Розглянемо середнє положення робочого органу. Швидкість робочого органу максимальна, а сила інерції  $mA\omega^2 \sin \alpha t = 0$ , тому що  $\sin \alpha t = 0$ , сила пружності  $-kx = 0$ , тоді рівняння (3) прийме вид:

$$P_g - \mu mg \cos \gamma - mg \sin \gamma = 0 \Rightarrow P_g = mg(\mu \cos \gamma + \sin \gamma). \quad (10)$$

Для середніх положень робочого органу формула (6) з урахуванням (10) прийме вид:

$$\frac{W_\gamma}{W_{\gamma=0}} = \frac{\mu \cos \gamma + \sin \gamma}{\mu}. \quad (11)$$

Тоді, незважаючи на те, що в крайнім положенні робочому органу від приводу потрібне найбільше зусилля, економія потужності за рахунок зниження  $\gamma$  у середньому й у крайньому положеннях робочого органу обчислюються по однакових формулах (9) і (11). У таблицю 1 занесемо розрахункові значення  $w_\gamma / w_{\gamma=0}$ .

Таблиця 1

Значення  $w_\gamma / w_{\gamma=0}$  залежно від коефіцієнта тертя  $\mu = 0,3 \dots 0,8$  при різних кутах спрямованості коливань робочого органу

	$\mu$					
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$\frac{W_{\gamma=45^\circ}}{W_{\gamma=0^\circ}}$	3,064	2,475	2,121	1,886	1,717	1,591
$\frac{W_{\gamma=40^\circ}}{W_{\gamma=0^\circ}}$	2,909	2,373	2,052	1,837	1,684	1,57

$\frac{W_{\gamma=35^\circ}}{W_{\gamma=0^\circ}}$	2,731	2,253	1,966	1,775	1,639	1,536
$\frac{W_{\gamma=30^\circ}}{W_{\gamma=0^\circ}}$	2,533	2,116	1,866	1,699	1,58	1,491

За даними таблиці 1 побудована залежність на (рис.2).

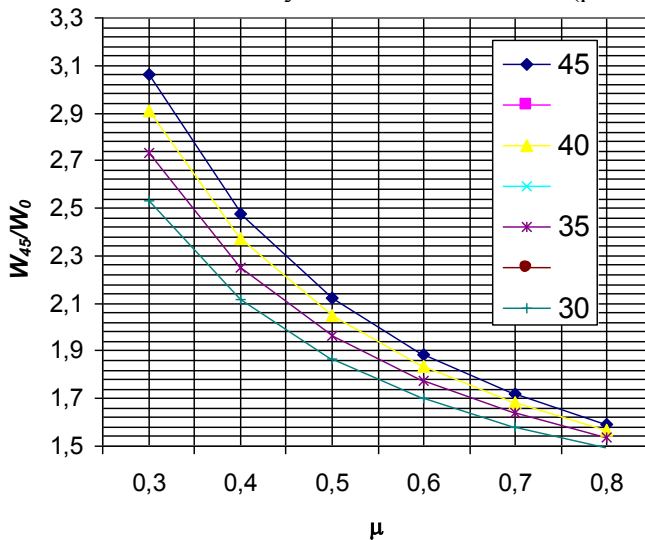


Рис. 2. Графічна залежність  $W_{\gamma} / W_{\gamma=0}$

Як видно з рисунку 2 при горизонтальних коливаннях робочого органу потрібна менша потужність для здійснення коливань, чим при різних кутах спрямованих коливань.

**Висновки.** Використання горизонтальних коливань у зазначених вібраторах дозволить знизити енерговитрати і вартість віброприводів завдяки меншій необхідній потужності.

### Список літератури

1. Блехман И.И. Теория вибросепараторов и её связь с теорией некоторых других новых вибрационных машин /И.И. Блехман // Механика и расчет машины вибрационного типа(материалы совещания). - М.: Из-во академии наук СССР, -1957. - С.71 – 78.
2. Богомолов А.В. Научное обоснование энергосберегающих

процессов и оборудования для сепарации пищевого сыпучего сырья: дис... д-ра техн. наук: 05.18.12 /А.В. Богомолов: Харьковский национальный технический ун-т сельского хозяйства им. Петра Василенко. — Харків: -2006. — 412с. : рис. — Библиогр.: с. 285-322.

3. Богомолов А.В. Пути снижения энергоемкости и повышения качества работы вибрационных зерноочистительных машин / А.В. Богомолов // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічна обґрунтованість у підприємствах харчування. Економічні проблеми торівлі. Зб. наук пр.- 4.1. - Харків: ХДАТОХ, 1998. - С. 143-145.

4. Фалько Л.Г. Виброадгезионная сепарация сыпучих пищевых продуктов: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12: защищена 19.04.96 / Фалько Леонид Григорьевич, – Донецк : 1994. –227 с.

5. Фалько А.Л. Размерная классификация сыпучих пищевых продуктов: монография. изд. ДонНУЭТ / А.Л. Фалько, Донецк: 2009. – 215 с. –ISBN 978-966-385-164-8.

6. Mayer F.W. Allgemeine Grundlagen V – Kurven // Aufbereitungs - Technik. 1997. Teil 1, № 8 s. 429-440;

## **Аннотация**

### **ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ РАБОЧЕГО ОРГАНА СЕПАРАТОРА В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ**

*В статье обосновывается целесообразность использования гармонических колебаний рабочего органа сепаратора сыпучих пищевых масс в горизонтальной плоскости с целью уменьшения необходимой мощности вибропривода.*

## **Abstract**

### **EXPEDIENCY OF USE OF HARMONIOUS FLUCTUATIONS OF WORKING BODY OF THE SEPARATOR IN THE HORIZONTAL PLANE**

*In article the expediency of use of harmonious fluctuations of working body of a separator of loose food weights in a horizontal plane for the purpose of reduction of necessary capacity of a vibrating drive is proved.*