

УДК 621.928.23

С.В. Орищенко, аспірант КНУБА

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАСИ МАТЕРІАЛУ НА СИТІ ВІБРАЦІЙНОГО ГРОХОТУ

На даний час проблема визначення маси матеріалу на ситі вібраційного грохоту є досить актуальною, так як маса матеріалу впливає на амплітудно-частотні характеристики вібраційного грохоту.

В багатьох наукових роботах є визначення маси але немає єдиної формули, так як не існує загальноприйнятої моделі.

Для порівняння результатів розрахунку, та побудови нової формули розрахунку маси, проаналізуємо існуючі формули:

Таблиця 1. Порівняння виразів для визначення маси матеріалу на ситі грохота.

№	Односитні	Багатоситні	Джерело
1	$m_M = L \frac{\Pi_p}{2V_M} (2 - C_n \cdot E)$ $m_M = \frac{L \Pi_p (1 - 0,65 \cdot C_n)}{V_M}$	$m_M = \frac{L \Pi_p \left(1 - 0,65 \cdot C_{n1} + 0,75 \left(\frac{(C_{n1} - C_{n2}) \cdot K_{\Pi 1}}{K_{\Pi 2}} \right) \right)}{V_{m2}}$	[1]
2	-	$m_M = \frac{QL(1 + (1 - \alpha_{\Pi})\eta)}{2V_{cp}}$	[4]
3	$m_M = L \frac{Q \left(C_{\epsilon} + \frac{C_n}{2} \right) \gamma}{V_M E}$	$m_{\epsilon 2} = \frac{C_{\epsilon 2} Q C_n L}{U_M} \left[1 + \frac{E}{\ln(1 - E)} \right]$	[2]
4	-	$m_M = l \frac{Q \gamma \left[1 - 0,65 C_n + \frac{0,75(C_n - C_{n2}) K_Q}{K_{Q2}} \right]}{U_M}$	[2]

Існує припущення, що матеріал, який знаходиться на ситі не є однорідним, а складається з декількох шарів. У розглянутих формулах для визначення маси матеріалу на ситі, матеріал розглядається як суцільне середовище, тому використання таких виразів приводить до помилкового визначення маси.

Дія сил на частку матеріалу зображено на рисунку 1.

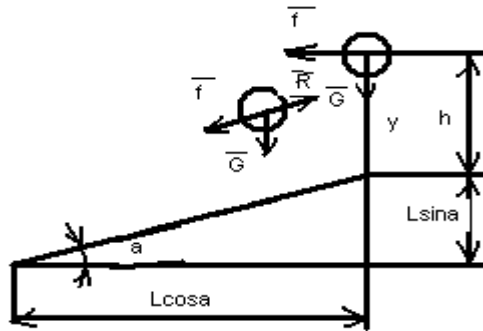


Рисунок 1. Схема дії сил на частку матеріалу.

З побудованого малюнка складемо рівняння дії сил на частинку, яка має масу m .

$$m \cdot \bar{a} = \bar{R} + \bar{G} \quad (5)$$

де G - усі частинки.

Тепер можна прийняти деякі позначення в якості вихідних даних для знаходження маси:

$C_{i,j}, K_{i,j}$ – коефіцієнти еквівалентні опору пересування часток матеріалу у напрямі вісі Y та X , пропорційні абсолютній швидкості його руху, та залежать від можливості контакту між частками відповідного шару.

X', Y' – проекції пересування частинок на вісі нерухомих систем координат.

$$\begin{aligned} X' &= \cos(\alpha + \beta) \cdot A \cdot \sin \omega t \\ Y' &= \sin(\alpha + \beta) \cdot A \cdot \sin \omega t \end{aligned} \quad (6)$$

Опускаючи деякі математичні перетворення та дії формула маси матеріалу для i -ого моношару буде виглядати так:

$$m_i = \left(1 - \frac{b^2 \left(1 - \frac{d}{b} \right)^2}{(b + a_1)^2} \right) \cdot \frac{l \cdot \pi \cdot Q \cdot \gamma \cdot (2 - C_n \cdot E)}{1,48 \cdot (A \cdot \omega - 0,23)} \quad (7)$$

де, b - розмір квадратного отвору (мм);

a_1 - товщина проволоч сита; d - розмір зерен;

l - довжина сита;

Q - секундна продуктивність (m^3 / c);

γ - щільність сортуємого матеріалу;

ω - кутова швидкість оберту ексцентрикового валу (m/c^2);

C_n - зміст зерен нижнього класу у вхідному матеріалі (%);

E - ефективність грохочення.

Для порівняння запропонованої формули, з існуючими методиками розрахунку маси матеріалу, побудуємо таблицю числових значень, залежності маси від частоти коливання короба грохоту.

Таблиця 2. Залежність маси матеріалу від частоти коливання коробу.

f, Гц	$m_M = \frac{L \cdot \gamma \cdot \left(1 - 0,65 \cdot C_{a1} + 0,75 \cdot \left(\frac{C_{a1} - C_{a2}}{K_{M2}} \right) \right)}{V_{a2}}$	$m_M = \frac{Q \cdot L \cdot (1 + (1 - \alpha_{II}) \cdot \eta)}{2V_{\varphi}}$	$m_{e2} = \frac{C_{e2} \cdot Q \cdot C_{a1} \cdot L}{U_M} \left[1 + \frac{E}{\ln(1-E)} \right]$	$m_M = l \cdot \frac{Q \cdot \gamma \cdot \left[1 - 0,65 C_a + \frac{0,75(C_a - C_{a2}) K_{e2}}{K_{M2}} \right]}{U_M}$	$m_i = \left(1 - \frac{b^2 \left(1 - \frac{d}{b} \right)^2}{(b+a)^2} \right) \cdot \frac{l \cdot \pi \cdot Q \cdot \gamma \cdot (2 - C_a \cdot E)}{1,48 \cdot (A \cdot \omega - 0,23)}$
6	6545,30407	7118,61880 2	1266,269093	1047,248651	1365,934252
8	3681,733539	4004,22307 6	712,276365	589,0773663	1021,789364
10	2356,309465	2562,70276 9	455,8568736	377,0095144	816,1593572
12	1636,326018	1779,6547	316,5672733	261,8121628	679,4278876
13,97	1206,112418	1312,30198 1	233,3371929	192,977987	582,8866226
16	920,4333849	1001,05576 9	178,0690913	147,2693416	508,9116016
18	727,2560078	790,957644 7	140,6965659	116,3609612	452,1708526
20	589,0773663	640,675692 2	113,9642184	94,25237861	406,8134651
22	486,8407986	529,484043 1	94,18530446	77,89452778	369,7261312
24	409,0815044	444,913675 1	79,14181833	65,4530407	338,8359943

Для відображення результатів розрахунку, зобразимо їх у вигляді гістограми (рисунок2).

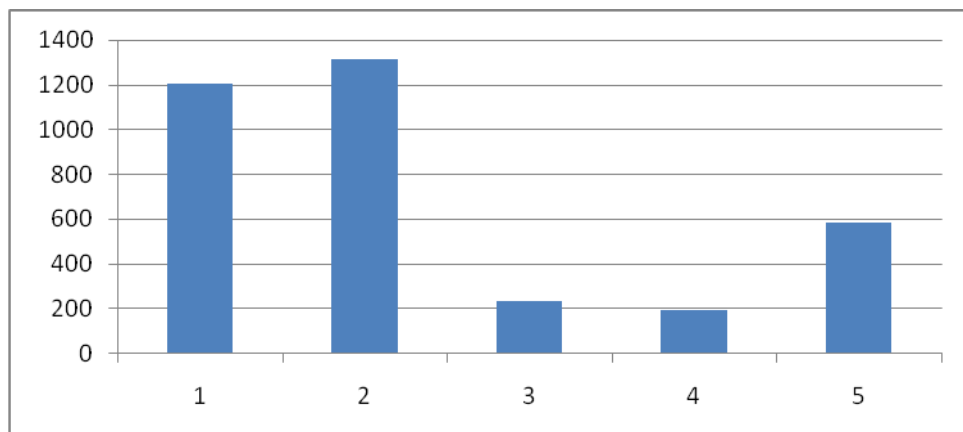


Рисунок 2. Залежність маси матеріалу від частоти 13,97 Гц.

Формули 1, 2 (див.табл.1) дають значно завищенні значення маси, а 3,4 (див.табл.1) заменшене значення, за нашою методикою формула 7 дає більш точне значення маси матеріалу.

Таким чином, якщо знайдена оптимальна вага матеріалу на ситі грохоту, буде відбуватись максимальне проходження зерен нижнього класу, а також мінімальна засміченість верхнього сита, при цьому буде затрачено оптимальну кількість енергії на процес сортування матеріалу.

Тепер складемо рівняння контакту шарів один з одним, і з ситом у направлені осі У.



$$\begin{aligned}
& -m_1 \cdot y - m_1 \cdot g \cdot \cos \alpha - k_1 \cdot y_1 - c_1 \cdot \dot{y}_1 - c_{12} \cdot (\dot{y}_1 - \dot{y}_2) - k_{12} \cdot (y_1 - y_2) = m_1 \cdot y_1 \\
& -m_2 \cdot y - m_2 \cdot g \cdot \cos \alpha - k_{12} \cdot (y_2 - y_1) - c_{12} \cdot (\dot{y}_2 - \dot{y}_1) - c_{23} \cdot (\dot{y}_2 - \dot{y}_3) - k_{23} \cdot (y_2 - y_3) = m_2 \cdot y_2 \\
& -m_3 \cdot y - m_3 \cdot g \cdot \cos \alpha - k_{23} \cdot (y_3 - y_2) - c_{23} \cdot (\dot{y}_3 - \dot{y}_2) - c_{34} \cdot (\dot{y}_3 - \dot{y}_4) - k_{34} \cdot (y_3 - y_4) = m_3 \cdot y_3 \quad (8) \\
& -m_4 \cdot y - m_4 \cdot g \cdot \cos \alpha - k_{34} \cdot (y_4 - y_3) - c_{34} \cdot (\dot{y}_4 - \dot{y}_3) - c_{45} \cdot (\dot{y}_4 - \dot{y}_5) - k_{45} \cdot (y_4 - y_5) = m_4 \cdot y_4 \\
& -m_5 \cdot y - m_5 \cdot g \cdot \cos \alpha - k_{54} \cdot (y_5 - y_4) - c_{54} \cdot (\dot{y}_5 - \dot{y}_4) = m_5 \cdot y_5
\end{aligned}$$

Рішення рівняння представлено у наступному вигляді:

$$y_1 = -g \cdot \cos \alpha \cdot \frac{k_{54} \cdot (m_2 + m_1 + m_4 + m_3) + k_{45} \cdot m_5}{k_{54} \cdot k_1} \quad (9)$$

Наступними визначеннями отримаємо значення $y_2 \dots y_5$.

Отримані основні рівняння закону руху моношарів матеріалу в залежності від їх взаємного розташування, їх контакту з ситом і між собою, з врахуванням нерівномірного розподілу матеріалу по довжині сита. Подальша робота зводиться до систематизації цих рівнянь в єдиний закон руху матеріалу по поверхні сита, який дозволить створити загальну теорію сортування.

Таким чином було виявлено вплив частоти коливань та кута нахилу на ефективність грохочення:

- зі збільшенням частоти коливання і амплітуди коливань короба відрив матеріалу і

швидкість змішування збільшується, а також її проходження до бункера по сити знижує кількість і масу матеріалу на ситі.

- швидкості часток мають більше значення при частоті коливань короба $f = 15 \dots 25$ Гц.
- при збільшенні кута нахилу сита від 14° до 35° , концентрація, швидкість і потужність мають більш сталий характер, виявлена залежність використовує мої потужності, від конструктивно технологічних параметрів віброгрохота.

Таким чином, враховуючи вищенаведене, можна зробити наступні висновки: в даній роботі отримані теоретичні залежності, які обґрунтовують зв'язок загальних технологічних параметрів віброгрохота і технологічних параметрів матеріалу, що дозволяє у подальшому розробити загальну концепцію теорії грохочення, покладаючись на аналіз матриці розташування зерен на поверхні сита.

Література

1. Назренко І.І. Машини для виробництва будівельних матеріалів.-К.:КНУБА,1999.-488с.
2. Кабалкін В.А. Машини для сортування кам'яних матеріалів (грохоти).- Ун-та.:Вид-тво Саратов., 1981р.,96с.
3. Вайсберг Л.А. Проектування і розрахунок вібраційних грохотів.-М.: Недра, 1986р.,144с
4. Потураєв В.М., Франчук В.П., Надутий В.П. Вібраційна техніка і технології у енергоємних підприємствах, м.: Дніпропетровськ, «Поліграфіст»,2001р., 190с.