

УДК 621.928.23

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРОГРОХОТА З КЕРОВАНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

С. В. Орищенко

Київський національний університет будівництва і архітектури
пр-кт Повітрофлотський, 31, 03680, м. Київ, Україна. E-mail: osbm@yandex.ru

Дослідження режимів роботи вібраційного грохота, визначення швидкості переміщення матеріалу зростає зі збільшенням фактора режиму роботи в залежності від амплітуди коливань короба та маси матеріалу яка знаходиться на ситі, наведено основні рівняння для визначення основних параметрів та характеристик роботи вібраційного грохота в залежності від умов його експлуатації та в залежності від геометричних та конструктивних характеристик.

Ключові слова: вібрація, грохот, резонанс, переміщення.

RESEARCH VIBRATION OF THE ROAR WITH OPERATED PARAMETERS

S. V. Orishchenko

The Kiev national university of building and architecture
pr. Povitroflotskyi, 31, 03680, Kyiv, Ukraine. E-mail: osbm@yandex.ru

Study modes vibrating screen, determine the speed of movement of material increases with a factor of mode depending on the amplitude and mass of the box material which is located on the filter, The basic equation for determining the basic parameters and characteristics of the vibrating screen, depending on the conditions of its operation and, depending on geometrical and structural characteristics.

Keywords: vibration, roar, resonance, moving.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРОГРОХОТА С УПРАВЛЯЕМЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

С. В. Орищенко

Киевский национальный университет строительства и архитектуры
пр-кт Воздухофлотский, 31, 03680, г. Киев, Украина. E-mail: osbm@yandex.ru

Исследование режимов работы вибрационного грохота, определение скорости перемещения материала возрастает с увеличением фактора режима работы в зависимости от амплитуды колебаний короба и массы материала которая находится на сите, приведены основные уравнения для определения основных параметров и характеристик работы вибрационного грохота в зависимости от условий его эксплуатации и в зависимости от геометрических и конструктивных характеристик.

Ключевые слова: вибрация, грохот, резонанс, перемещение.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. В промисловості процес класифікації матеріалів є однією з найбільш масштабних і енергоємних операцій. Цей процес практично завжди використовуються й при виробництві будівельних матеріалів. У процесі класифікації матеріалу широко використовуються віброгрохоти.

Удосконалення й створення нових віброгрохотів нерозривно пов'язане з теорією вібропереміщення, розробка якої приведена в роботах [1–3] і в інших роботах. У більшості робіт модель матеріалу представляється у вигляді матеріальної частки, рух якої по робочому органу описується системою диференціальних рівнянь. Є й інші, більш складні моделі маси, що застосовуються. Ці моделі покладені в основу розрахунків швидкості переміщення, що визначає продуктивність машини і ефективність класифікації.

Дослідження робочих процесів резонансних машин наведено в роботах [4, 5]. В них розглядаються питання міцності конструктивних елементів, процес запуску й витрати енергії при роботі машин з ексцентрикними віброзбудниками.

Пріоритетною метою конструктивного вдосконалення машини є досягнення максимальної продуктивності й зниження енергоємності технологічного процесу, що дозволяє суттєво підвищити ефективність їх роботи. Це обумовлено постійним зростанням вартості електроенергії. Одним із способів досягнення цієї мети є визначення раціонального

завантаження робочого органа й величини підведеної до машини енергії.

Метою роботи є дослідження робочих параметрів і режимів віброгрохота з урахуванням впливу матеріалу.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Найпростішим і в той же час досить загальним випадком вібраційного переміщення матеріальної частинки є задача про її рух по віброуючій жорсткуватій поверхні, нахиленої до горизонту під кутом, й здійснюючі прямолінійні коливання в напрямку, що утворює кут із площиною грохота. При цьому на частинку діють вага, сила тертя і нормальна реакція. Така схема діючих сил частинок по грохоту і буде покладена для визначення загального руху.

У переважній більшості відомих [1–3] на сьогоднішній день досліджень передбачається, що на етапі ковзання між частинкою й площиною має місце сухе тертя

$$F = \begin{cases} -fN & \text{при } x > 0, \\ fN & \text{при } x < 0, \end{cases} \quad (1)$$

де N – нормальна сила; f – коефіцієнт тертя.

При ударі частки об площину зіткнення вважають миттєвим, а зміна нормальної складової швидкості визначають відповідно до гіпотези Ньютона

$$\dot{y}_+ = -\dot{y}_- R, \quad 0 \leq R < 1, \quad (2)$$

де \dot{y}_+ і \dot{y}_- – поперечні проекції швидкості частинки до й після удару; R – коефіцієнт відновлення швидкості.

Для поздовжніх проекцій швидкостей \dot{x}_+ і \dot{x}_- до й після удару, залежно від співвідношень поздовжньої й поперечної швидкостей до удару, приймаються наступні гіпотези:

а) "Х – гіпотеза" (гіпотеза "в'язкого тертя")

$$\left| \dot{x}_- \right| < \left| \frac{f'(\dot{y}_+ - \dot{y}_-)}{I} \right|$$

$$\dot{x}_+ = (1 - I) \dot{x}_- \quad \text{при} \quad (3)$$

де λ – коефіцієнт миттєвого тертя;

б) гіпотеза "сухого тертя"

$$\dot{x}_+ = \dot{x}_- f' \left(\dot{y}_+ - \dot{y}_- \right) \text{sign} \left(\dot{x}_- \right)$$

$$\left| \dot{x}_- \right| > \left| \frac{f'(\dot{y}_+ - \dot{y}_-)}{I} \right|$$

при

де f – коефіцієнт тертя при ударі.

Коефіцієнти R , λ , f , f_1 , f' визначаються експериментально.

Вибрана модель вібраційного переміщення сипкого тіла повинна дозволити одержувати не тільки кінематичні параметри процесу, але й якісно-кількісні характеристики динамічного впливу сипучого тіла на робочий орган і, природно, реакцію останнього на сипуче тіло.

Для проведення дослідів була розроблена та створена модель вібраційного грохота (рис. 1).



Рисунок 1 – Конструкція грохота

Грохот складається з короба, в якому розташовані два сита. Коливання здійснюються за допомогою вібратора із дебалансом, який приводиться в рух електродвигуном зі змінним числом обертів. Жорсткість опор грохота підбирається із умови роботи грохота в резонансному режимі. При проведенні експериментальних досліджень використовувалися сірий граніт і мармур, що є щебенем фракцій 0...10 мм. Замірялися амплітуда і частота коливань, час просіювання, струм і напруження. Кількість матеріалу на верхньому і нижньому ситі визначалися в вагах після закінчення дослідів.

Для забезпечення необхідної точності вимірів кожний дослід і, відповідно, виміри параметрів проводилися кілька разів. Кількість дослідів залежала від величини тренда вимірюваного параметра. Якщо відносна розбіжність вимірюваної величини не перевищувала 10 %, то число дослідів у кожній точці приймалося рівним 5...8. При більшій величині відносного відхилення число дослідів у кожній точці збільшувалося до такої кількості, яка при надійності 0,95 забезпечувало необхідну точність інженерних розрахунків.

Важливим параметром є значення статичного і кінематичного коефіцієнта тертя матеріалу, який визначили за допомогою динамометра.

Коефіцієнт тертя матеріалу з робочим органом грохота визначався в такий спосіб:

Робоча поверхня короба із сталевого листа мала горизонтальне положення. На робочій поверхні короба жорстко закріплювалися два упори перпендикулярно напрямку руху куска матеріалу; досліджуваний кусок матеріалу притискався до упору через маркер, який у момент початку руху куска падав на робочий орган. Рух куска матеріалу починався в той момент, коли робочий орган перебував у верхньому (рух вперед) або нижньому (рух назад) положенні. У цьому положенні робочий орган має максимальне прискорення, й сила інерції дорівнює по модулю силі тертя.

Використовуючи умову рівноваги куска матеріалу в момент початку руху, коефіцієнти тертя визначали відповідно з рівнянь:

а) під час руху робочого органа вперед (по ходу переміщення)

$$f_{n1} = (A_0 \omega^2 \cos b)(g - A_0 \omega^2 \sin b)^{-1} \quad (5)$$

б) під час руху робочого органа назад

$$f_{n2} = (A_0 \omega^2 \cos b)(g + A_0 \omega^2 \sin b)^{-1}, \quad (6)$$

де A_0 – амплітуда коливань робочого органа, мм;

ω – кутова частота власних коливань робочого органа, рад./с;

β – кут вібрації, град.;

g – прискорення вільного падіння, мм/с².

У ході експерименту визначилися: вплив амплітуди коливань робочого органа й фактора режиму роботи на швидкість безвідривного переміщення матеріалу; енерговитрати на переміщення матеріалу при різних навантаженнях робочого органа й факторах режиму роботи визначення залежності узагальненого критерію енергетичної ефективності від величини маси й швидкості її переміщення.

Швидкість переміщення матеріалу при факторів режиму менше одиниці суттєво залежить від величини коефіцієнта тертя, який змінюється випадковим образом.

У зв'язку із цим у першій серії дослідів нами був вивчений вплив вібрації на величину статичного й кінематичного коефіцієнтів тертя.

У результаті експериментальних досліджень встановлено, що відношення кінематичного коефіцієнта тертя до статичного для досліджуваних матеріалів становить 0,61...0,82. Результати експеримен-

тів, показують, що на швидкість безвідриного переміщення матеріалу впливають амплітуда й частота коливань. На рис. 2 наведений графік залежності швидкості руху матеріалу по горизонтальній віброуючій сталевій плиті від амплітуди її коливань при постійній частоті, яка дорівнює 4 Гц.

Статистична обробка результатів експерименту дозволила одержати регресійне рівняння

$$V = 2,01A - 27,1 \quad (7)$$

де V – см/с, A – мм.

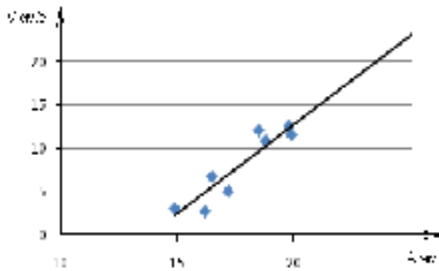


Рисунок 2 – Залежність швидкості руху граніту від амплітуди коливань

Кореляційне відношення даного рівняння дорівнює 0,89, що свідчить про наявність істотного зв'язку між амплітудою коливань і швидкістю переміщення матеріалу. Рівняння адекватно описує процес при зміні амплітуди в межах на рис. 2.

На рис. 3 наведена залежність швидкості переміщення матеріалу від амплітуди коливань при частоті 3Гц.

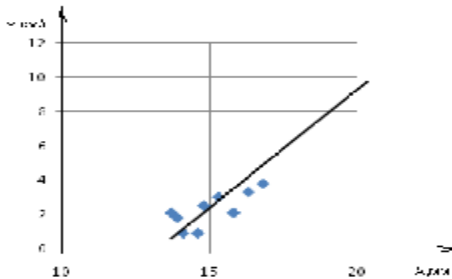


Рисунок 3 – Залежність швидкості руху граніту від амплітуди коливань при постійній частоті 3 Гц

У результаті статистичної обробки експерименту отримане наступне регресійне рівняння:

$$V = 0,91A - 11,2 \quad (8)$$

де V – см/с, A – мм.

Це рівняння справедливо при зміні амплітуди від 12 до 25 мм. Кореляційне відношення, рівне 0,74, свідчить про наявність суттєвого зв'язку між амплітудою коливань і швидкістю руху матеріалу.

Найважливішим параметром, що характеризує режим транспортування матеріалу, є витрати енергії безпосередньо на її переміщення. Аналітично визначити режим роботи машини при випадковій зміні коефіцієнта тертя практично неможливо. В зв'язку з цим на лабораторній установці були проведені експерименти із визначення витрат енергії на транспортування матеріалу. Обробка результатів (рис. 4) дала можливість отримати

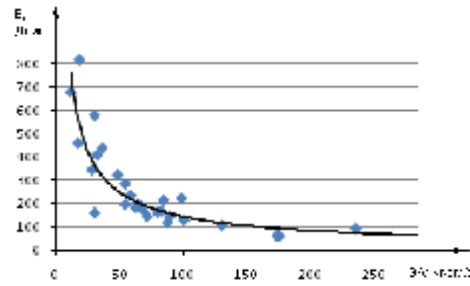


Рисунок 4 – Залежність енергетичного критерію від добутку маси вантажу на швидкість його переміщення

регресійну залежність енергетичного критерію від добутку маси вантажу на швидкість його переміщення має вигляд

$$K_p = 7900(m_{cp}V)^{-0,85}, \quad (9)$$

де K_p – Дж/кг; $m_{cp}V$ – кг·м/с.

ВИСНОВКИ. Розроблена та виготовлена експериментальна установка дозволила визначити основні параметри робочого процесу, які будуть використані при розробці методів розрахунку грохотів. Швидкість переміщення матеріалу по грохоту при постійній амплітуді коливань робочого органа нелінійно зростає зі збільшенням фактора режиму роботи. Енерговитрати на переміщення матеріалу по грохоту суттєво зростають як при зниженні швидкості й постійній величині матеріалу, так і при зростанні швидкості й зменшенні величини маси матеріалу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про ефективні коефіцієнти тертя при вібраціях / І.І.Блехман, Г.Ю.Джанелідзе // АН СРСР, ОТН. – 1958. – № 7.
2. Бауман В.А. Дослідження вібраційного живильника // Зб. тр. Ленінградського інституту механізації будівництва (ЛМС). – Л.-М.: Будіздат, 1939.
3. Потураєв В.Н. Резонансні грохоти. – М.: ЦНИИ-Вугілля, 1963. – 94 с.
4. Резонансний грохот для зневоднювання вугільного шламу / А.Г. Литвак, В.Н. Потураєв, Ф.І. Марковский // Кокс і хімія. – 1960. – № 5. – С. 17–21.
5. Гаків Б.І. Динаміка вібраційних машин резонансного типу. – Київ: Наукова думка, 1967. – 212 с.

REFERENCES

1. On the effective coefficient ter rd vibration / II Blehman, G.Y. Dzhanelidze // Proceedings of the USSR. – 1958. – № 7 [in Ukrainian].
2. Bauman VA Investigation of vibration-vvlynyka Mrs. Coll. tr. Leningrad-stitute of mechanization of construction (LIMS). – L.-M.: Budizdat, 1939 [in Ukrainian].
3. Poturaev V.N. Resonance screens. – M.: Tsnyзу- Coal, 1963. – 94 p. [in Ukrainian].
4. Resonant hrohit for znevod-emission coal slurry / A.G. Litvak, V.N. Poturaev, F.I. Markov // Cox and chemistry. – 1960. – № 5. – P. 17–21 [in Ukrainian].
6. Hakiv B.I. Dynamics of vibrating machines resonant type. – Kyiv: Naukova Dumka, 1967. – 212 p. [in Ukrainian].

Стаття надійшла 20.10.2010.
Рекомендована до друку
д.т.н., проф. Масловим О.Г.