

ВІБРАЦІЙНІ МЛИНИ ДЛЯ ТОНКОГО ПОМОЛУ МАТЕРІАЛІВ ВИСОКОЇ АБРАЗИВНОСТІ

Вінницький національний аграрний університет

Анотація

В доповіді представлено експериментальний зразок вібраційного млина з просторово – циркуляційним рухом завантаження, який забезпечує високу продуктивність помелу при зниженні питомих енерговитрат у порівнянні з існуючими схемами.

Ключові слова: вібрація, млин, помел, енерговитрати, матеріали високої абразивності, подрібнення

Abstract

The report presents an experimental sample of a vibrating mill with a spatial circulation movement, which provides high productivity of grinding while reducing specific energy costs compared to existing schemes.

Key words: vibration, mill, grind, energy consumption, materials of high abrasiveness, grinding

Вступ

Подрібнення гірничохімічної сировини, будівельних матеріалів, руди вібраційними млинами стало можливим лише в останніх роки, коли були випущені потужні вібраційні млини, що володіють достатньою експлуатаційною надійністю при подрібненні матеріалів високої абразивності. В даний час вібраційні млини використовують для отримання кварцевого наповнювача пластмас, шламу у виробництві теплоізоляційних матеріалів, для домолу цементу при виготовленні високоміцних бетонних виробів та у ряді інших технологічних процесів

Завдяки високій інтенсивності робочого процесу вібраційних млинів їх використання скорочує капіталовкладення на одиницю продукту, що випускається. Зменшення тривалості помелу, а у багатьох випадках і питомих витрат енергії забезпечує скорочення експлуатаційних витрат.

Все це дозволяє використовувати вібраційні млини для обробки різних матеріалів в широкому діапазоні дисперсності.

Ефективне використання вібраційних млинів при подрібненні масових матеріалів досягається в механізованих технологічних установках, які в поєднань з системою: дистанційного керування забезпечують просту і надійну експлуатацію при мінімальних витратах.

Виклад основного матеріалу

На основі розробленої “Методики розрахунку продуктивності вібраційного млина для помелу гірської маси ” були створено дослідний зразок вібраційного млина з просторово-циркуляційним рухом завантаження МВЕ-5 та промисловий зразок МВ-400 (див. рисунок) з просторово-циркуляційним рухом гірської маси. Для їх створення на основі експериментальних досліджень і отриманих експериментальних залежностей висоти підйому завантаження і швидкості транспортування від режимних і конструктивних параметрів млина, виконана їх математична ідентифікація у вигляді регресивних рівнянь. Отримані чисельні рішення для визначення меж обертання віброзбуджувачів і забезпечування подрібнення та транспортування гірської маси.



Рисунок. Вібраційний млин MB-400

На основі розробленої методики розрахунку і конструювання вібраційних млинів із просторово-циркуляційним рухом завантаження була створена значна кількість вібраційних млинів для помелу сипучих матеріалів гірничої, хімічної і будівельної галузей промисловості.

Дослідження проводилися на вібраційному млині MBE-5 у двох варіантах його компонування:

- для випадку дискретного подрібнення;
- для випадку безперервного подрібнення.

Для дискретного подрібнення піску з вібромлина знімалися пере-вантажувальний жолоб і перехідний жолоб, а торці помельних камер закривалися глухими кришками.

Одна з помельних камер завантажувалася сталевими кулями $\varnothing 6,3$ мм на 65% від загального об'єму помельної камери, що відповідає загальноприйнятому у світовій практиці рівню заповнення помельної камери мелючими тілами. Інша помельна камера завантажувалася мелючими тілами на 87% від загального її об'єму. У такий спосіб середнє завантаження помельних камер складає 76%, що відповідає середньому завантаженню помельних камер мелючими тілами, при його циркуляційному русі уздовж помельних камер.

Об'ємна концентрація мелючих тіл [6] :

$$a_i = \frac{\rho_i}{\rho} = 0,6,$$

де $\rho_i = 4695 \text{ кг/м}^3$, насипна щільність сталевих куль; $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$, густина сталі.

Повний об'єм однієї помельної камери $V_k = 2,7745 \text{ дм}^3$.

Маса матеріалу, що подрібнюється (піску), у помельній камері

$$\begin{aligned} M_{\text{п}} &= V_k \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \rho = \\ &= 2,7745 \cdot 0,65 \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 1,655 = 0,6 \text{ кг} \end{aligned}$$

де K_1 – коефіцієнт заповнення камери мелючимі тілами, що мелють;

K_2 – рівень заповнення камери матеріалом (піском);

K_3 – коефіцієнт незаповнення об'єму завантаження тілами, що мелють;

ρ – насипна густина піску.

Обидві помельні камери завантажувалися однаковою кількістю піску (0,6 кг).

Подрібнення проводилося при наступних режимах коливань робочого органа млина:

$A = 1,5$ мм;

$\omega = 153,9$ 1/с.

Тривалість подрібнення складала 12 і 24 хв.

Таблиця. Результати експериментального подрібнення піску у вібротлинах дискретної і безперервної дії

Рівень завантаження мелючих тіл у помельних камерах, %	Маса завантаження піску в помельних камерах, кг	Час подрібнення, хв.	Варіант помелу	Питома поверхня S_n , см ² /г
				Пісок, $S_n=2400$ см ² /г
65	0,6	12	Дискретне подрібнення	3900
87	0,6	24		5850
65	0,6	24	Дискретне подрібнення	5720
87	0,6	24		7560
76	0,6	12	Безперервне подрібнення	5250
76	0,6	24		9100

Для подрібнення піску в безперервному режимі замість кришок на торцях помельних камер ставилися перевантажувальний і перехідний жолоби. У зв'язку зі збільшенням об'єму робочої порожнини помельних камер маса завантаження збільшувалося в 1,316 рази, але середнє завантаження робочого об'єму помельних камер складало 76% від загального їхнього об'єму. Таким чином, збільшувалася і маса подрібнюваного матеріалу, а отже технологічні і динамічні режими подрібнення двох варіантів залишалися незмінними.

Результати попереднього подрібнення наведені в таблиці.

Висновки

Аналізуючи результати експериментальних досліджень подрібнення піску, наведені у таблиці, можна зробити наступні висновки:

- інтенсивніше відбувається подрібнення піску в помельних камерах, у яких рівень завантаження вищий (див. дискретне подрібнення № 1-2 і № 3-4);
- при циркуляційному русі завантаження інтенсивність подрібнення піску значно вища, ніж при дискретному подрібненні у 1,346 і в 1,6 рази відповідно. Це свідчить про те, що запропонована нами конструкція вібраційного млина безперервної дії значно ефективніша від існуючих у світовій практиці вібраційних млинів безперервної дії даного класу.
- Вивчення вітчизняного та зарубіжного досвіду щодо розвитку шляхів інтенсифікації роботи вібраційних млинів показує, що можливе найбільш ефективне їх підвищення відбувається як створенням більш раціональних і удосконалених конструкцій, так і більш глибоким вивченням виникнення та існування у віброуючих посудинах із сипучим матеріалом замкнених потоків.

Список використаної літератури

1. «AUFBEREITUNGS-TECHNIK» № 3/1973. – С.10-15.
2. Vachmann D. Обзор патентов. Технический перевод № 39 / Под ред. М. И. Аронова. – М.: СКБ ВНИИНСМ. – 37 с.

3. Baucman D. Bewegungorgange in Schwingmuhlen mit trokner mahlkorgaefullung "Z.V.D.I-Beihert", 1940, № 2, P. 19–23.
4. Baucman D. Entwicklung der Schwingmuhll // Die machine Technik. № 18, 1942, P. 32 -34.
5. Моргулис М. Л. Вибрационное измельчение материалов / М. Л. Моргулис. – М.: Промстройиздат, 1957. – 105 с.
6. Лесин А. Д. Элементы механики и методика расчета основных параметров вибрационных мельниц / А.Л. Лесин // Науч. сообщение ВНИИТНСМ. – 1957. –№ 25. – С. 3-23.
7. Блехман И.И. Что может вибрация?: О «вибрационной» механике и вибрационной технике / И.И. Блехман. – М.: Наука, 1988. – 320 с.

Солона Олена Василівна, к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет,
E-mail: solona_o_v@ukr.net

Solona Olena V. Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Vinnytsia National Agrarian University, E-mail: solona_o_v@ukr.net