

УДК 621.926.5

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТОНКОГО ПОМЕЛУ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ ВІБРАЦІЙНИМИ МЛИНАМИ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

Солона О.В.

Вінницький національний аграрний університет

В статье представлены сравнительные результаты экспериментальных исследований для тонкого измельчения сыпучих материалов в вибрационных мельницах с пространственно - циркуляционным и дискретным движением технологической загрузки.

In the article the comparative results of experimental researches are presented for micronizing of friable materials in oscillation mills with spatially - by circulation and discrete motion of technological load.

Вступ

Подрібнення гірничохімічної сировини, будівельних матеріалів, руди вібраційними млинами стало можливим лише в останні 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.

Основна частина

Зі всієї різноманітності вібраційних млинів для помелу різних матеріалів, особливо високої міцності, в світовій практиці помольного виробництва отримали широке застосування вібраційні млини безперервної дії, що працюють за принципом безперервної подачі подрібнюваного матеріалу в помольну камеру (контейнер), безперервне його подрібнення (помел) в процесі проходження по всій довжині помольної камери і безперервний вихід з помольної камери готового продукту.

Інтенсивність робочого процесу у вібраційних млинах зростає зі збільшенням швидкості і прискорення вібраційного руху [1]. При цьому, з одного боку, із зростанням інтенсивності робочого процесу питомі витрати енергії зменшуються, що має істотне значення при подрібненні матеріалів з низькою розмелюваністю (природних і синтетичних полімерів); при подрібненні матеріалів з високою розмелюваністю (крихких кристалів — кварцу і ін.) питомі витрати енергії практично незмінні. З іншого боку, із збільшенням прискорення зростають механічні навантаження і інтенсифікується знос робочих поверхонь. Тому існує межа раціонального підвищення інтенсивності робочого процесу, який

визначається фізико-механічними характеристиками подрібнюваних матеріалів, а також вживаними конструкційними матеріалами і технологією виготовлення вібраційних машин. Внаслідок цього основні параметри вібраційних млинів визначають згідно техніко-економічних вимог, що пред'являються до машин [1 – 5].

Продуктивність млина визначається крупністю помелу і фізико-механічними характеристиками подрібнюваного матеріалу. При подрібненні різних матеріалів до питомої поверхні 2000-3090 см²/г (20-10% залишку на ситі 0090) продуктивність приблизно визначається за формулою

$$P = P_0 K \frac{1000}{\Delta S_n}$$

де $P_0 = 0,05N$ - продуктивність млина при подрібненні кварцевого піску з приростом питомої поверхні 1000 см²/г в т/год; N - потужність, споживана млином в кВт; K - коефіцієнт розмелюваності; ΔS_n - необхідний приріст питомої поверхні в см²/г.

При необхідності подрібнення матеріалів до вищої дисперсності слід експериментально визначати коефіцієнт розмелюваності з дотриманням певних умов моделювання.

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

Експериментальні дослідження

На основі розробленої “Методики розрахунку продуктивності вібраційного млина для помелу гірської маси ” були створені дослідний зразок вібраційного млина з просторово-циркуляційним рухом завантаження МВЕ-5 та промисловий зразок МВ-400 з просторово-циркуляційним рухом гірської маси[6].

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

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

де $\rho_i = 4695$ кг/м³, насипна щільність сталевих куль;

$\rho = 7850$ кг/м³, густина сталі.

Повний об'єм однієї помельної камери $V_k = 2,7745$ дм³.

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

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

де K_1 – коефіцієнт заповнення камери мелючими тілами;

K_2 – рівень заповнення камери матеріалом (піском);

K_3 – коефіцієнт незаповнення об'єму завантаження мелючими тілами;
– 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.

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 матеріалу, що подрібнюється. А отже, технологічні і динамічні режими подрібнення двох варіантів залишалися незмінними.

Результати попереднього подрібнення наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати експериментального подрібнення піску вібротлинами 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 ΔS_n , $\text{см}^2/\text{г}$
				Пісок, $\Delta S_n = 2400 \text{см}^2/\text{г}$
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

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 (див. безперервне подрібнення № 5 і № 6) інтенсивність подрібнення піску значно вища, ніж при дискретному подрібненні (див. № 1 і №3) у 1,346 і в 1,6 рази відповідно. Це свідчить про те, що запропонована 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 ефективно їх підвищення відбувається як створенням більш раціональних і удосконалених конструкцій, так і більш глибоким вивченням виникнення та існування у вібруючих посудинах із сипучим матеріалом замкнених потоків.

Література

1. *Vachtman D. Обзор патентов. Технический перевод № 39 / Под ред. М. И. Аронова. – М.: СКБ ВНИИИНСМ. – 37 с.*
2. *Vaustan D. Bewegungorgange in Schwingmuhlen mit troknermahlkorgaefullung "Z.V.D.I-Beihert", 1940, № 2, p. 19–23.*
3. *Vaustan D. Entwicklung der Schwingmuhll //Die machine Technik. № 18, 1942, p.*
4. *Моргулис М. Л. Вибрационное измельчение материалов. – М.: Промстройиздат, 1957. – 105 с.*
5. *Лесин А. Д. Элементы механики и методика расчета основных параметроввибрационных мельниц // Науч. сообщение ВНИИИНСМ. – 1957. –№ 25. – С. 3-23*
6. *Солона О.В. Вібраційні млини з просторово-циркуляційним рухом завантаження для тонкого помолу сипучих матеріалів. Монографія. – Вінниця: РВВ ВДАУ, 2008 – 133 с.*
7. *Блехман И.И. Что может вибрация?: О «вибрационной» механике и вибрационной технике. – М.: Наука, 1988. – 320 с*