

Література

1. Якимов, А. В. Оптимізація процесу шліфування [Текст] / А. В. Якимов. – М.: Машиностроение, 1975. – 175 с.
2. Бобров, В. Ф. Основы теории резания металлов [Текст] / В. Ф. Бобров. – М.: Машиностроение, 1975. – 343 с.
3. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения [Текст]. Т. 1. Механика резания материалов / под ред. Ф. В. Новикова и А. В. Якимова. – Одесса: ОНПУ, 2002. – 580 с.
4. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения [Текст]. Т. 10. Концепции развития технологии машиностроения / под ред. Ф. В. Новикова и А. В. Якимова. – Одесса: ОНПУ, 2005. – 565 с.

Подано результати математичного опису механізму розділення полідисперсного матеріалу на фракції в процесі його ситового аналізу. Встановлено, що в умовах конкретного виробництва спостерігається стабільність співвідношень між фракціями сипкого матеріалу, яка дозволяє прогнозувати його фракційний склад за результатами вимірювання середнього діаметру частинок

Ключові слова: полідисперсний сипкий матеріал, ситовий аналіз, фракційний склад, середній діаметр частинок

Представлены результаты математического описания механизма разделения полидисперсного материала по фракциям в процессе его ситового анализа. Установлено, что в условиях конкретного предприятия наблюдается стабильность соотношений между фракциями сыпучего материала, которая позволяет прогнозировать его фракционный состав по результатам измерения среднего диаметра частиц

Ключевые слова: полидисперсный сыпучий материал, ситовый анализ, фракционный состав, средний диаметр частиц

There are presented the results of mathematical description for polydisperse material mechanism of division on factions in the process of his sieve analysis. It is set that in the conditions of concrete production there is stability of correlations between factions of friable material, which allows to forecast his fractious composition on results measuring of middle diameter for particles

Keywords: polydisperse friable material, sieve analysis, fractious composition, middle diameter for particles

УДК 669.162.1

ПРО МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІЗМУ РОЗДІЛЕННЯ ПОЛІДИСПЕРСНОГО МАТЕРІАЛУ НА ФРАКЦІЇ ПІД ЧАС ЙОГО РОЗСІВАННЯ

Ю. М. Пазюк

кандидат технічних наук, доцент
Кафедра програмного забезпечення
автоматизованих систем*
Контактний тел.: (06 12) 223-82-30.
e-mail: yuriy.m.pazyuk@gmail.com

М. Ю. Пазюк

доктор технічних наук, професор, завідувач
кафедрою
Кафедра автоматизованого управління
технологічними процесами*
Контактний тел.: (06 12) 223-83-30

В. І. Іванов

старший викладач
Кафедра металургії кольорових металів
*Запорізька державна інженерна академія
пр. Леніна, 226, м. Запоріжжя, Україна, 69006.
Контактний тел.: (06 12) 223-83-24.
e-mail: colourmet@zgia.zp.ua

1. Вступ

Визначення фракційного складу полідисперсних сипких матеріалів є одним з найбільш трудомістких процесів, який залежить від багатьох чинників. На кінцевий результат суттєво впливає процес розсівання

відібраної проби на фракції, протягом якого відбувається руйнування окремих частинок. Зменшення кількості розсівань дозволить наблизити одержані результати до реального стану сипкого середовища та забезпечити одержання достовірної інформації про фракційний склад матеріалу, що досліджують.

2. Аналіз досягнень

Під час автоматичного аналізу фракційного складу полідисперсних сипких матеріалів в умовах виробництва контролюють середній діаметр частинок $d_{сер}$ на значення даного показника характеризується рівнянням:

$$d_{сер} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot \Phi_i}{\sum_{i=1}^n \Phi_i} \quad (1)$$

де d_i – середній діаметр частинок i -ої фракції сипкого матеріалу, мм; Φ_i – вміст i -ої фракції у масі сипкого матеріалу, %; n – кількість фракцій, що виділяють.

Беручи до уваги, що даний показник неоднозначно характеризує фракційний склад полідисперсного сипкого матеріалу, для його повної оцінки необхідно знати закономірність розподілу окремих фракцій у сипкому матеріалі, тобто значення $\Phi_1, \Phi_2 \dots \Phi_n$. Як показують результати ряду робіт [2,3], не виявлено загальні закономірності розподілу полідисперсного сипкого матеріалу за розмірами його складових частинок. Для кожного конкретного випадку їх механізм визначається властивостями матеріалу, а також умовами його дроблення, класифікації й усереднювання.

Для опису закономірностей розподілу полідисперсного сипкого матеріалу за фракціями використовують різні емпіричні рівняння, які не відображають природу його формування та дозволяють лише приблизно оцінити фракційний склад [1].

3. Постановка завдання

У зв'язку з вищевикладеним необхідним є теоретичне дослідження механізму розділення полідисперсного сипкого матеріалу під час його ситового аналізу.

4. Основна частина досліджень

На основі матеріального балансу фракцій, що складають полідисперсний сипкий матеріал, можна записати

$$d_1 \cdot \Phi_1 + d_2 \cdot \Phi_2 + \dots + d_n \cdot \Phi_n = d_{сер} \cdot \Phi_{\Sigma} \quad (2)$$

де Φ_{Σ} – вміст фракцій у пробі, %.

Середній діаметр частинок полідисперсного сипкого матеріалу, що знаходяться між двома ситами, визначають за формулою: $d_{сер,i} = 0,5 (d_0(i-1) + d_0i)$, де $d_0(i-1), d_0i$ – діаметри отворів у двох послідовно розташованих ситах відповідно, мм.

Процес розсівання проби полідисперсного сипкого матеріалу на n фракцій характеризується системою рівнянь:

$$1 \text{ розсівання: } d_1 \cdot \Phi_1 + d_{сер1} \cdot \Phi_{сер1} = d_{сер} \cdot \Phi_{\Sigma}$$

$$2 \text{ розсівання: } d_2 \cdot \Phi_2 + d_{сер2} \cdot \Phi_{сер2} = d_{сер1} \cdot \Phi_{сер1}$$

$$\dots \dots \dots \quad (3)$$

$$(n-1) \text{ розсівання: } d_{n-1} \cdot \Phi_{n-1} + d_n \cdot \Phi_n = d_{сер(n-2)} \cdot \Phi_{сер(n-2)} ;$$

де $\Phi_{серi}$ – масова частка полідисперсного сипкого матеріалу на i -ому ситі, %; $d_{серi}$ – середній діаметр частинок зазначеного матеріалу на i -ому ситі, мм.

Якщо заздалегідь значення $d_{сер}$ є відомими, то у процесі кожної операції розсівання шляхом розрахунків можна визначити умовний середній діаметр частинок полідисперсного сипкого матеріалу ($d_{сер,i}$), що залишився після кожного розсівання:

$$d_{сер,i} = \frac{d_{сер} \cdot \Phi_{\Sigma} - d_1 \cdot \Phi_1}{\Phi_{сер,i}} ;$$

$$\dots \dots \dots \quad (4)$$

$$d_{сер,i} = \frac{d_{сер} \cdot \Phi_{\Sigma} - d_1 \cdot \Phi_1}{\Phi_{сер,i}}$$

Значення параметра $d_{сер,i}$, згідно з умовами розсівання, знаходиться в інтервалі між середніми діаметрами $(i+1)$ -ої та n -ої фракцій. За послідовним виділенням з полідисперсної суміші фракцій із зростаючим розміром частинок така умова характеризуватиметься рівняннями:

$$d_2 \leq d_{сер,i} \leq d_n ;$$

$$d_3 \leq d_{сер,i} \leq d_n$$

$$\dots \dots \dots \quad (5)$$

$$d_{n-1} \leq d_{сер(n-2)} \leq d_n$$

Для конкретного матеріалу, що досліджують, значення параметра $d_{сер,i}$ визначаються його властивостями, умовами дроблення та класифікації, тобто можуть бути відносно стабільними щодо даного виробництва. Тому для кожного матеріалу зазначений параметр доцільно оцінювати за результатами експериментальних розсівань проб на задані фракції, що дозволяє після кожного розсівання розрахувати значення коефіцієнта змінювання середнього діаметру частинок полідисперсного матеріалу (K_i) під час його розсівання.

В процесі кожного розсівання пробу полідисперсного матеріалу розділяють на дві частини: окрему фракцію (Φ_i) та полідисперсну масу ($\Phi_{сер,i}$) з умовним середнім діаметром частинок $d_{сер,i}$. Баланс фракцій полідисперсного матеріалу після зазначеної операції можна описати системою рівнянь:

Таблиця 2

Значення параметра $d_{сер}$ у тракті завантаження агломераційної машини ВАТ «Запоріжсталь»

Значення параметра	Вміст фракції шихти, %				
	-3 мм	3...5 мм	5...8 мм	8...10 мм	+10 мм
експеримент	63,7	12,2	10,8	4,5	8,8
розрахунок	63,9	12,3	11,1	4,3	8,4

$$\Phi_i + \Phi_{сер,i} = \Phi_{сер,(i-1)}; \tag{6}$$

$$d_i \cdot \Phi_i + d_{сер,i} \cdot \Phi_{сер,i} = d_{сер,(i-1)} \cdot \Phi_{сер,(i-1)}. \tag{7}$$

де d_i – середній діаметр частинок полідисперсного сипкого матеріалу, що проходить через сито, мм; $\Phi_i, \Phi_{сер,i}$ – відповідно масова частка зазначеного матеріалу, що проходить через сито та залишається на ньому, %.

Значення параметра d_i є відомим, а значення параметра $d_{сер,i}$ може знаходитися в інтервалі $d_{(i+1)} \dots d_n$ за умови, що $d_1 < d_2 < \dots < d_n$. Умовний середній діаметр частинок матеріалу, який залишається на ситі, $d_{сер,i}$ можна визначити, використовуючи характерні для нього значення параметра K_i .

Результати визначення фракційного складу шихти на виході з приймальних бункерів у трактах її подавання до агломераційних машин ВАТ «Металургійний комбінат «Запоріжсталь» (I), ВАТ «Алчевський металургійний комбінат» (II) та ОАО «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча» (III) наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Фракційний склад шихти на виході з приймальних бункерів

Підприємство	Середній вміст фракції, %				
	-3 мм	3...5 мм	5...8 мм	8...10 мм	+10 мм
I	63,7	12,2	10,8	4,5	8,8
II	75,6	6,4	10,4	6,8	0,8
III	62,1	19,4	9,4	5,6	3,5

Сумісний розгляд системи рівнянь (6)-(7) дозволяє розрахунковим шляхом визначити фракційний склад полідисперсної суміші, використовуючи дані про середній діаметр матеріалу ($d_{сер}$) та коефіцієнт змінювання середнього діаметру частинок (K_i).

Результати розрахунків та експериментального визначення значень параметра $d_{сер}$ подано у табл. 2.

5. Висновки

Аналіз результатів проведених розрахунків показує, що розподіл складу агломераційної шихти за фракціями у процесі її розсівання суттєво відрізняється в умовах різних підприємств, що не дозволяє використовувати один і той же математичний опис. В той же час для конкретного виробництва характерною є стабільність співвідношень між різними фракціями сипкого матеріалу. Встановлення таких співвідношень дозволяє з достатньо високою точністю прогнозувати фракційний склад матеріалу за результатами вимірювання середнього діаметру частинок, що складають його масу.

Література

1. Марюта А.Н. Автоматический контроль гранулометрического состава сыпучих материалов [Текст] / А.Н. Марюта, Ю.Г. Качан. – Киев: Выща школа, 1997. – 120 с.
2. Андреев С.Е. Закономерности измельчения и исчисление характеристик гранулометрического состава [Текст] / С.Е.Андреев, В.В. Товаров, В.А. Перов. – М.: Гостехиздат, 1959. – 116 с.
3. Олевский В.А. Размольное оборудование обогатительных фабрик [Текст] / В.А. Олевский. – М.: Гостехиздат, 1963. – 143 с.