УДК 621.926.2

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОПИСАНИЙ ПРОЦЕССА КЛАССИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛА ЧЕРЕЗ ОТВЕРСТИЯ РЕШЕТ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКЕ

С. И. ХАНИН, Д. Д. ГАРБУЗОВ
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова
Белгород, Россия

Одна из основных задач при измельчении материалов в агрегатах различного назначения – своевременный вывод продукта, частицы которого достигли требуемой крупности. Это позволяет снизить переизмельчение, обеспечить требуемую равномерность гранулометрического состава, уменьшить износ рабочих органов машины и удельный расход энергии. С этой целью разработана конструкция молотковой дробилки с камерами дробления, включающими как плоские, так и цилиндрические просеивающие поверхности [1].

Математическое описание процесса классификации материала через отверстия решет, применяемых в камерах рассматриваемого оборудования, позволяет определить рациональные конструктивные и технологические параметры для получения продукта необходимого гранулометрического состава. Существует немало подходов к формированию такого описания.

Феноменологические модели [2] рассматривают процесс классификации с точки зрения переноса всей массы материала без оценки кинематического взаимодействия конкретных частиц друг с другом и решетом. Модель не учитывает геометрические параметры частиц материала и явление изменения живого сечения сита со временем, однако отличается простотой.

Континуально-диффузионные модели [3] позволяют описать перемещение частиц внутри слоя материала. Такие модели содержат допущение, согласно которому частица материала моментально проходит в отверстие сита при контакте с ним, что идет вразрез с реальной кинетикой процесса.

Вероятностно-геометрические подходы описывают процесс классификации с точки зрения вероятности прохождения отдельно взятой частицы материала через квадратную ячейку сита с известными геометрическими параметрами [4]. Данные модели не учитывают фактор стеснённых условий и эффект экранирования частиц мелкой фракции более крупными.

Стохастические модели на основе теории цепей Маркова, напротив, применяются для моделирования стеснённых взаимодействий [5]. Модели, построенные на основе матрицы вероятностей, обладают высокой скоростью расчета, однако не учитывают геометрические размеры частицы.

Модель на основе пуассоновских процессов [6] решает вопрос учета геометрии частицы и позволяет определить вероятность пребывания части-

цы *j*-й фракции на сите. В этой модели геометрия частицы учитывается коэффициентом формы и ориентацией относительно вектора скорости через эллиптические интегралы.

Методика В. Ф. Першина [7] предполагает деление поперечного сечения массива материала на решете на концентрические подслои равной объемной производительности с определёнными радиусами границ. Методика объединяет кинетику отсева с кинетикой сдвиговой сегрегации, но рассчитана преимущественно на гравитационное падение и не учитывает ударные импульсы, характерные для измельчителей ударного действия.

Проведенный анализ существующих математических описаний процесса классификации частиц материала через отверстия плоских и цилиндрических решет позволил сделать вывод о необходимости формирования математического описания процесса классификации материала через просеивающие поверхности разработанной конструкции молотковой дробилки, учитывающего как различную форму и расположение поверхностей просеивания, так и особенности взаимодействия измельчаемого материала с ее рабочими органами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решение о выдаче патента на изобретение от 26.02.2025 по заявке № 2026105147/10(011020) // Официальный сайт Роспатента. – URL: rospatent.gov.ru (дата обращения: 05.09.2026).

2. **Андреев, С. Е.** Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых : учебник / С. Е. Андреев, В. А. Перов, В. В. Зверевич. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1980. – 415 с.

3. **Огурцов, В. А.** Исследование распределения частиц мелкой фракции в слое сыпучего материала на поверхности сита виброгрохота / В. А. Огурцов, А. В. Огурцов, А. Ф. Галиева // Вестник ИГЭУ. – 2008. – № 3.

4. **Левенсон, Л. Б.** Дробление и грохочение полезных ископаемых : учебник для горных втузов / Л. Б. Левенсон, Г. И. Прейгерзон. – М. ; Л. : Гостоптехиздат, 1940. – 772 с.

5. **Алешина, А. П.** Исследование процессов виброгрохочения песчано-гравийных смесей с высоким содержанием частиц мелких фракций : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.13 / Алешина Анна Павловна ; Иванов. гос. политехн. ун-т. – Иваново, 2015. – 127 л.

6. **Ахмадиев, Ф. Г.** Стохастическое моделирование процесса разделения зернистых материалов по крупности на ситовых классификаторах / Ф. Г. Ахмадиев, Р. Ф. Гиззятов // Теоретические основы химической технологии. – 2020. – Т. 54, № 5. – С. 554–564.

7. **Першин, В. Ф.** Методы расчета и новые конструкции машин барабанного типа для переработки сыпучих материалов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.04.09 / Першин Владимир Федорович. – Тамбов, 1994. – 428 л.