

Алаззех Ахмад Омар

магистрант

Матвеев Юрий Николаевич

д-р техн. наук, профессор

Богатилов Валерий Николаевич

д-р техн. наук, профессор

Клюшин Александр Юрьевич

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Тверской государственный

технический университет»

г. Тверь, Тверская область

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

***Аннотация:** физико-механические свойства измельчаемого материала на протяжении всего времени изменяются, поэтому в задачи моделирования процесса измельчения, по мнению авторов, входит прогнозирование по гранулометрическому составу измельченного материала, в том числе с учетом изменений среды для измельчения, с целью управления данным технологическим процессом.*

***Ключевые слова:** управление технологическими процессами, процесс измельчения, системы автоматизации, базы данных, базы знаний.*

Измельчение – это процесс уменьшения крупности частиц материала и является типовым технологическим процессом, относящийся к механическим. Исходный материал, который поступает на измельчение, обладает физико-механическими свойствами (их определяет минералогический состав).

Гранулометрическим составом является распределение объема, массы, числа частиц по их диаметру. Свойства частиц определяется их диаметром, как правило сферы, периметром проекции, площадью поверхности, скоростью опускания в различной среде, а также калибром, через который проникает частица.

Кумулятивное распределение частиц согласно некоторой крупности гранулометрического состава показано на рисунке 1.

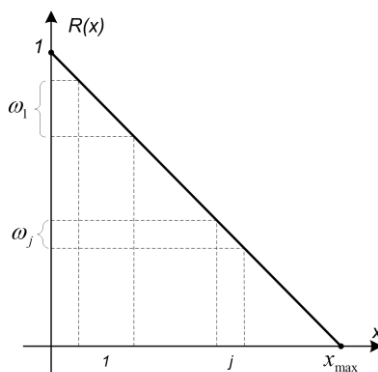


Рис. 1. Кумулятивное распределение материала по крупности

R – обозначает какую-либо нормированную характеристику количества вещества (массы, концентрации, объема, крупности x , массовой доли) в моменте рассмотрения. Спектр разбивается на n интервалов.

Многие авторы придерживаются аналогичного способа рассмотрения гранулометрического состава, который удобен в численном анализе технологического процесса измельчения. В результате, в отношении размеров, получается дискретное уравнение измельчения, показанное в работах [1–3]. Исходя из этого, исходный материал Q_{ex} во входном потоке представляется в виде:

$$Q_{\text{ex}} = \sum_{i=1}^n q_{\text{ex},i} \quad (1)$$

где $q_{\text{ex},i}$ будет являться входным потоком i -й крупностной фракции исходного материала; n -количество крупностных классов (классов крупности).

Причем

$$q_{\text{ex},i} = \omega_i \cdot Q_{\text{ex}} \quad (2)$$

где ω_i – массовая доля материала в i -ом крупностном классе.

Далее подставляя значение $q_{\text{ex},i}$ в уравнение (2) из выражения (3) получаем условие нормировки

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1 \quad (3)$$

Также можно изобразить поток материала из мельницы $Q_{изм}$

$$Q_{изм} = \sum_{i=1}^n q_{изм.i} \quad (4)$$

Технологическим процессом измельчения является процесс постепенного убывания количества крупных классов от измельчаемого материала в пользу увеличения содержания более мелких классов. Процесс происходит внутри мельницы, или другого аппарата измельчения [4].

Технологический процесс подготовки питания флотации включает в себя доизмельчение в шаровых барабанных мельницах технологических хвостов железорудного производства (в составе которых апатит-бадделеитсодержащие пески и другие минералы), подающихся гидротранспортной сетью с магнитообогащительной фабрики (МОФ) в виде пульповой смеси (взвесь твердого в воде).

Процесс доизмельчения относится к подготовительным технологическим операциям перед последующим процессом флотации.

При дроблении и измельчении происходит раскрытие минералов вследствие разрушения сростков минералов и породы. При этом образуется механическая смесь частиц различного минерального состава и крупности. Эта смесь разделяется при грохочении или классификации по крупности.

Хвосты МОФ, поступающие в процесс доизмельчения, имеют различный минералогический состав: процентное содержание основных минералов и примесей. Минералы, входящие в состав технологических хвостов, обладают различными физико-механическими свойствами: крепость; прочность на сжатие и растяжение; упругость и т. д.

Технологические хвосты МОФ также характеризуются гранулометрическим составом – содержанием различных классов крупности имеющих частиц.

Рассмотрим процесс измельчения рудных материалов, происходящий в агрегате мокрого измельчения, непрерывного действия.

Внутри барабана непрерывно подается измельчаемый материал, который проходит вдоль него и, подвергаясь воздействию дробящих тел, измельчается

ударом, истиранием и раздавливанием. Измельченный продукт непрерывно разгружается [5].

Выходной продукт мельницы поступает в классифицирующий аппарат, где происходит разделение материала по крупности: песковая фракция $Q_{песк}$; готовый продукт измельчения $Q_{гот}$ [6].

Песковая фракция поступает обратно в процесс измельчения, образуя циркулирующую нагрузку мельницы. Готовый продукт измельчения поступает в технологические процессы обогащения (флотация).

Для повышения эффективности работы классифицирующего оборудования в процесс классификации подается вода (рис. 2) [7].

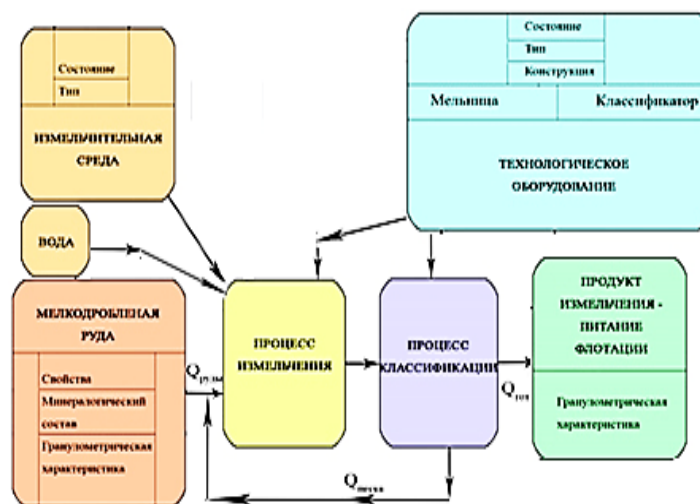


Рис. 2. Обобщенная технология измельчения

Чтобы технологический процесс флотации протекал максимально эффективно, необходимо обеспечить регламентное соотношение плотности пульпы и ее крупности, содержание расчетного класса – 0,071 мм в конечном сливе, поступающем после сгущения на флотацию.

Список литературы

1. Shiozaki J. Proc. Int. Workshop Artif. Intell. Ind. Appl. / J. Shiozaki, B. Shibata, E. O'Shima, H. Matsuyama. – HitachiCity, 1988. – Pp. 461–466.
2. Kokawa M. Fault location using digraph and inverse direction search with applications / M. Kokawa, S. Miyazaki, S. Shingai // Automatica. – 1983. – 19. – Pp. 729–738.

3. Можаяев А.С. Учет временной последовательности отказов элементов в логиковеероятностных моделях надежности. // Надежность систем энергетики: Межвузовский сборник. – Новочеркасск: НПИ, 1990. – С. 94–103.

4. Туз А.А. Управление технологическими процессами измельчения и основные направления их автоматизации / А.А. Туз, Г.Н. Санаева, А.Е. Пророков, В.Н. Богатиков // Интернет-журнал «Наукovedение». – 2016. – Т. 8. – №2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/92TVN216.pdf>

5. Богатиков В.Н. Исследование агрегата мокрого измельчения с замкнутым циклом как объекта автоматического управления / В.Н. Богатиков, А.Г. Кулаков // Информационные технологии в региональном развитии: Сборник научных трудов ИИММ КНЦ РАН. – Апатиты, 2004. – Вып. IV. – С. 80–91.

6. Туз А.А. Построение модели процесса измельчения в агрегате непрерывного действия с замкнутым циклом ОАО «Ковдорский ГОК» с применением нейросетевых моделей / А.А. Туз, В.Н. Богатиков // Труды Кольского научного центра РАН. – 2013. – №5 (18).

7. Туз А.А. Математическая модель технологического процесса измельчения апатито-бадделеитового концентрата в закрытой шаровой мельнице участка подготовки питания флотации Ковдорского ГОКа / А.А. Туз, В.Н. Богатиков // Фундаментальные проблемы системной безопасности: Материалы школы-семинара молодых ученых 20–22 ноября 2014 г. Елецкий ГУ им. Бунина. – 2014.