

Impact Factor ISRA (India) = 1.344
Impact Factor ISI (Dubai, UAE) = 0.829
based on International Citation Report (ICR)
Impact Factor GIF (Australia) = 0.356

Impact Factor JIF = 1.500
Impact Factor SIS (USA) = 0.912
Impact Factor PИИИ (Russia) = 0.179
Impact Factor ESJI (KZ) = 1.042

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2015 Issue: 05 Volume: 25

Published: 30.05.2015 <http://T-Science.org>

Inna Aleksandrovna Serebryanik

Candidate of technical sciences,

Associate Professor of the

Department of World economy,

Irkutsk National Research Technical University,

Russia

nasamolet@yandex.ru

SECTION 12. Geology. Anthropology.
Archaeology.

MODELING AND OPTIMIZATION OF PROCESSES GRINDING AND CLASSIFICATION OF RAW MATERIAL MICA

Abstract: The article describes the details of modeling the two main mineral processing– grinding and classification. Presents a mathematical model based on Markov chains.

Key words: modeling, Markov chains, grinding, classification, mica.

Language: Russian

Citation: Serebryanik (2015) MODELING AND OPTIMIZATION OF PROCESSES GRINDING AND CLASSIFICATION OF RAW MATERIAL MICA. ISJ Theoretical & Applied Science 05 (25): 50-53.

Soi: [http://s-o-i.org/1.1/TAS*05\(25\)10](http://s-o-i.org/1.1/TAS*05(25)10) **Doi:**  <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2015.05.25.10>

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ СЛЮДЯНОГО СЫРЬЯ

Аннотация: В статье рассмотрены особенности моделирования двух основных процессов обогащения – измельчения и классификации. Представлены математические модели на основе Марковских цепей.

Ключевые слова: моделирование, Марковские цепи, помол, классификация, слюда.

Измельчение относится к числу самых распространенных технологических процессов. И, несмотря на то, что оно освоено человеком уже очень давно, управление этим процессом еще далеко до совершенства. Измельчение продолжает оставаться энергоемким и материалоемким одновременно. Те же негативные моменты относятся и к процессу классификации.

Доподлинно известно, что совершенствование любого технологического процесса невозможно без разработки соответствующего математического описания, т.е. создания математической модели. Такие модели позволяют оптимизировать технологические процессы без значительных финансовых затрат. К сожалению, сегодня нельзя говорить о достаточной степени использования мат. моделей в отношении процессов измельчения и классификации. Все вышесказанное и определило актуальность выбранной для исследования темы. Представляется интересным и важным: разработать модель струйного помола; разработать модель гравитационной

классификации; оптимизировать конструкцию гравитационного классификатора с учетом разработанной математической модели.

Струйный вид помола был нами выбран не случайно. Во-первых, принцип струйного измельчения – один из самых старых, первые конструкции таких мельниц были запатентованы еще в 1880 году. Во-вторых, струйному помолу присущ ряд преимуществ, среди которых высокая интенсивность измельчения, низкая металлоемкость, однородная крупность конечного продукта и другие. В-третьих, конструкции струйных мельниц постоянно совершенствуются, как по пути снижения энергоемкости, так и по пути повышения производительности. Следовательно, потенциал использования таких мельниц еще не исчерпан. И, наконец, струйный помол является оптимальным для слюды мусковит, используемой при производстве такого электроизоляционного материала как микалекс.

Струйная измельчительная установка - это комплекс агрегатов и узлов системы, обеспечивающей получение материала заданной крупности за счет энергии газов или пара (Рис. 1).

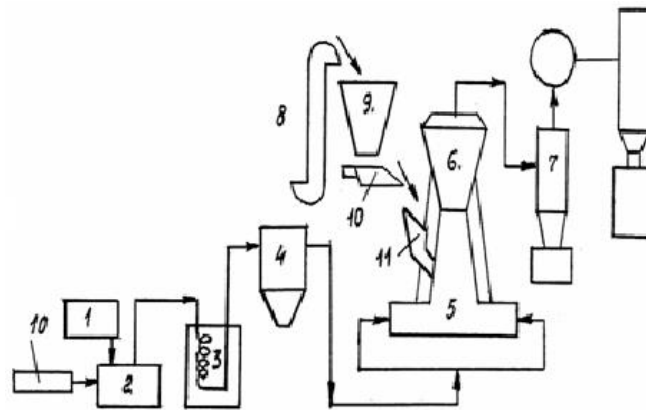


Рисунок 1 - Схема установки воздушной мельницы:

1 – масляной фильтр; 2 – компрессор, 3 – холодильник; 4 – фильтр; 5 – камера измельчения; 6 – классификатор; 7 – циклон; 8 – элеватор; 9 – приемный бункер; 10 – вибропитатель; 11 – труба подсоса

Традиционно помол в струйной мельнице относят к ударному типу. Однако можно утверждать, что в природе такого измельчения присутствует также истирающий эффект. Нижний слой струйной мельницы, в котором вообще-то и происходит процесс измельчения, может быть представлен как псевдооживленный или кипящий слой. Следовательно, процесс струйного помола можно представить как процесс истирания в кипящем слое струйной мельницы.

Методика разработки модели струйного помола будет базироваться на аппарате

Марковских цепей. Чтобы описать струйный помол математически, нами был использован тот факт, что во всем ансамбле частиц измельчаемого материала есть такие группы частиц, размеры которых различаются от других групп на бесконечно малую величину. Это означает, что распределение частиц по размерам можно аппроксимировать непрерывной функцией.

Процесс истирания j -ой частицы в кипящем слое представляется как совокупность трех последовательных событий (Рис. 2). Это столкновение с i -ой частицей, разрушение j -ой частицы и образование осколков.

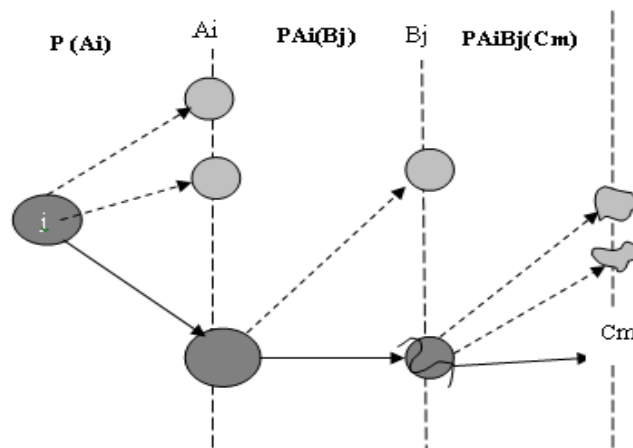


Рисунок 2 - Схематичное представление последовательных событий истирания:

A_i – столкновение с i -ой частицей;
 B_j – разрушение j -ой частицы при столкновении;
 C_m – образование осколка размера m при разрушении.

Опишем процесс как Марковский, т.е. положим в основу матрицу вероятностей переходов P , где элемент p_{ij} ($i, j=1, n$) – вероятность частиц класса j при разрушении

перейти в класс i . Существует три вида вероятностей, когда частица остается в своем классе, т.е. не измельчается, когда частица переходит в соседний – более мелкий класс и

когда частица переходит в самый мелкий класс. Суммарная вероятность этих событий равна, соответственно, 1.

Для того, чтобы получить гранулометрический состав материала после истирания необходимо построить матрицу вероятностей переходов и знать исходный грансостав до измельчения.

Чтобы определить долю разрушающихся частиц при однократном погружении в струйную мельницу, мы воспользовались селективной функцией $S(x)$. Она определяется как вероятность разрушения частиц за время Δt ($P_{ij}=1-S_j$). Селективную функцию S , в свою очередь, можно представить в виде степенной зависимости от размера частицы ($S=\alpha\delta^k$).

Показатель степени k принимается согласно энергетическим законам измельчения, причем в случае тонкого помола применим закон Бонда и показатель степени равный 0,5.

Определение коэффициента пропорциональности A_B расчетным путем, по-видимому, не представляется возможным. При этом целесообразно использовать опытное значение для самой крупной фракции в ансамбле,

так как проще определить в ней долю разрушившихся частиц.

Чтобы соотнести мат.модель с определенным материалом, необходимо учитывать форму частиц этого материала. Если несколько обобщить, что можно выделить частицы с игольчатой и пространственной формой кристалла.

Разработанная математическая модель была подтверждена экспериментальными данными. Измельчалась слюда мусковит на лабораторной установке струйного помола.

Полученные графические зависимости позволяют определить:

- время пребывания системы в каждом из состояний;
- время перехода в каждое из состояний системы;
- размер частиц грансостава, находящихся в каждом из состояний системы.

Кроме модели струйного помола нами была разработана мат. модель гравитационной классификации. В основе модели – также аппарат Марковских цепей.

Гравитационный классификатор можно представить в виде ячеечной модели (Рис. 3).

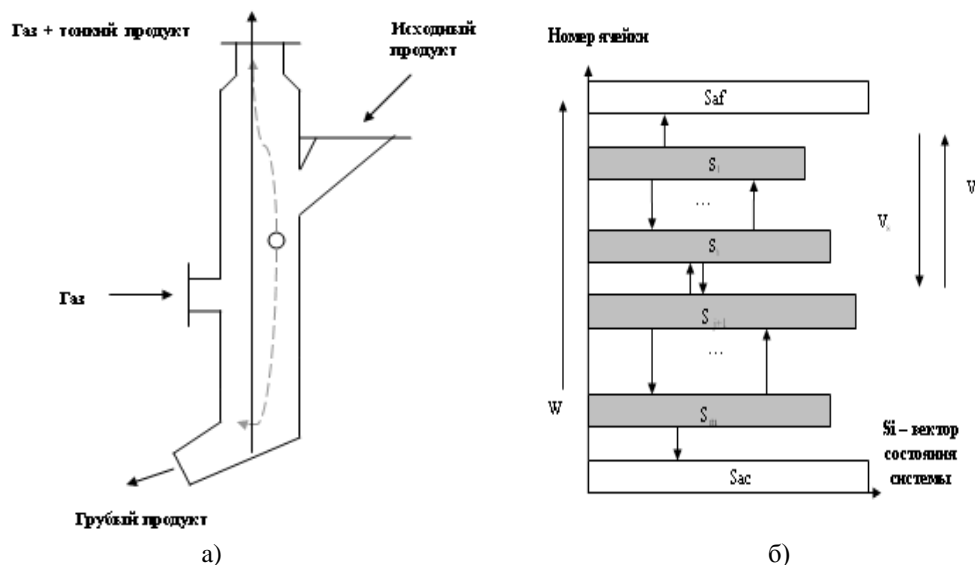


Рисунок 3 – Классификатор:

- а) Аэродинамическая схема гравитационного классификатора.
 б) Ячеечная модель классификатора и вектор состояния системы

Рабочая зона гравитационного классификатора разделена на m секций. Модель ограничена коллекторами продукта (f - мелкий продукт; c - крупный продукт). Исходный измельчаемый продукт подается в одну или несколько промежуточных ячеек аппарата.

Текущее состояние системы описывается вектор-столбцом состояния. Из него видно, что

разрабатываемая модель учитывает влияние концентрации материала на параметры процесса.

Задаем время перехода из одного состояния в другое. За это время частицы могут переместиться только в соседнюю ячейку. Для расчета вероятности переходов необходимо знать распределение частиц по скоростям. Для

Impact Factor ISRA (India) = 1.344
Impact Factor ISI (Dubai, UAE) = 0.829
based on International Citation Report (ICR)
Impact Factor GIF (Australia) = 0.356

Impact Factor JIF = 1.500
Impact Factor SIS (USA) = 0.912
Impact Factor ПИИЦ (Russia) = 0.179
Impact Factor ESJI (KZ) = 1.042

нас будут важны две скорости – скорость движения частицы и ее скорость витания.

Задаем условия для моделирования. Предполагаем, что закон распределения вероятностей скорости является нормальным. Проводим расчет скорости витания и затем – скорости движения частиц. Вероятность попадания частицы со скоростями, лежащими в определенных интервалах от $(-\infty, V)$ определяется по таблице вероятностей. На основании полученных данных, рассчитываются вероятности нахождения частиц в определенных пределах.

Вероятности перехода частицы слюды в соседнюю верхнюю секцию $P_{i+1,i}$ определяются долей частиц со скоростями большими V_i и, наоборот, в соседнюю нижнюю секцию классификатора $P_{i,i-1}$ - долей частиц со скоростями меньшими V_i .

Все мат. модели создаются для того, чтобы в дальнейшем оптимизировать процесс. Можно вносить конструктивные изменения, а можно изменять параметры процесса.

Сделаем некоторые выводы:

1. Исследована природа струйного измельчения. Выявлено, что в его основе лежит истирающий эффект, что позволяет рассматривать струйный помол как истирание в кипящем слое струйной мельницы;
2. Выявлено, что для большого числа конечных продуктов из слюды, струйный помол будет являться оптимальным;
3. Разработана модель струйного помола на основе цепей Маркова, позволяющая рассчитать гранулометрический состав после любого акта разрушения, используя готовый порошок предыдущего акта.

Модель позволяет рассчитать среднее время пребывания системы в каждом из состояний, время перехода из состояния в состояние, а также количество шагов до окончания процесса измельчения;

4. Убедительно доказана эффективность использования модели частицы с целью наиболее полного отражения свойств измельчаемого материала;
5. Разработана модель процесса гравитационной классификации, сочетающая элементы энтропийного моделирования и метод Марковских цепей. Данная модель позволяет рассчитать среднее время пребывания системы в каждом из состояний, а также среднее количество шагов до окончания процесса для классификации;
6. Разработанная модель гравитационной классификации позволяет оптимизировать процесс путем выбора оптимального места загрузки, получая определенный гранулометрический состав продукта на выходе;
7. Проведенные испытания показали хорошую сходимость расчетных данных с экспериментальными, что подтверждает адекватность разработанных математических моделей процессов измельчения-классификации;
8. Результаты выполненных исследований внедрены на ООО «Нижеудинская слюдинитовая фабрика» в виде рекомендаций по выбору наиболее эффективных режимов работы струйной мельницы и гравитационного классификатора.

References:

1. Akunov VI (1985) Strujnoe izmel'chenie gornyh porod. Gornyj zhurnal. 1985. №4. pp.35-38.
2. Bilenko LF (1984) Zakonomernosti izmel'chenija v barabannyh mel'nichah. Moscow: Nedra, -200 p.
3. Gardner RP, Austin LG (1966) Trudy evropejskogo soveshhanija po izmel'cheniju. Moscow: Strojizdat, 1966. -248 p.
4. Gorobec VI, Gorobec LZ (1977) Novoe napravlenie rabot po izmel'cheniju. Moscow: Nedra, 1977. 180 p.
5. Kirij VG, Serebrjanik IA (2005) Modelirovanie processa istiraniija v psevdoozhizhennom sloe strujnoj mel'nicy. Tehniko-jekonomicheskie problemy razvitija regionov: materialy nauchno-prakticheskoj konferencii (december, 2005). Irkutsk : Izd-vo IrGTU, 2005. -pp.76-81.
6. Lashev EK (1948) Sljuda. Moscow: Strojizdat, 1948. 289 p.
7. Linc A (1981) Cikli droblenija i izmel'chenija: modelirovanie, optimizacija, proektirovanie. Moscow: Nedra, 1981. 456 p.
8. Mizonov VE, etc. (1998) Ob opredelenii matricy izmel'chenija v matematiceskoj mode, razmole tverdogo topliva. Trudy ITJeU. Ivanovo, 1998. 84 p.
9. Perov VA, etc. (1990) Droblenie, izmel'chenie i grohochenie poleznyh iskopaemyh. Moscow: Nedra. 1990. -415 p.
10. Fridman SJ (1985) Obogashhenie poleznyh iskopaemyh. Moscow: Nedra, 1985.

