

УДК 622. 788

к.т.н. Козачишен В. А.,
к.т.н. Изюмов Ю. В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ КОМКА ШИХТЫ В ОКОМКОВАТЕЛЕ БАРАБАННОГО ТИПА

Приведен алгоритм построения модели движения комка в барабанном окомкователе. Установлена зависимость скоростей комка от внешних факторов при реализации технологии окомкования в барабанном окомкователе.

Ключевые слова: модель, окомкование, сила трения, агломерационная шихта, гранулометрический состав.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Одним из приоритетных направлений повышения технико-экономических показателей работы агломерационных машин является увеличение высоты спекаемого слоя. Мировая практика аглопроизводства показывает, что спекание выполняется в слое 600-800 мм. При этом отечественные агломерационные машины работают на слое 300-400 мм. Одним из существенных факторов, влияющих на возможность повышения высоты спекаемого слоя, является качество окомкования, обеспечивающего требуемую газопроницаемость слоя [1].

Актуальность этой проблемы возрастает с увеличением доли мелкодисперсных железосодержащих компонентов шихты [2].

Постановка задачи. Наряду с технологическими факторами, влияющими на процесс окомкования, наблюдаются факторы, характеризующие механическое воздействие на агломерационную шихту при окомковании, рассмотрению этих аспектов способствует предлагаемая модель.

Изложение материала и его результаты. В настоящее время существует проблема разработки окомкователя, который способен обеспечить требуемый гранулометрический состав, особенно при изменяющихся шихтовых условиях. В качестве такого окомкователя может быть использован окомкователь барабанного типа [3]. Рассмотрим процесс движения частиц

шихтового материала в таком барабане. Движение комочка шихты сферической формы внутри барабана, ось которого наклонена под углом α к горизонту, построено при следующих допущениях:

- внутренняя поверхность барабана – сплошная шероховатая;
- ось барабана АВ расположена под углом α к горизонту;
- R , r – соответственно радиусы барабана и частицы;
- x , φ – обобщенные координаты частицы, а угловая скорость барабана ω постоянна.

На рисунке 1 изображено сечение барабана, где показаны действующие силы в поперечном плане.

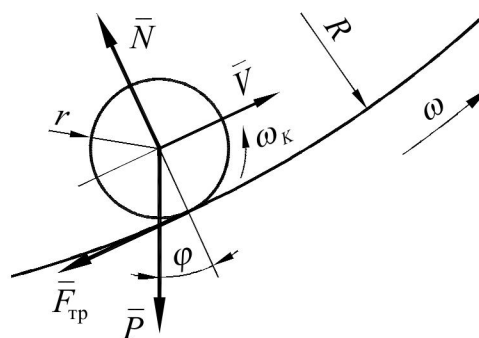


Рисунок 1 Схема сил, действующих на комочек шихты

При этом движение частицы в обобщенных координатах описывается уравнениями Лагранжа второго рода:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) - \frac{\partial T}{\partial x} = Q_x \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi} = Q_\varphi \end{cases}, \quad (1)$$

где x – обобщенная координата, направленная вдоль оси барабана; φ – угловая обобщенная координата, связанная с движущимся комочком; Q_x , Q_φ – соответствующие обобщенные силы.

Кинетическая энергия комочка:

$$T = \frac{mV^2}{2} + \frac{J\omega_K^2}{2},$$

где m – масса комочка; V – линейная скорость центра масс комочка; J – момент инерции комочка относительно оси вращения; ω – угловая скорость комочка.

Момент инерции комочка:

$$J = \frac{2}{5}mr^2.$$

В принятой системе координат имеем:

$$\omega = \dot{\varphi}, \quad V = \sqrt{\dot{x}^2 + (R-r) \times \dot{\varphi}^2}.$$

Тогда выражение кинетической энергии примет вид:

$$T = \frac{m}{2} (\dot{x}^2 + (R-r) \times \dot{\varphi}^2) + \frac{m}{5} \times r^2 \times \dot{\varphi}^2.$$

Выполнив подстановку известных величин, получим:

$$T = 8.25 \times 10^{-4} \times \dot{x}^2 + 1.117 \times 10^{-3} \times \dot{\varphi}^2.$$

Обобщенные силы Q_x и Q_φ определяются из выражений для элементарных работ:

$$\partial A_x = (P \times \sin \alpha - F_{\text{тр}}) \times \partial x,$$

где $F = P \times f \times \cos \alpha$; $P = mg$; f – коэффициент трения; α – угол наклона оси барабана.

Тогда

$$Q_x = \frac{\partial A_x}{\partial x} = mg \cdot (\sin \alpha - f \times \cos \alpha);$$

$$\partial A_\varphi = \frac{\mu}{r} \times N \times R \times \partial \varphi - P \times \sin \varphi \times R \times \partial \varphi,$$

где $N = P \times \cos \varphi + m \times \dot{\varphi}^2 \times R$; $P = mg$; μ – коэффициент трения качения.

Тогда

$$Q_\varphi = \frac{\partial A_\varphi}{\partial \varphi},$$

$$Q_\varphi = \frac{\mu}{r} (mg \cdot \cos \varphi + m \cdot \dot{\varphi}^2 \cdot R) R - mg \cdot \sin \varphi \cdot R.$$

Преобразуем систему (1), подставляя полученные выражения, и, представив в разрешенном относительно второй производной виде, получим:

$$\begin{cases} \ddot{x} = Q_x \\ \ddot{\varphi} = Q_\varphi \end{cases},$$

или

$$\begin{cases} \ddot{x} = g \cdot (\sin \alpha - f \times \cos \alpha) \\ \ddot{\varphi} = \frac{\mu}{r} (g \cdot \cos \varphi + \dot{\varphi}^2 \cdot R) R - g \cdot \sin \varphi \cdot R \end{cases} \quad (2)$$

Решение нелинейной системы дифференциальных уравнений выполним с помощью пакета MATCAD [4]. Для этого проведем замену переменных:

$$y_1 = x; \quad y_2 = \dot{x}; \quad y_3 = \varphi; \quad y_4 = \dot{\varphi}.$$

Такая замена переводит систему (2) в нормальную форму и позволяет разрешить данную систему при подстановке исходных данных. Результаты численного интегрирования представлены на рисунках 2 и 3.

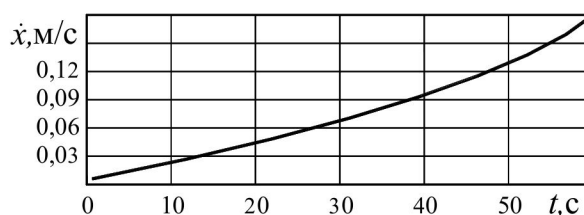


Рисунок 2 График изменения линейной скорости комочка

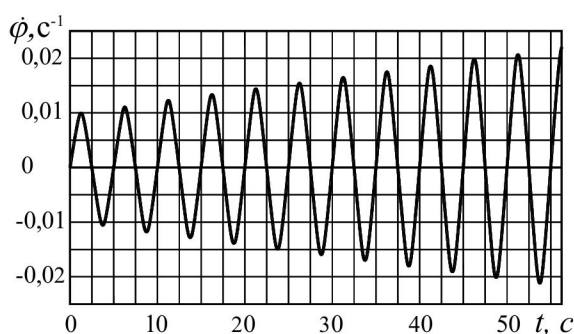


Рисунок 3 График изменения угловой скорости комка

Анализ результатов показывает, что линейная скорость комочка вдоль оси бара-

Библиографический список

1. Мовчан, В. П. Оценка качества агломерата и окатышей и особенности их использования в доменной плавке [Текст] / В. П. Мовчан // *Металлург. и горноруд. пром-сть*. — 2001. — № 5. — С. 8–11.
2. Режим агломерации при изменении доли концентрата ССПО [Текст] / М. Ф. Гибадулин, В. А. Гостенин, К. В. Сенькин и др. — *Сталь*, 2007. — №2. — С.15–17.
3. Козачишен, В. А. Конусный окомкователь агломерационной шихты [Текст] / В. А. Козачишен, Г. Н. Попов // *Металл и литьё Украины*. — 2009. — № 7–8. — С. 22–25.
4. Краскевич, В. Е. Численные методы в инженерных исследованиях [Текст] / В. Е. Краскевич, К. Х. Зеленский, В. И. Гречко. — К. : Вища шк. Головное изд-во, 1986. — 263 с.

© Козачишен В. А.

© Изюмов Ю. В.

Рекомендована к печати д.т.н., проф., зав. каф. МЧМ ДонГТУ Новохатским А. М., д.т.н., проф. ГОУ ВПО им. Даля Гутько Ю. И.

Статья поступила в редакцию 07.11.16.

к.т.н. Козачишен В. А., к.т.н. Изюмов Ю. В. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ РУХУ ГРУДОЧКИ ШИХТИ В ОГРУДКУВАЧІ БАРАБАННОГО ТИПУ

Наведено алгоритм побудови моделі руху грудочки в барабанному огрудкувачі. Встановлена залежність швидкості грудочки від зовнішніх чинників за реалізації технології огрудкування в барабанному огрудкувачі.

Ключові слова: модель, огрудкування, сила тертя, агломераційна шихта, гранулометричний склад.

PhD Kozachishen V. A., PhD Iziumov Yu. V. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

THE MODEL OF BURDEN LUMP MOVING PROCESS IN DRUM-TYPE PELLETIZER

The algorithm for development the model of burden lump moving in drum-type pelletizer is shown. It was found the dependence lump rates from ambient factors at pelletizing in drum-type pelletizer.

Key words: model, pelletizing, friction force, sintering mixture, grain fineness.