

УДК 622.788.36.012(043.2)

РАСЧЕТ ЗАВИСИМОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ В БАРАБАННОМ ГРАНУЛЯТОРЕ

Н. А. ВЫСОЦКАЯ¹, В. С. ФРАНЦКЕВИЧ²¹ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения
с Опытным производством»

Солигорск, Беларусь

²Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

Процесс гранулирования представляет собой комплекс физико-химических процессов, обеспечивающих получение частиц заданной формы, размеров и прочности и сопровождающихся уплотнением структуры вещества. Одним из методов гранулирования является гранулирование методом окатывания. Методика представляет собой формирование гранул в присутствии жидкой фазы, которая вносится с твердыми компонентами или специально вводится в виде растворов и пластов. Основным оборудованием, служащим для гранулирования методом окатывания, является барабанный гранулятор [1, 2].

При вращении барабана на частицу, находящуюся на открытой поверхности сегмента материала, действуют гравитационные и центробежные силы. Немаловажными параметрами в процессе окатывания являются время движения частицы и ускорение движения частицы. В процессе вращения в барабане частица находится в различных положениях [3]. Вначале частица находится в углу, в котором начинается ее движение, и это является ее наименее выгодным положением, где она только набирает разгон. В дальнейшем, с увеличением коэффициента внутреннего трения, угол начала движения частиц увеличивается, а также возрастает скорость самой частицы. Чтобы рассчитать процесс прохождения частицы в барабане, учитывают такие параметры, как время движения частицы на участке разгона и ускорение движения частицы.

Время движения частицы на участке разгона определяется по формуле

$$\tau_{pi} = \frac{\omega R_c}{a} + \sqrt{\left(\frac{\omega R_c}{a}\right)^2 + \frac{2}{a} \sqrt{R_c^2 - R_i^2}}, \quad (1)$$

где ω – угловая скорость; R_c – радиус центра циркуляции частицы, при котором на тяжелые частицы воздействуют силы поперечной циркуляции частицы, перемещающейся в центр вращения (принимается равным 1,9 м); a – ускорение движения частицы; v – скорость движения частицы; R_i – радиус, на котором находится точка перехода частицы из поднимающегося слоя в скатывающийся (принимается равным 1,25 м).

В свою очередь ускорение движения частицы a находится из уравнения

$$a = \frac{v^2}{R}. \quad (2)$$

Скорость движения частицы v определяется из выражения $v = 2\pi R \cdot n$.

Угловая скорость ω вычисляется как

$$\omega = 2\pi R n. \quad (3)$$



Рис. 1. Барабанный гранулятор

Для расчета барабанного гранулятора производства ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством» с радиусом $R_i = 1,5$ м и частотой вращения $n = 8$ об/мин $= 0,13$ с⁻¹ рассчитаем вышепредставленные параметры.

Скорость движения частицы получим, подставив в выражение (3) числовые значения:

$$v = 2 \cdot 3,14 \cdot 1,5 \cdot 0,13 = 1,22 \text{ м/с.}$$

Тогда ускорение движения частицы для различных скоростей частицы из уравнения (2)

$$a_1 = \frac{1,22^2}{1,5} = 0,99 \text{ м/с}^2.$$

Зная все неизвестные, найдем ускорения движения частиц:

$$\tau_{pi1} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,13 \cdot 1,9}{0,99} + \sqrt{\left(\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,13 \cdot 1,9}{0,99}\right)^2 + \frac{2}{0,99} \sqrt{1,9^2 - 1,25^2}} = 4,14 \text{ с.}$$

Из полученных значений можно сделать вывод, что с увеличением ускорения движения частиц время движения падает, что логично, т. к. с увеличением скорости для прохождения одного и того же расстояния необходимо затратить меньше времени.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Прушак, В. Я.** Разработка новых технических решений по увеличению выпуска гранулированного хлорида калия с применением валковых прессов, изготавливаемых в ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством» / В. Я. Прушак, Н. Ю. Кондратчик, Н. А. Высоцкая // Тр. БГТУ. – 2020. – Сер. 2, № 1. – С. 62–67.
2. **Высоцкая, Н. А.** Особенности получения NPK-удобрений методом окатывания / Н. А. Высоцкая, В. С. Францкевич // Горная механика и машиностроение. – 2020. – № 4. – С. 79–85.
3. **Леонов, Ф. Н.** Эффективность минеральных удобрений в зависимости от обеспеченности подвижными фосфатами дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы / Ф. Н. Леонов, Т. Г. Синевич // Почвоведение и агрохимия. – 2017. – № 1 (58). – С. 109–116.