

**АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА
В ПЛАНЕТАРНОЙ МЕЛЬНИЦЕ**

Оконинга-Бурже Жирдинов

ФГБОУ ВПО Тамбовский государственный технический университет, Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская 106, e-mail: judosonstars2015@mail.ru

Введение

Планетарные шаровые мельницы отличаются очень быстрым и эффективным измельчением. Их можно применять для различных целей. Идеально подходят для сверхтонкого измельчения до степени измельчения < 0,1 мкм, для оксидов вольфрама и молибдена получают крупность частиц порядка 5 нм, для железа – порядка 10...20 нм.. Измельчение может осуществляться в зависимости от постановки задачи в сухой среде, в суспензии или в среде защитного газа. Интенсивность и качество измельчения зависят от режима движения измельчаемого материала и мешающих тел в поперечном сечении барабана, совершающего планетарное движение. Цель работы – экспериментальное определение режимов движения материала в планетарной мельнице.

Установка и методика проведения экспериментальных исследований

Качественный анализ процесса движения сыпучего материала в поперечном сечении барабана планетарной мельницы проводили по фотоснимкам вращающегося барабана лабораторной установки, спроектированной и изготовленной по патенту РФ [1]. Управление мельницей было организовано согласно оригинальной методике [2]. Помольные барабаны 1 совершают планетарное движение за счет привода 3 водила 2 и привода независимого вращения барабанов 4. Вращение от привода 4 осуществляется за счет фрикционных валков 5 и 6.

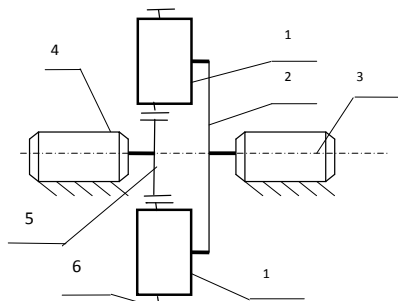


Рис. 1. Схема лабораторной установки

Режимы движения фиксировались на видеокамеру. На рис. 2, в качестве примера, представлены два режима движения сыпучего материала. Если скорость вращения барабана относительно собственной оси очень мала, то наблюдается режим периодических обрушений (рис. 2 а), аналогично движению в поперечном сечении обычного барабана [3, 4].



а



б

Рис. 2. Движение сыпучего материала в барабане, совершающем планетарное движение

Результаты и выводы

В результате исследований были зафиксированы все режимы, характерные для машин барабанного типа [4]: режим периодических обрушений; циркуляционный режим; водопадный; закритический.

Отсутствие высокоскоростной видеокамеры не позволило однозначно определить диапазоны изменения угловых скоростей вращения барабана вокруг центральной и собственной осей для разных режимов движения сыпучего материала. Эти исследования запланировано провести на следующем этапе.

Список литературы

1. Патент 83433 РФ, U1, МПК В02С 17/18. Планетарная мельница / Першина С.В., Першин В.Ф., Артемов В.Н., Ткачев А.Г., Ткачев А.М // 2009. Бюл. № 16.
2. Патент 2391140 РФ, U1, МПК В 02С17/18, В02С25/00, Способ управления работой планетарной мельницей / Першина С.В., Першин В.Ф., Артемов В.Н., Ткачев А.Г., Ткачев А.М // 2010. Бюл. № 16.
3. Першин В.Ф. Переработка сыпучих материалов в машинах барабанного типа / В.Ф. Першин., С.В. Першина, В.Г.Однолько. - М.: Машиностроение, 2009.-220с.
4. Першин В.Ф. Энергетический метод описания движения сыпучего материала в поперечном сечении гладкого вращающегося цилиндра /Теоретические основы химической технологии. 1988. Т. 22. № 2. С. 255.

**НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ УГЛЕРОДНЫХ
НАНОМАТЕРИАЛОВ**

Першина С.В., Белогубцев С.Ф., Федоткин И.В.

ФГБОУ ВПО Тамбовский государственный технический университет, Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская 106, e-mail: fedotkin34@mail.ru

Введение

Различают несколько видов плотности сыпучих материалов [1]: истинная плотность (или просто плотность) – масса единицы объема частиц, не имеющих пор; кажущаяся плотность; объемная плотность; насыпная плотность (насыпной вес). Насыпная плотность существенно зависит от granulометрического состава и упаковки частиц [2, 3].

Существует несколько методик определения насыпной плотности, которые учитывают особенности конкретных материалов. Поскольку углеродные наноматериалы стали использоваться в промышленности относительно недавно, практически нет исследований по экспериментальному определению для этих материалов насыпной плотности.

Цель настоящей работы заключается в экспериментальном определении насыпной плотности углеродных наноматериалов, которые производятся в промышленных масштабах ОАО «ЗАВКОМ» на реакторе разработанном совместно с учеными ТГТУ [4].

Методика экспериментального определения насыпной плотности

Для определения насыпной плотности зернистый материал насыпают в мерный сосуд, верхняя часть которого установлена с возможностью поворота. Поворачивают верхнюю часть на 180°. После поворота, от-

крытая поверхность материала представляет собой плоскость, проходящую по верхней границе нижней (рабочей) части мерного сосуда. Сосуд с материалом взвешивают, и насыпную плотность ρ_n , г/см³, вычисляют по формуле:

$$\rho_n = \frac{G_2 - G_1}{V}, \quad (1)$$

где G_2 – масса мерного сосуда с сыпучим материалом, г; G_1 – масса мерного сосуда, г; V – объем нижней части мерного сосуда, см³.

Результаты и выводы

Результаты предварительных опытов показали, что насыпная плотность углеродных наноматериалов может существенно изменяться даже без видимых внешних воздействий на эти материалы. Так например, насыпная плотность «Таунит – М» через 5 минут после загрузки в мерный сосуд, без видимых воздействий, увеличивается не менее чем на 3%, а после непродолжительной виброобработки более чем на 10%. Конечные результаты представлены в табл.1. Мы засыпали материал в сосуд используя воломометр Скотта и измеряли вес через 5 минут после загрузки. Данные результаты могут быть использованы при проектировании оборудования [5, 6, 7].

Таблица 1

Насыпная плотность углеродных наноматериалов

Материал	«Таунит»	«Таунит – М»	«Таунит – МД»
Насыпная плотность г/см ³	0,4±0,1	0,04±0,01	0,04±0,01

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что процедура определения насыпной плотности углеродных наноматериалов должна быть максимально регламентирована, что позволит использовать справочные данные для практических расчетов оборудования для переработки, транспортировки и хранения этих материалов.

Работа выполнена в рамках государственной поддержки проектов по созданию высокотехнологичного производства, Постановление Правительства РФ шт 9 апреля 2010г. № 218 (Договор № 02.П25.31.0123 от 14 августа 2014 года)

Список литературы

1. Першина С.В. Весовое дозирование зернистых материалов: монография / С.В.Першина, А.В.Катальмов, В.Г.Однолько, В.Ф.Першин. - М.: Машиностроение, 2009.-260с.
2. Першин В.Ф. Расчет относительной плотности и координационного числа поли-дисперсного материала. 1.Плоская задача/ Порошковая металлургия. - 1990. №3. - С.9-14.
3. Першин В.Ф. Расчет относительной плотности и координационного числа полидисперсного материала. 2.Пространственная задача / Порошковая металлургия. - 1990. № 5. - С.14-18.
4. Патент 2424184 РФ, С1, МПК С01В 31/02. Реактор синтеза углеродных нанотрубок/ А.Г.Ткачев, В.Ф. Першин, С.В. Мищенко, В.Н. Артемов, М.А. Ткачев М.А., С.В. Першина, // 2011. Бюл. №20.
5. Першина С.В. К вопросу промышленного использования углеродных наноматериалов / С.В. Першина, А.Г. Ткачев, А.И. Шершуква, В.Ф. Першин// Приборы, 2007. № 10, С.57-60. 6. Першин В.Ф. Переработка сыпучих материалов в машинах барабанного типа / В.Ф.Першин., С.В.Першина, В.Г.Однолько. - М.: Машиностроение, 2009.-220с.
7. Селиванов Ю.Т., Першин В.Ф. Расчет и проектирование циркуляционных смесителей сыпучих материалов без внутренних перемешивающих устройств // М.: Машиностроение-1, 2004. 119 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВ ТРЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Першина С. В., Пономарев А.С, Фетисов А.В

ФГБОУ ВПО Тамбовский государственный технический университет, Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская 106, e-mail: and.fetisow2014@yandex.ru

Введение

При расчете основных режимных и геометрических параметров оборудования для реализации основных процессов переработки сыпучих материалов, таких как смешивание [1], дозирование [2], классификация [3, 4] и гранулирования [5] используют коэффициенты трения движения и покоя [6, 7, 8]. Целью данной работы является экспериментальное определение углов трения покоя и движения углеродных наноматериалов, которые используются в промышленных масштабах ОАО «ЗАВКОМ».

Методика определения углов трения

Углы трения движения и покоя определяли для следующих углеродных наноматериалов: «Таунит»; «Таунит-М»; «Таунит-МД».



Установка для определения углов

Порядок проведения опытов был следующий. Порцию материала загружали в цилиндрическую обечайку 1 (рис.1) и включали привод 8 вращения барабана. После того, как барабан делал 2-3 оборота привод вращения выключали в тот момент, когда началось стабильное ссыпание материала с лопасти 4. После того, как ссыпание закончилось, помещали флажок 3 в точку пересечения линии открытой поверхности материала с обечайкой барабана и по шкале 5 фиксировали угол, наклона открытой поверхности материала к горизонту, т.е. угла трения движения. Повторно включали привод барабана и выключали в тот момент, когда начиналось ссыпание материала с лопасти. По положению флажка определяли угол трения покоя.

Результаты эксперимента и выводы

В табл. 1 даны результаты экспериментов.

Таблица 1

Значения углов трения движения и покоя для углеродных наноматериалов

Материал	«Таунит»	«Таунит – М»	«Таунит – МД»
Угол трения движения, град	48±2	50±4	52±6
Угол трения покоя, град	52±2	54±4	62±8

Как видно из табл.1, значения углов имеют большие отклонения от средних значений, особенно «Таунит – МД», поэтому необходимо совершенствовать методику и приборное оформление определения углов трения углеродных наноматериалов.

Работа выполнена в рамках государственной поддержки проектов по созданию высокотехнологичного производства, Постановление Правительства РФ шт 9 апреля 2010г. № 218 (Договор № 2. П25.31.0123 от 14 августа 2014 года)

Список литературы

1. Першин В.Ф. Модель процесса смешения сыпучего материала в поперечном сечении вращающегося барабана // Порошковая металлургия. 1986. № 10. С. 1-5.
2. Першин В.Ф., Барышникова С.В. Способ непрерывного дозирования сыпучих материалов // Патент России №2138783.1999. Бюл. № 27.
3. Першин В.Ф. Моделирование процесса классификации в барабанном грохоте // Теорет. основы хим. технологии. 1989. Т. XXIII, № 4. С. 499-505.
4. Моделирование процесса грохочения / А.Г. Ткачев, А.А. Ковынев, В.М. Нечаев, В.Ф. Першин // Теорет. основы хим. 2008. Т. 42, № 4. С.477-479.
5. Минаев Г.А., Першин В.Ф. Моделирование процесса гранулирования методом окатывания //Теорет. основы хим. технологии. 1989. Т. 24, № 1. С. 91-97.
6. Першин В.Ф. Энергетический метод описания движения сыпучего материала в поперечном сечении гладкого вращающегося цилиндра // Теорет. основы хим. технологии. 1988. Т. XXII. № 2. С. 255-260.
7. Першин В.Ф., Минаев Г.А. Использование энергетического подхода при определении режимов движения сыпучего материала