

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

во вращающемся барабане // Теорет. основы хим. технологии. 1989. Т. XXIII. № 5. С. 659-662.

8. Першин В.Ф. Расчет распределения сыпучего материала в гладком вращающемся барабане // Химическое и нефтяное машиностроение. 1988. № 6. С. 8-9.

9. Авторское свидетельство СССР №1083086 G 01 B52U4 Устрой-ство для определения углов естественного откоса и обрушения сыпучих материалов // М.П. Макевнин, В.Л. Негров, В.Ф. Першин, М.М. Свиридов, 1984. Бюл. №12.

ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ТВЕРДОГО В ЖИДКОСТИ РОТОРНЫМ ИМПУЛЬСНЫМ АППАРАТОМ

Промтов М.А., Степанов А.Ю., Алешин А.В., Лебедева Е.И.

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия, e-mail: tir-rr@yandex.ru

Диспергирование часто является вспомогательным процессом, который применяется для интенсификации технологических процессов, например, процессов растворения, экстракции, сушки за счёт развития поверхности контакта участвующих в них твердых веществ и за счет увеличения скорости обтекания твердых частиц жидкостью или газом.

В роторном импульсном аппарате (РИА), процесс диспергирования твердых частиц в суспензии осуществляется за счет механических, гидродинамических и акустических факторов воздействия. Интенсивное воздействие вызвано пульсациями давления и скорости потока в каналах ротора и статора, большими градиентами скоростей в зазоре между ротором и статором, турбулентностью и развитым эффектом кавитации. Пульсации давления, скорости потока жидкости, интенсивную турбулентность и развитую кавитацию вызывает разгонно-тормозной характер движения потока жидкости в РИА. Кумулятивные струйки, возникающие при схлопывании кавитационных пузырьков, оказывают ударное действие на твердые частицы, приводящее к их дроблению.

Нами было проведено исследование процесса диспергирования частиц биогумуса (насыпная плотность $\rho_n=700$ кг/м³, влажность 40-45%) в воде. Соотношение компонентов для исследования следующее: 20% сухой биогумус, 80% вода. Обработка суспензии в РИА проводилась по замкнутому контуру за 40 циклов, при линейной скорости совмещения каналов ротора 39 м/с. Для предварительного перемешивания суспензии обработали без кавитации, пропустив весь объем суспензии через РИА, при слабой подаче насоса и линейной скорости вращения ротора на 1 м/с.

Фракционный состав сухого биогумуса определяли с использованием вибрационного грохота. В качестве просеивающих элементов использовали листовые сита, с размером ячеек квадратной формы = 2, 1.5, 1, 0.5, 0.25 мм. Фракция с размерами частиц более 2.4 мм предварительно отсеивалась и не использовалась в дальнейших экспериментальных исследованиях. По результатам анализа фракционного состава исходного биогумуса, в основной массе частиц (78% масс.) преобладают частицы с размерами более 0,25 мм и менее 2 мм. Средний диаметр частиц до обработки $d_n = 0,75$ мм.

Фракционный состав измельченных частиц биогумуса был определён на лазерном анализаторе частиц «Micro Sizer 201С». Средний диаметр частиц после обработки $d_k = 5$ мкм.

Степень измельчения частиц после обработки в РИА, составила: $i = \frac{d_n}{d_k} = \frac{750}{5} = 150$, где d_n - сред-

невзвешенный размер частиц материала до измельчения; d_k - средневзвешенный размер частиц материала после измельчения.

С учётом степени измельчения ($i > 100$), можно классифицировать вид измельчения как тонкий помол. Данный вид измельчения проводится преимущественно в жидкости из-за проблем с пылеобразованием. Кривые распределения фракционного состава частиц биогумуса показаны на рис. 1.

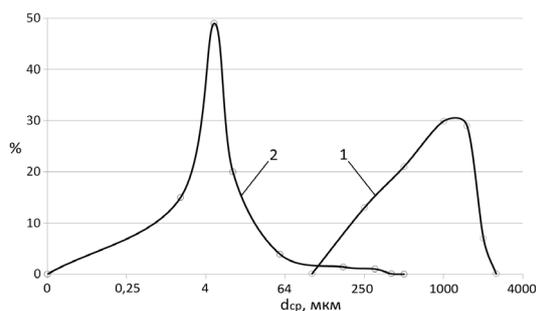


Рис. 1. Кривые распределения фракционного состава частиц биогумуса: 1 – до обработки; 2 – после обработки в РИА

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СТЕРЖНЕВОЙ ЗАГРУЗКИ В ПОПЕРЕЧНОМ СЕЧЕНИИ ГЛАДКОГО ВРАЩАЮЩЕГОСЯ БАРАБАНА

Пронищев Д.К., Елагин М.С., Чернышов П.С., Першин В.Ф.

ФГБОУ ВПО Тамбовский государственный технический университет, Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская 10б, e-mail: denis-pronishhev@ro.ru

Введение

Машины барабанного типа широко используются в различных отраслях промышленности для реализации процессов измельчения, дозирования, грохочения, смешивания и гранулирования [1]. При производстве сорбентов [2] или керамических строительных изделий, на основе опок целесообразно совмещать процессы смешивания и механоактивации, реализуя их в машине барабанного типа с мельящей загрузкой в виде стержней. Для расчета режимных и геометрических параметров оборудования необходимо знать режим движения сыпучего материала и стержневой загрузки в поперечном сечении гладкого вращающегося барабана, который зависит от физико-механических характеристик стержней и сыпучего материала [3, 4,5].

Методика исследования качественной движения стержневой загрузки

При использовании стержневой мельящей загрузки необходимо знать и учитывать особенности ее движения в поперечном сечении гладкого вращающегося барабана.

Для проведения качественного анализа мы использовали лабораторную установку с диаметром барабана 0,11м. Порядок проведения опытов была следующая. В барабан загружали определенный объем стержней. В процессе экспериментальных исследований, степень загрузки стержней в барабан изменяли от 0,1 до 0,4, а угловую скорость вращения барабана от 0,6с⁻¹ до 65с⁻¹. Распределение стержней в поперечном сечении барабана при устойчивом существовании одного из режимов фиксировали с помощью фотосъемки.

Результаты и выводы



Движение стержневой мельящей загрузки

На рисунке показано распределение стержневой загрузки в поперечном сечении барабана при переходе от