

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/м<sup>3</sup>, 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.

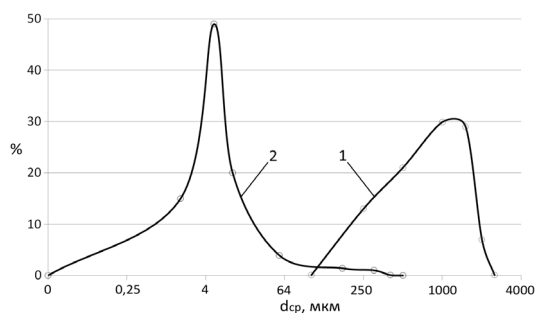


Рис. 1. Кривые распределения фракционного состава частиц биогумуса: 1 – до обработки; 2 – после обработки в РИА

### 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<sup>-1</sup> до 65с<sup>-1</sup>. 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

циркуляционного движения к водопадному [1]. В докладе даны фотоснимки всех режимов движения стержневой загрузки в поперечном сечении вращающегося барабана.

Для стержневой загрузки характерны такие же режимы движения, что и для обычного сыпучего материала: режим периодических обрушений; циркуляционный; водопадный; закритический. Эти же режимы имеют место и при совместном движении мельящей загрузки и измельчаемого материала. Для расчета барабанных машин со стержневой мельящей загрузкой, в которых реализуются совмещенные процессы механоактивации и смешивания, можно пользоваться зависимостями, полученными для сыпучего материала [1]. Для обеспечения адекватности расчетов реальной ситуации необходимо провести дополнительные экспериментальные исследования по определению углов и коэффициентов внешнего и внутреннего трения стержневой загрузки [6, 7].

#### Список литературы

1. Першин В.Ф. Переработка сыпучих материалов в машинах барабанного типа / В.Ф. Першин., С.В. Першина, В.Г. Однолько. М.: Машиностроение, 2009. 220с.
2. Першин В.Ф. Перспективы производства сорбентов и фильтров на основе опок месторождений Казахстана модифицированных углеродными наноматериалами / В.Ф. Першин, А.Е. Бураков, А.М. Воробьев, С.В. Першина, С.А. Монтаев, А.Т. Таскалиев, Н.С. Монтаева, А.С. Монтаева
3. Першина С.В. Определение физико-механических и технологических свойств углеродных наноматериалов. Современное состояние, проблемы и перспективы / С.В. Мищенко, С.В. Першина, А.И. Шершуква // Вестник ТГТУ. Том. 14. №1. 2008. Рубрика 01. Препринт 23. Transactions TSTU.
4. Шершуква А.И. Определение коэффициентов трения зернистых материалов / А.И. Шершуква, С.В. Першина, В.Ф. Першин // Современные направления теоретических и прикладных исследований: сб. науч. трудов по материалам междунар. научно-практ. конф. Т. 2. Одесса: Черноморье, 2006. С. 39-42.
5. Першина С.В., Першин В.Ф., Ткачев А.Г., Шершуква А.И. К вопросу промышленного использования углеродных наноматериалов / Приборы, 2007. № 10. С.57-60.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕКУЧЕСТИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Пустовалов С.А., Дорошин Д.В., Першина С.В.

ФГБОУ ВПО Тамбовский государственный технический университет, Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская 106, e-mail: serega365123@yandex.ru

#### Введение

Сыпучие материалы широко используются при производстве строительных материалов и изделий. Так например, лицевою керамикой изготавливают на основе опок и суглинков. Преподаватели и студенты нашего университета совместно с коллективом Западно-казахстанского аграрно-технического университета проводят работы по совершенствованию технологии и

аппаратурного оформления производства лицевого керамике на основе опок месторождений Республики Казахстан. При проектировании бункеров и оборудования для переработки сыпучих материалов [1, 2] учитывают текучесть этих материалов. Способность сыпучих материалов вытекать из отверстий в стенках или днищах бункеров, машин и аппаратов оценивают текучестью или коэффициентом текучести. Цель данной работы – экспериментальное определение текучести и коэффициента текучести опоки и суглинка.

#### Методика проведения экспериментов

Поскольку не обнаружено официальных документов, регламентирующих процедуру определения текучести сыпучих материалов, которые используются при производстве строительных изделий, в качестве аналога мы использовали Межгосударственный стандарт (ГОСТ 20899-98), регламентирующий определение текучести металлических порошков. Метод определения текучести, основан на регистрации времени истечения порошков через калиброванное отверстие воронки. Определенное количество материала засыпали в воронку, открывали отверстие и замеряли время истечения материала. В качестве материалов использовали опоку и суглинок трех разных фракций.

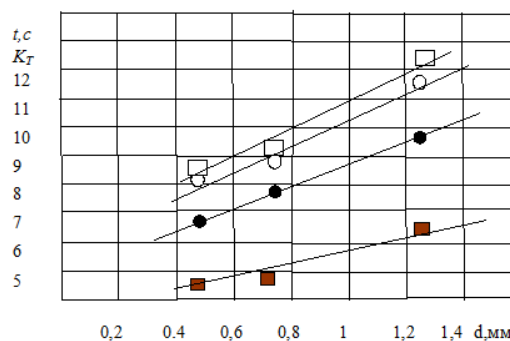
#### Результаты и выводы

В табл.1 представлены характерные результаты экспериментов. Коэффициент текучести  $K_T$  рассчитывали по следующей ф-ле:

$$K_T = t^{2.8} / G,$$

где  $t$  – время истечения материала, с;  $r$  – радиус отверстия воронки;  $G$  – вес материала, г.

На рисунке показаны зависимости текучести и коэффициентов текучести от диаметра частиц.



Зависимость текучести (○ – опока, □ – суглинок) и коэффициента текучести (● – опока, ■ – суглинок)

Таблица 1

Результаты истечения сыпучего материала из воронки

Материал	Опока	Опока	Опока	Суглинок	Суглинок	Суглинок
Размер частиц	-0.5 +0.375	-1 +0.5	+1	+1-1,5	-1 +0.5	-0.5 +0.375
время(с)	8.13	8.83	11.58	12.51	9.12	8.58
время(с)	8.12	8.68	11.6	12.45	9.24	8.77
время(с)	8.11	8.79	11.57	12.47	9.15	8.64
время(с)	8.13	8.91	11.62	12.55	9.1	8.67
время(с)	8.10	8.87	11.59	12.54	9.19	8.62
Среднее знач.врем.	8.118	8.816	11.592	12.504	9.16	8.656
Вес, г	75.3	75.5	76.6	122.2	119.2	122.7

#### Список литературы

1. Першина С.В. Весовое дозирование зернистых материалов: монография / С.В. Першина, А.В. Катыльмов, В.Г. Однолько, В.Ф. Першин. М.: Машиностроение, 2009. 260 с.

2. Першин В.Ф. Переработка сыпучих материалов в машинах барабанного типа / В.Ф. Першин., С.В. Першина, В.Г. Однолько. М.: Машиностроение, 2009. 220 с.