

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Факультет педагогики и психологии БарГУ  
Факультет славянских и германских языков БарГУ  
Горловский институт иностранных языков**

**СОДРУЖЕСТВО НАУК.  
БАРАНОВИЧИ-2013**

**МАТЕРИАЛЫ  
IX МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
МОЛОДЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ**

**23—24 мая 2013 г.  
г. Барановичи  
Республика Беларусь**

**В 2 книгах  
Книга 2**

**Барановичи  
РИО БарГУ  
2013**

УДК 001  
ББК 72  
С57

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом учреждения образования  
«Барановичский государственный университет»

Рецензенты:

*Н. Я. Кушниц*, кандидат психологических наук, доцент, заместитель директора по науке  
и дополнительному образованию филиала РГСУ в г. Минске;  
*О. Я. Романив*, кандидат географических наук,  
доцент кафедры географии и туризма МЭГУ им. С. Демьянчука, Ровно (Украина)

Редакционная коллегия:

*А. В. Никишова* (гл. ред.), *А. В. Прадун*, *Ю. В. Башкирова* (отв. ред.), *Е. И. Бедая*, *С. М. Горбач*,  
*Н. А. Егорова*, *Е. Н. Кирюхова*, *В. И. Козел*, *Г. И. Коктыш*, *Д. С. Лундышев*,  
*О. Н. Людвигевич*, *О. И. Наранович*, *М. В. Нерода*, *А. А. Савко*, *К. С. Тристеня*

**Содружество наук. Барановичи-2013** [Текст] : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. молодых исследователей, 23—24 мая 2013 г., г. Барановичи, Респ. Беларусь : в 2 кн. / редкол.: А. В. Никишова (гл. ред.), А. В. Прадун, Ю. В. Башкирова (отв. ред.) [и др.] — Барановичи : РИО БарГУ, 2013. — Кн. 2. — 279 с. — 156 экз.

ISBN 978-985-498-533-6  
ISBN 978-985-498-534-3 (Книга 2)

Включены материалы докладов IX Международной научно-практической конференции молодых исследователей «Содружество наук. Барановичи-2013» по актуальным проблемам таких научных направлений, как экономические аспекты развития предприятия, региона; информационные технологии в образовании, науке и технике; современные тенденции развития производственных технологий машин и материалов; физика, математика; правоведение.

Адресовано преподавателям и студентам учреждений высшего образования, магистрантам, аспирантам.

УДК 001  
ББК 72

ISBN 978-985-498-533-6  
ISBN 978-985-498-534-3 (Книга 2)

© Коллектив авторов, 2013  
© БарГУ, 2013

|  |  |
|--|--|
| <b>Ковалева Ю. Э., Раковцы Г. М.</b> Использование единой корпоративной системы в компании для управления проектами и финансами .....                                    |  |
| <b>Коновалик С. А., Шиманович Е. В.</b> Использование информационных технологий в создании электронных средств обучения .....  |  |
| <b>Кучинская-Паровая И. И.</b> Нейронные сети, ориентированные на обработку баз знаний .....   |  |
| <b>Лоскутов Е. Д., Горяинов М. Ф.</b> Анализ возможностей и эффективность использования программной среды Moodle для активизации учебного процесса .....                 |  |
| <b>Мазалевич О. Д., Наранович О. И.</b> Автоматизированная система сопровождения базы данных отдела кадров .....   |  |
| <b>Омельянович А. А., Наранович О. И.</b> Решение систем линейных алгебраических уравнений модифицированными алгоритмами метода прогонки .....                           |  |
| <b>Павловский П. П.</b> Эффективность применения компьютерных систем автоматизированного проектирования при решении технических задач .....                              |  |
| <b>Пошелюк А. А., Наранович О. И.</b> Исследование технологического процесса нанесения хромированного покрытия на поверхность деталей .....                              |  |
| <b>Снытко Ж. Г.</b> Тьюторское сопровождение повышения квалификации педагогов в контексте дистанционного образования .....   |  |
| <b>Соловей Е. В., Соловей С. С.</b> Обучающая программа по языкам программирования «Pascal» и «Delphi»   |  |
| <b>Станиславчик С. М.</b> Информационные технологии бизнес-офиса ОАО «Гродненский мясокомбинат» .  |  |
| <b>Тарасенко О. Л.</b> Преимущества использования электронных учебников в образовательном процессе .   |  |
| <b>Терешко О. А., Курилович Р. А.</b> Дифференцированный подход к обучению школьников решению текстовых задач (5-6 классы) с помощью электронного учебного пособия ..... |  |
| <b>Федоров А. М., Шах А. В.</b> Применение современных САЕ-пакетов при оптимизации разрабатываемых промышленных изделий .....  |  |
| <b>Шункевич Д. В.</b> Средства построения интеллектуальных решателей задач на основе семантических сетей .....   |  |

#### СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИН И МАТЕРИАЛОВ

|  |  |
|--|--|
| <b>Азарчик С. А.</b> Скреперный конвейер для удаления органических отходов .....   |  |
| <b>Андренко К. Г.</b> Проектирование агрегатных станков при помощи компьютерной технологии «АГРЕГАТ» .....                             |  |
| <b>Ацута Е. Н.</b> Заготовка сенажа из бобовых и бобово-злаковых культур .....   |  |
| <b>Белюсова Е. С., Махмуд М. Ш.</b> Исследование шунгитобетонов на основе цемента и извести .....                                      |  |
| <b>Богдан Д. Д., Богданович И. А.</b> Ультразвуковая очистка материалов .....  |  |
| <b>Бойправ О. В., Немах М. Р., Борботько Т. В.</b> Формирование строительных материалов, экранирующих электромагнитное излучение ..... |  |
| <b>Борис Е. В.</b> Ультразвуковая упрочняюще-чистовая обработка .....  |  |
| <b>Буткевич С. Б.</b> Лазерное легирование поверхности .....   |  |
| <b>Быковский А. В.</b> Основные предпосылки и проблемы развития автоматизации производственных процессов .....                         |  |
| <b>Войтович О. Н.</b> Расчет параметров плазмотрона с использованием программы Mathcad .....   |  |
| <b>Герасименко Е. Ю., Литвинович Т. П.</b> Виброабразивное и дробеструйное упрочнение твердосплавного режущего инструмента .....       |  |
| <b>Горавский И. А.</b> Дробление кусковых твердых материалов в валковых мельницах .....  |  |
| <b>Данильчик П. С.</b> Анализ методов газотермического напыления и перспективы их развития .....                                       |  |
| <b>Дейхина Т. В., Наранович О. И.</b> Моделирование изменения свойств деталей с нанесенным хромо-вым покрытием .....                   |  |
| <b>Карасик Д. М.</b> Гидроабразивная обработка камня .....   |  |
| <b>Карлюк А. П.</b> Совершенствование конструкций почвообрабатывающих машин .....  |  |
| <b>Константинов А. А.</b> Применение гидроабразивной резки для раскроя промышленных материалов .                                       |  |
| <b>Лойко А. И., Труханович Ю. А.</b> Экологические энергетические установки для полярников .....                                       |  |
| <b>Потапов В. А.</b> Интеграция белорусской атомной электростанции в Объединенную энергетическую систему страны .....                  |  |
| <b>Саханько С. А.</b> Исследование эффективности применения метода газотермического упрочнения шарового пальца автомобиля МАЗ .....    |  |
| <b>Скрундь А. А.</b> Системы автоматического кормления .....   |  |
| <b>Улан А. В.</b> Совершенствование движителей уборочно-транспортных машин .....   |  |
| <b>Фурс В. В., Литвинович Т. П.</b> Методы повышения стойкости режущих инструментов .....  |  |

УДК 621.762

**И. А. Горавский**

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

## ДРОБЛЕНИЕ КУСКОВЫХ ТВЁРДЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВАЛКОВЫХ МЕЛЬНИЦАХ

Проведены теоретические и экспериментальные исследования по дроблению кусковых материалов в валковых мельницах, по результатам которых были даны рекомендации по дроблению кусков базальта в порошок.

Theoretical and experimental studies on the fragmentation of the lump materials in roller mills, which resulted in recommendations on pieces of crushed basalt powder.

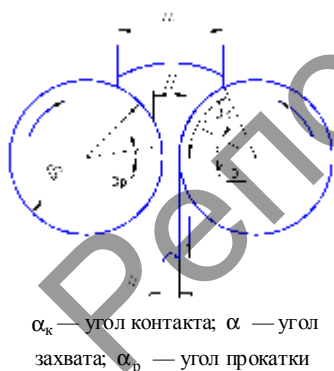


Рисунок 1 — Угловые параметры прокатываемого порошка

**Введение.** Дробление кусковых материалов применяется в химической и пищевой промышленности, в производстве строительных материалов, в металлургии, в галургии, при обогащении полезных ископаемых, гранулировании полуфабрикатов и других процессах. Обработка давлением прокаткой реализуется в прокатных станах, валковых, ролико-кольцевых и конусных мельницах [1—3]. Находящийся между встречновращающимися валками материал испытывает с ними силовое взаимодействие, определяемое граничными условиями и его физическими свойствами и состоянием. Куски твёрдого материала размером  $H \leq D(1 - \cos\alpha) + h$  (рисунок 1), определяемым диаметром валков и углом захвата  $\alpha \leq \varphi_T$  ( $\varphi_T$  — угол трения), вовлекаются в валки и обжимаются до размера  $h$  [1]. При достаточном ресурсе деформационных возможностей они сохраняют свою целостность, в противном случае разрушаются до связно-сыпучего состояния.

**Основная часть.** Механизм деформации и уплотнения кускового твёрдого материала условно разделяют на три следующих по мере уплотнения стадии. В начале нагружения преобладает структурная деформация — деформация за счёт взаимного перемещения кусков с уменьшением объёма в результате их более плотной упаковки. Вторая стадия характеризуется сочетанием структурной деформации и возрастающей пластической деформацией кусков. При дальнейшем росте внешней нагрузки деформация и незначительное уплотнение кускового материала происходит в основном за счёт пластической деформации составляющих его частиц.

Восприятие дробимым материалом внешней нагрузки сопровождается ростом контактных между кусками напряжений, деформацией и увеличением поверхностей контактов. Это приводит к уменьшению его объёма и увеличению плотности  $\rho$ , описываемому выражением

$$\rho_{\sigma} = \rho_n + k\rho^m,$$

где  $\rho_n$  — насыпная плотность;

$m$  и  $k$  — устанавливаемые экспериментально параметры, зависящие от свойств материала кусков, способа нагружения (обработки) и др. [2; 3].

В результате теоретических исследований определена величина среднего напряжения, вызывающего деформацию и разрушение кусков твёрдого материала, по формуле

$$\sigma = \frac{(\sigma_s - 2c \cos \varphi) \nu_{\sigma}}{2 \sin \varphi}, \quad (1)$$

где  $\sigma_s$  — физический предел текучести беспористого материала;

$c$  — сцепление кусков (сопротивление сдвигу при нормальном к поверхности сдвига напряжении, равном 0);

$\varphi$  — угол межчастичного трения;

$\nu_{\sigma}$  — относительная плотность.

Введённая в числитель формулы (1) величина относительной плотности кускового материала  $\nu_{\sigma} = \rho_{\sigma} / \rho$  учитывает реальную площадь сечения дробимого материала.

Непрерывность процесса и стабильность энергосилового воздействия на обрабатываемый в валках материал обуславливает сравнительно низкую удельную энергоёмкость размола при высокой производительности, определяемой плотностью  $\rho$ , толщиной полос  $h$ , диаметром и длиной бочки валков  $B$  и скоростью прокатки  $v$ , вычисляется по формуле  $Q = \rho h B v$ . Обрабатываемый в толстом слое материал имеет ограниченный с поверхностью бочки валков контакт, что уменьшает их износ и загрязнение продуктов дробления даже при обработке таких сверхтвёрдых материалов, как диборид титана и нитрид алюминия [2].

**Результаты и их обсуждение.** В целях подтверждения эффективности дробления кусковых материалов были проведены эксперименты по дроблению кусков базальта размером  $\approx 100$  мм в порошок, состоящий из частиц со средним размером 0,8...1,2 мм, необходимых для проведения плазменной обработки.

Расчёты и проведённые эксперименты показали, что для разрушения кусков базальта размером до 100 мм необходима валковая мельница с диаметром бочки валков  $D$ , равным 500...600 мм. При этом происходит разрушение и размол до требуемых размеров. Отдельные (требуемые) фракции разделялись набором сит. При этом порошок выходил из валковой мельницы уплотнённым в полосу толщиной 5...6 мм, которая легко разрушалась в порошок.

Для требуемой производительности ( $Q$ , составляющей 50 кг / час,  $\approx 30$  дм<sup>3</sup>) при ограниченных возможностях по диаметру бочки валков, например  $D$ , равному 100 мм, длине бочки  $B$  — 100 мм, дробление следует проводить в 3 стадии.

По условию захвата кусков  $H$ , равному 100 мм, необходимо развести валки до зазора между ними, применяя формулу

$$h_1 = H - D(1 - \cos \alpha),$$

где угол захвата  $\alpha \approx 30^\circ$ .

Тогда

$$h_1 = 100 - 100(1 - 0,866) = 86,4 \text{ мм.}$$

Продукты первого прохода после отсева дисперсных частиц следует прокатать при зазоре между валками ( $H_1 = 20...30$  мм):

$$h_2 = H_1 - 100(1 - \cos \alpha) = 30 - 13,4 = 16,6 \text{ мм.}$$

Третий проход прокатки-дробления проводился при зазоре между валками  $h_3$ , равном 1,2...1,4 мм.

При других размерах валков ( $D$  и  $B$ ) расчёт является аналогичным.

При частоте вращения валков  $n_v$ , равной 5...6 об / мин, необходимая мощность двигателя  $N_{дв}$  составляет 3 кВт.

Указанный режим позволяет обеспечить требуемое для дробления напряжение согласно выражению (1), а также необходимую производительность.

**Заключение.** В результате теоретических исследований определена величина среднего напряжения, вызывающего деформацию и разрушение кусковых материалов в валковых мельницах.

По результатам экспериментов даны технические рекомендации по дроблению кусков базальта в порошок для последующей плазменной обработки

#### Список цитируемых источников

1. *Целиков, А. И.* Теория продольной прокатки / А. И. Целиков, Г. С. Никитин, С. Е. Рокотян. — М. : Metallurgia, 1980. — 320 с.
2. *Ложечников, Е. Б.* Прокатка в порошковой металлургии / Е. Б. Ложечников. — М. : Metallurgia, 1987. — 185 с.
3. *Жданович, Г. М.* Теория прессования металлических порошков / Г. М. Жданович. — М. : Metallurgia, 1968. — 268 с.

Материал поступил в редакцию 28.03.2013 г.

Репозиторий БарГУ