

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ВИБРОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. В. Сартаков

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Рассмотрена кинетика измельчения строительных материалов вибрационным воздействием. С позиции классических разработок о кинетике измельчения дано представление об изменении дисперсионных свойств материалов при его обработке в вибрационных измельчителях. Показаны результаты экспериментальных исследований и их соответствие с теоретическими разработками.

Ключевые слова: измельчение, кинетика измельчения, виброизмельчители, удельная поверхность.

Кинетика измельчения – достаточно важный фактор, который отображает взаимосвязь характеристик и свойств материала и параметров воздействующих на них машин и аппаратов.

Изучение подобных вопросов позволяет установить не только подобную взаимосвязь, но и сформировать определённый алгоритм в управлении процессом с целью достижения его оптимизации.

Это представлено на примере изучения виброизмельчительного процесса при помоле строительных материалов.

Как уже отмечалось выше, изменение дисперсных свойств материалов (удельная поверхность, средний размер частиц) в зависимости от времени измельчения носят экспоненциальный характер [1-3].

В связи с этим, можно утверждать, что

$$S = S_0 + S_m(1 - e^{-Kt}),$$

$$d = d_0 - d_m(1 - e^{-Kt}),$$

где S_0 , d_0 , S_m , d_m – начальные и предельные удельные поверхности и размеры частиц измельчаемых материалов; K – показатель экспоненты, зависящий от мощности измельчения, объёма частиц и свойств материала.

В ходе исследования вибрационного измельчения, были получены зависимости для расчёта работы и мощности движения внутримельничной загрузки виброизмельчителей с позиций механики взаимодействия мельющих тел и измельчаемого материала.

Такие зависимости опираются на законы вибрации и теории удара [4-6].

С целью получения достоверности указанных зависимостей были проведены экспериментальные исследования режимов работы виброизмельчительного оборудования.

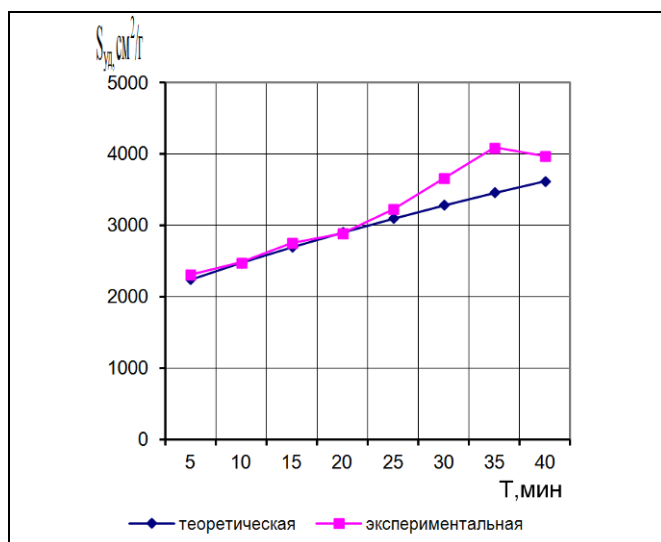
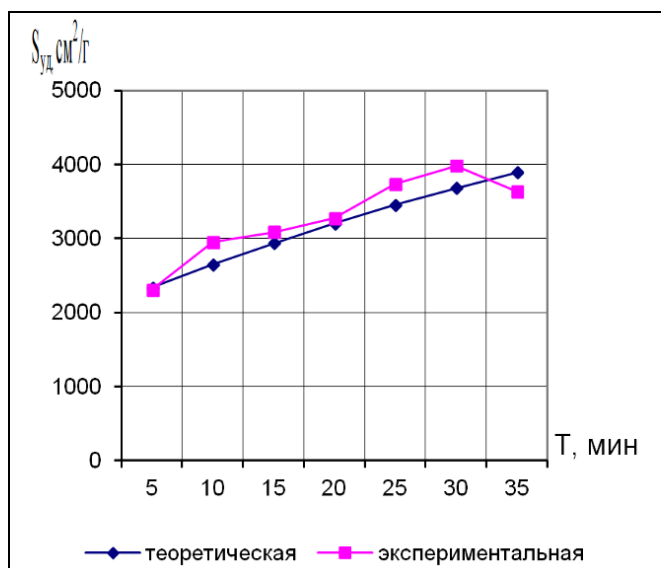
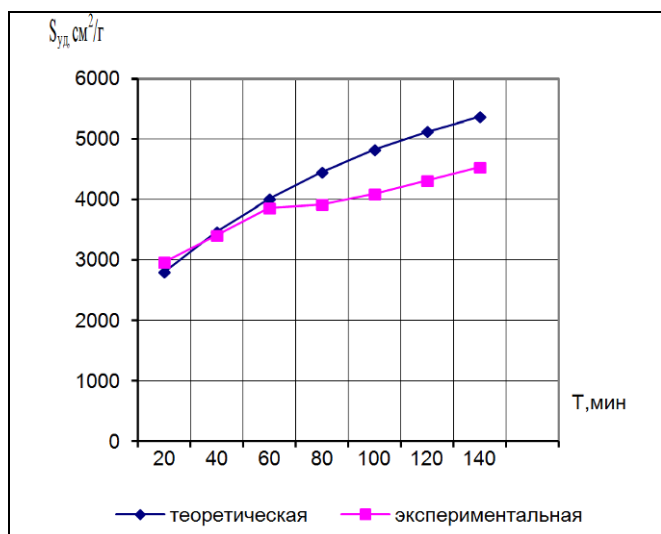
Данные эксперименты проводились в лабораторных условиях на установке вибрационной мельницы.

Результаты экспериментов и сравнение их с теоретическими зависимостями представлены на рисунках 1-8.

Указанная серия опытов (рисунки 1-7) показывает влияние изменения параметров виброизмельчителей на удельную поверхность и размеры частиц материалов.

Можно отметить, что скорость прироста дисперсности различных материалов растёт с увеличением виброс частоты. Причем, эта зависимость на начальных и средних участках кинетических кривых практически прямая, т.е. кратность увеличения прироста тонины измельчаемого материала соответствует кратности увеличения виброс частоты и как следствие этого, аналогичным образом изменяется производительность мельницы. Очевидно, что это приводит к увеличению скорости разрушения материалов, благодаря чему материал измельчается быстрее.

Анализируя характер изменения тонины помола в материалах при различных частотах (20-50 Гц), можно отметить, что увеличение частоты колебаний не во всех случаях значительно создаёт прирост дисперсности материала. Однако влияние частоты колебаний особенно эффективно для измельчаемого продукта, т.к. при этом растёт как величина ударного импульса мельющих шаров, так и число ударов по измельчаемому материалу.



ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ВИБРОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

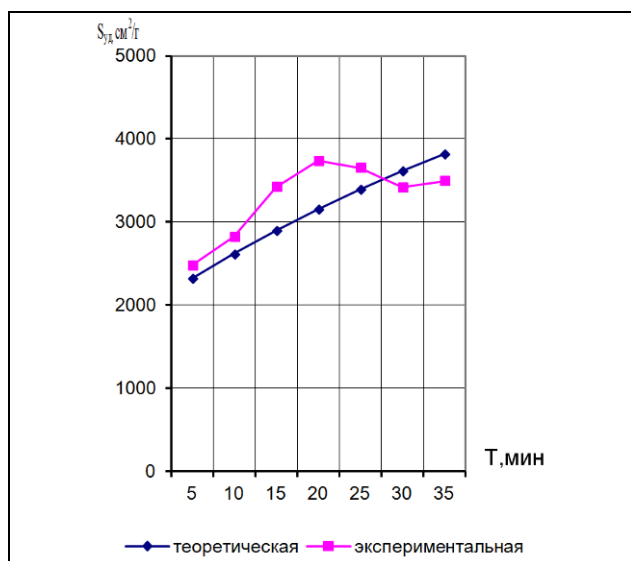


Рисунок 4 – Кинетическая зависимость изменения удельной поверхности цемента ПЦМ 400 при режиме измельчения: частота 48 Гц; амплитуда 3,5 мм; диаметр шаров 20 мм

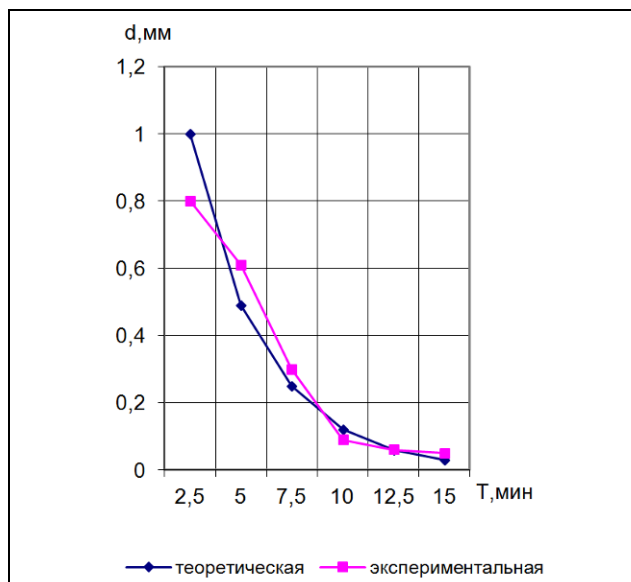


Рисунок 5 – Кинетическая зависимость изменения диаметра известняка при режиме измельчения: частота 48 Гц; амплитуда 3 мм; диаметр шаров 20 мм

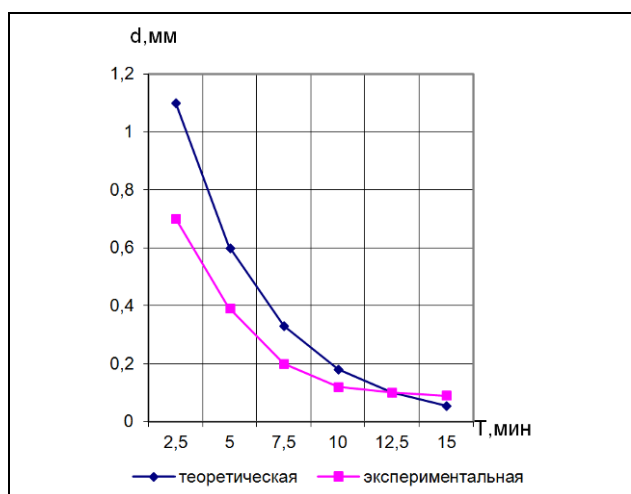


Рисунок 6 – Кинетическая зависимость изменения диаметра частиц известняка при режиме измельчения: частота 23, 8 Гц; амплитуда 5 мм; диаметр шаров 20 мм

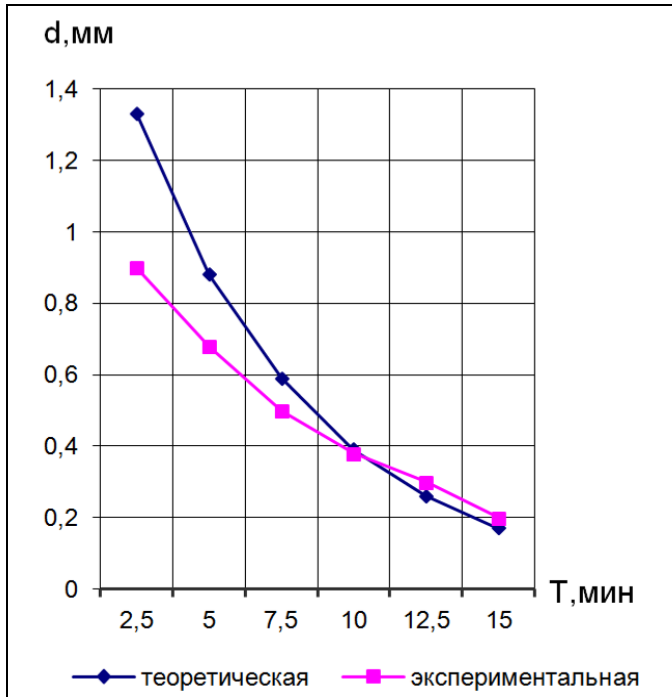


Рисунок 7 – Кинетическая зависимость изменения диаметра частиц известняка при режиме измельчения: частота 23,8 Гц; амплитуда 3 мм; диаметр шаров 20 мм

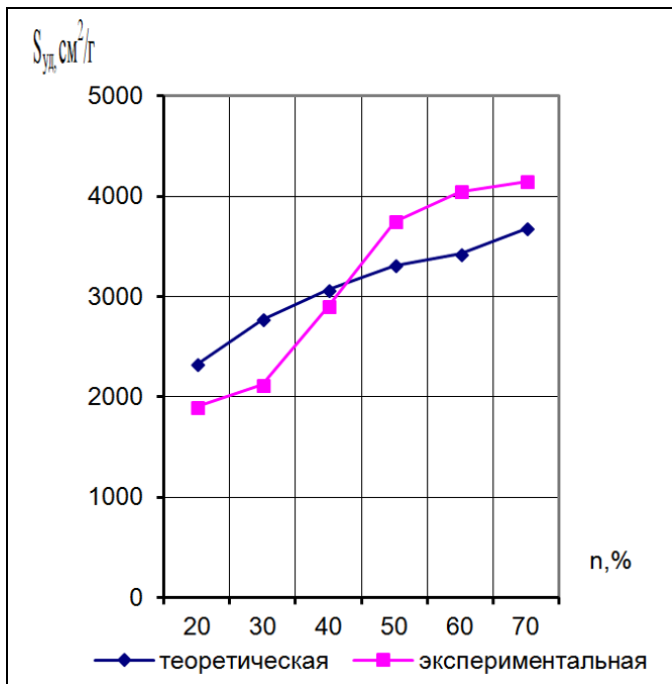


Рисунок 8 – Зависимость изменения удельной поверхности кварцевого песка от степени заполнения шаровой загрузки мельницы при режиме измельчения: частота 23,8 Гц; амплитуда 3 мм; диаметр шаров 10 мм; время измельчения 30 минут

Установлено, что независимо от частоты колебаний вибровозбудителя и механических свойств измельчаемого материала с возрастанием момента вибровозбудителя или амплитуды колебаний растет и скорость прироста удельной поверхности измельчаемых порошков.

Эксперименты, представленные на рисунках 2, 4, показывают эту зависимость.

Амплитуда колебаний существенным образом оказывает влияние на степень измельчения, т.к. с ее ростом увеличивается и скорость помола, и степень измельчения.

Особую эффективность на процесс измельчения оказывают режимы с большими размахами колебаний (5-6 мм). Это аналогичным образом, как и при изменении частоты колебаний, увеличивает скорость движе-

ния рабочих органов, снижает время помола и повышает производительность процесса.

Экспериментальные исследования (рисунок 8) показали, что оптимальная степень заполнения мелющими шарами в камере измельчителя, обеспечивающая наибольшую производительность, составляет 75-85%.

Очевидно, что при малых степенях заполнения вероятность столкновения частицы материала с мелющим шаром будет меньше, что приведет к образованию «мертвых зон» в объеме камеры измельчителя. Чрезмерное увеличение (свыше 80%) приводит к режиму «стесненного удара», что ограничивает степень свободы движения частиц и этим уменьшает возможности их разрушения.

Как видно из рисунков 1-8, расхождения между теоретическими и экспериментальными значениями не велики, что говорит о подтверждении зависимостей, раскрывающих кинетику измельчения и возможном их применении в практических целях.

На основе вышеизложенных расчётов и исследований была разработана методика расчета параметров и подбора рабочих режимов виброизмельчителей.

Её основные положения:

1. Предварительный подбор параметров измельчения с учетом необходимых усилий, затраченных на измельчение частиц материала.

2. Расчет энергии и мощности измельчения. Такой расчет выполнен исходя из кинематических и динамических зависимостей

движения внутримельничной загрузки агно виброизмельчителя.

3. Определение времени измельчения и производительности измельчителя.

Результаты расчетов, выполненных по п. 1-3, сравниваются. На основании этого выбирается наиболее оптимальный рабочий режим настройки виброизмельчительного аппарата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ходаков, Г. С. Физика измельчения / Г. С. Ходаков. – М. : Наука, 1972. – 307 с.
2. Ходаков Г. С. Тонкое измельчение строительных материалов / Г. С. Ходаков. – М.: Стройиздат, 1972. – 240 с.
3. Непомнящий, Е. А. Кинетика измельчения / Е. А. Непомнящий // Теоретические основы агнеческой технологии. – 1977. – Т. 11. – № 3. – С. 477-480.
4. Быховский, И. И. Основы теории агнетроонной техники / И. И. Быховский. – М. : Машиностроение, 1969. – 363 с.
5. Овчинников, П. Ф. Дифференциальные и интегральные уравнения кинетики измельчения / П. Ф. Овчинников // Процессы в зернистых средах: Межвуз. Сб. научн. трудов. / Ивановский химико-технологический институт – Иваново, 1989. – С. 3-8.
6. Кобринский, А. А. Двумерные виброударные системы / А. А. Кобринский, А. Е. Кобринский. – М. : Наука, 1981. – 336 с.

Сартаков А.В. – к.т.н., доцент кафедры «Технология и механизация строительства» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: sartakov_1974@mail.ru.