

Исследование траектории движения и скорости вылета частицы

Хозей А.Б.

Современная измельчительная техника, как и любая техника постоянно совершенствуется. Каждый день инженеры ведут поиски наиболее оптимальной конструкции, позволяющей поднять КПД измельчителя путем повышения производительности и уменьшения энергетических затрат на единицу готовой продукции. Кроме того, с каждым днем на рынке измельченных материалов повышается спрос на продукцию тонкодисперсных материалов. В связи с вышеописанными современными тенденциями представляет интерес анализ существующих конструкций ускорителей и отбойных плит с целью оптимизации его геометрии, и поиска новых конструкций позволяющих повысить производительность по существующим классам готовых продуктов, и поднять содержание продуктов тонкого измельчения.

Главным из факторов, влияющих на разрушение частицы материала в центробежно-ударной мельнице, как известно, является скорость вылета материала из ускорителя. Существующие методы компьютерного моделирования позволяют смоделировать и наглядно увидеть особенности движения частицы материала в каналах ускорителя.

Целью данной работы является рассмотрение с помощью численного моделирования, особенностей движения частицы материала в промышленном ускорителе (рисунок 1). В качестве исследуемого материала была выбрана порода мрамора с физико-механическими свойствами, указанными в таблице 1 [3].

Таблица 1: Физико-механические свойства мрамора.

Модуль упругости (Юнга)	4×10^{10} МПа
Коэффициент Пуассона	0,13
Коэффициент восстановления при ударе	0,5
Коэффициент трения мрамора по мрамору	0,88
Коэффициент трения мрамора по стали	0,4
Коэффициент трения качения	0,1
Плотность мрамора	2650 кг/м^3

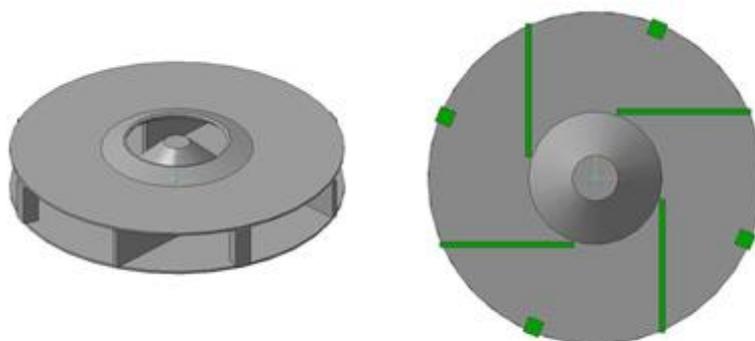


Рисунок 1 – Ускоритель с прямолинейными лопатками.

Исследовалось движение частиц материала диаметром 5 мм при скорости загрузки 10 т/ч (2,78 кг/с), и повышенной скорости вращения ускорителя до 1650 об./мин.

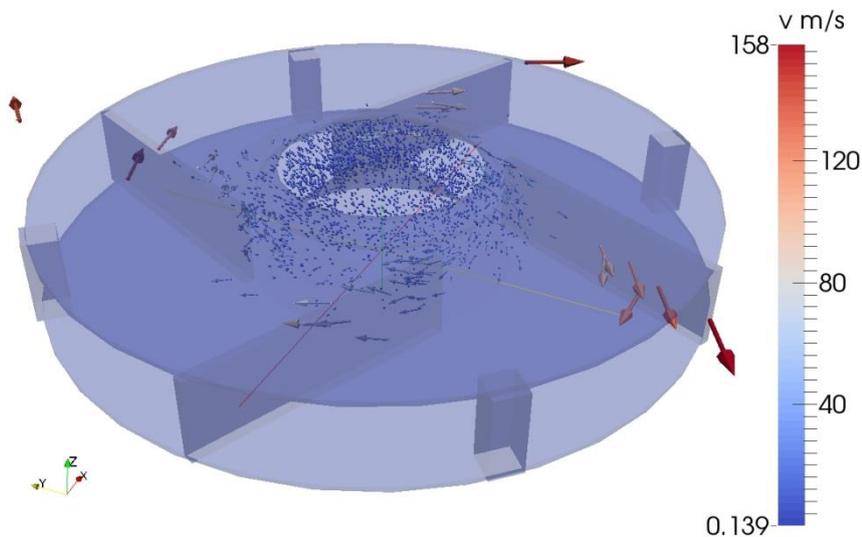


Рисунок 2 – Расчетная схема движения материала по ускорителю с прямыми лопатками.

В результате моделирования (рисунок 2) определен характер движения одной из частицы по лопатке. Рассматриваемая частица имеет максимальную скорость в точке срыва с лопатки 158 м/с, и вылетает под углом 28° к тангенциальной составляющей ускорителя (рисунок 3). Установлено, что частица мрамора на начальном этапе взаимодействия с лопаткой (рисунок 4) движется по траектории отличной от логарифмической спирали. В это время можно наблюдать три наиболее сильных удара частицы о лопатку, и как следствие отскок частицы от лопатки на 44 мм, 14 мм, 5 мм, с последующим затуханием к концу лопатки. График изменения скорости на начальном этапе имеет скачкообразный вид с постепенным переходом к плавной кривой.

Кроме того анализ движения позволил оценить время нахождения частицы мрамора на разных участках ускорителя:

$t_1=0,054$ (сек.) – время нахождения частицы на конусе ускорителя.

$t_2=0,019$ (сек.) – время нахождения частицы в зоне лопатки ускорителя.

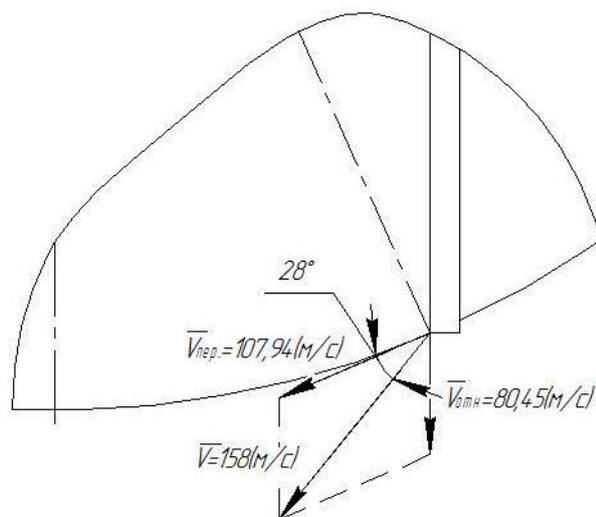
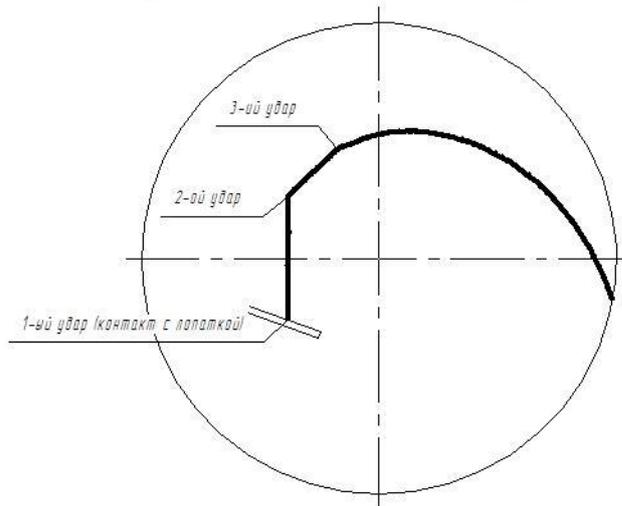


Рисунок 3 – Скорости и угол вылета частицы с ускорителя.

Траектория движения частицы после контакта с лопаткой



Траектория движения частицы по лопатке

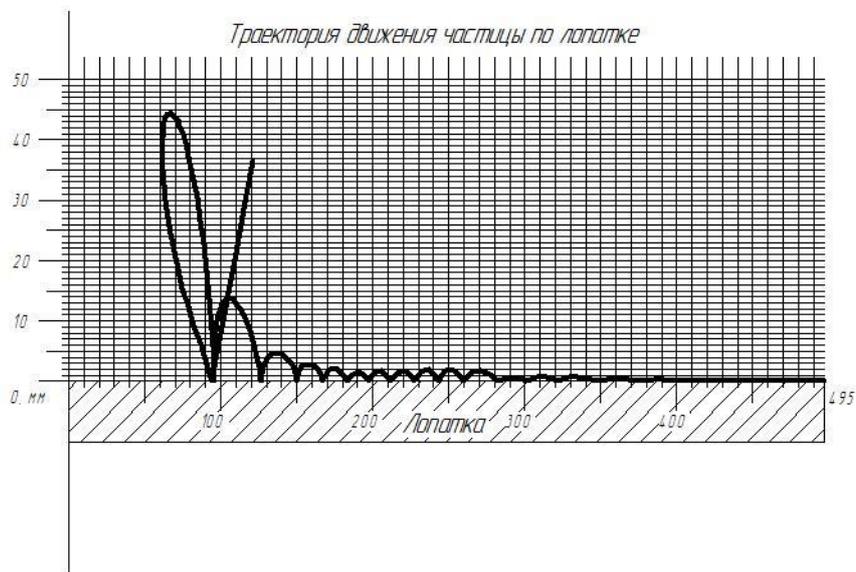


График изменения скорости частицы

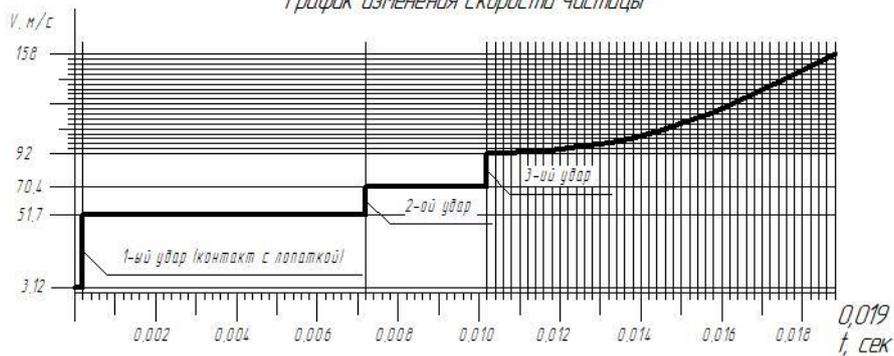


Рисунок 4 – Движение частицы.

Согласно [1, 2], размер и масса частицы не влияет на ее скорость вылета (при допущении не влияния потока воздушных масс в ускорителе). Однако при исследовании движения материала необходимо учитывать и ударное взаимодействие частицы с лопаткой, осуществленное с использованием модели ударного взаимодействия Герца.

Полученные в результате виртуального исследования графики движения и скорости частицы дают возможность детально проанализировать характер поведения частиц в поле действия центробежных сил вызванных вращением ускорителя. Это позволяет дать оценку правильности выбранной геометрии разгонных лопаток, оценить силы и характер действия

сил от материала на элементы ускорителя, ответить на вопросы выбора наиболее объективных и оправданных материалов элементов ускорителя.

Литература:

1. Гребеник В.М. Определение скорости и угла вылета материала из роторных (центробежных) машин. ДАН СССР, 1951. Том LXXXI, №5. С. 753-756.
2. Товаров В.В., Оскаленко Г.Н. Исследование вылета частиц из лопастных роторов центробежных измельчающих машин. // Труды Гипроцемент. XXIV – М.: Госстройиздат, 1962.-С 64-91.
3. Характеристики и физико-механические свойства сыпучих материалов [Электронный ресурс] // www.stroymehhanika.ru : сервер ООО «СтройМеханика». URL: http://www.stroymehhanika.ru/article_3.php (дата обращения 09.09.2014г.)