

¹Козин А.Ю., главный инженер,
¹Фомин С.Н., главный инженер проекта,
²Кутлубаев И.М., д-р техн. наук, проф.,
¹Хозей А.Б., ведущий инженер конструктор,
¹ЗАО «Урал-Омега» г. Магнитогорск,

²Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ В УСКОРИТЕЛЕ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ТИПА

hab@uralomega.ru

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 тонкомолов. В связи с выше описанными современными тенденциями руководством компании ЗАО «Урал-Омега» была поставлена задача анализа существующих конструкций ускорителей и отбойных плит на предмет оптимальности геометрии, и поиска новых конструкций позволяющих повысить производительность по существующим классам готовых продуктов, и поднять содержание тонкомолов. Существующие методы компьютерного моделирования позволяют смоделировать и наглядно увидеть особенности движения частицы материала в каналах ускорителя, которые невозможно увидеть при использовании существующих методик.

Ключевые слова: ускоритель центробежного типа, моделирование, LIGGGHTS, минеральное сырье, виртуальное исследование.

Введение. Активно развивающимся направлением разработки технологии измельчения является использование ускорителей центробежного типа (УЦТ). Совершенствование конструкции УЦТ возможно на основе анализа всех этапов протекающих от начала движения частиц до выхода из ускорителя. Полноценное изучение закономерностей изменения скорости движения частиц разрушаемого материала, и на их основе характера и особенности силового взаимодействия, является основой оптимизации параметра УЦТ.

В отличии от существующих методик [1, 2, 3] современные программные комплексы позволяют выполнить поэтапный анализ работы ускорителя. Однако определяющим фактором в данном случае является адекватное представле-

ние протекающих при этом процессов в виде исходных (задаваемых) параметров и взаимодействия подвижных элементов.

Методология. Моделирование движения твердых частиц в пределах ускорителя выполняется с использованием программы LIGGGHTS. В качестве объекта исследования была принята порода мрамора с исходными размерами 5 мм и физико-механическими характеристиками, представленными в таблице 1 [4]. Как известно основным фактором, влияющим на разрушение частицы материала в центробежно-ударной мельнице, является скорость вылета материала из ускорителя. Целью исследования являлся анализ движения частиц мрамора по лопаткам ускорителя и зависимость скорости (рис. 1.) их выхода от параметров конструкции.

Таблица 1

Физико-механические свойства мрамора

Модуль упругости (Юнга)	4x10 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

Основная часть. Наибольший интерес представляют результаты полученные при скорости УЦТ с прямыми лопатками (рис. 1.) 1650 об/мин, и объеме загрузки 10 т/ч (2,78 кг/с) соответствующие производственному процессу. При такой загрузке наблюдается слой материала

на лопатке в одну частицу что позволяет рассматривать движение отдельной частицы.

В результате моделирования (рис. 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 28⁰ к тангенциальной

составляющей ускорителя (рис. 3). Установлено, что частица мрамора на начальном этапе взаимодействия с лопаткой (рис. 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.

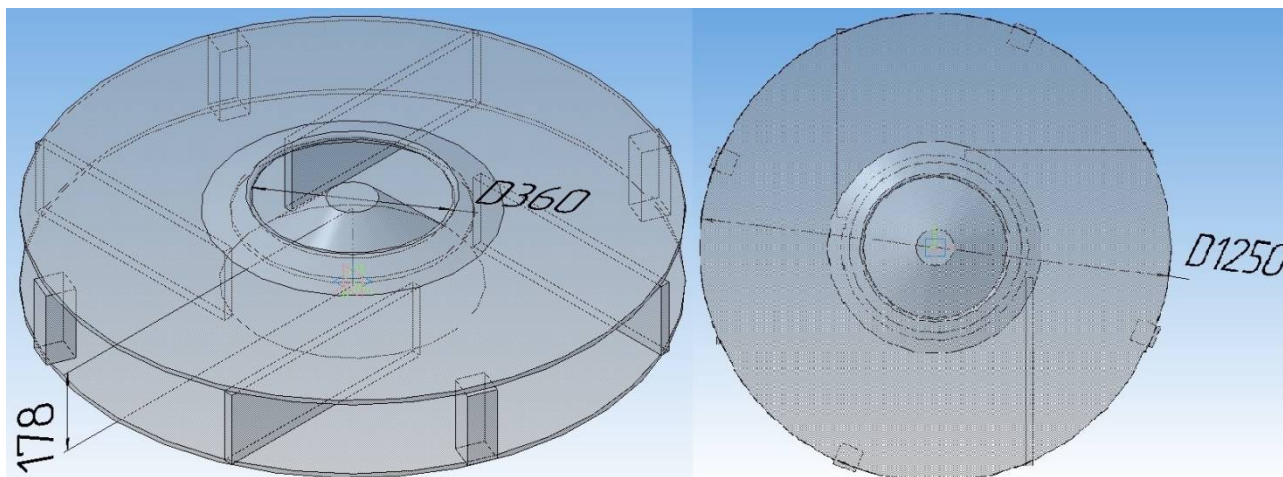


Рис. 1. Ускоритель с прямолинейными лопатками

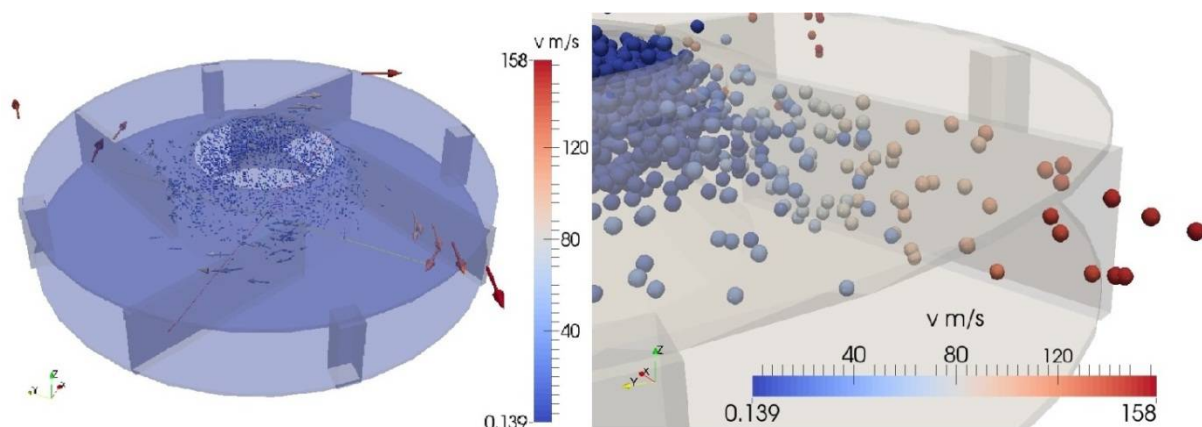


Рис. 2. Расчетная схема движения материала по ускорителю с прямыми лопатками

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.

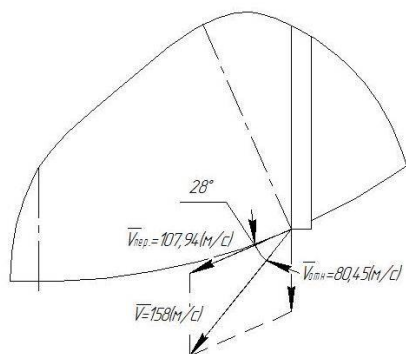


Рис. 3. Скорости и угол вылета частицы с ускорителя

Согласно [1, 2, 3], 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.

Выводы. 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.

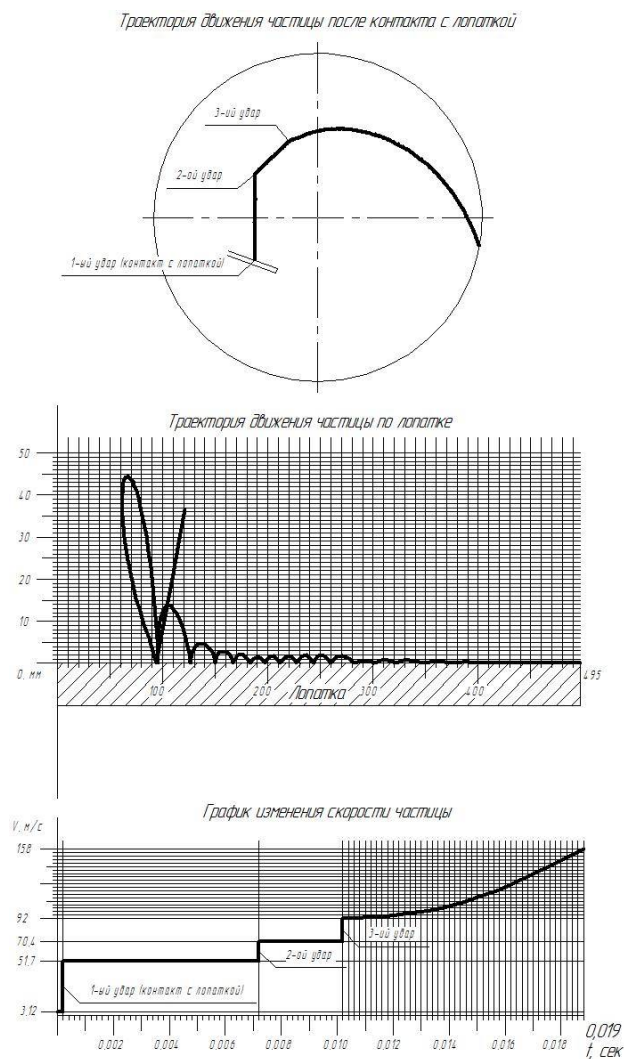


Рис. 4. Движение частицы

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вайтехович П.Е., Таболич А.В., Гребенчук П.С. Движение измельчаемого материала в роторе-ускорителе центробежно-ударных измельчителей. // Материалы 5-й Международной научно-технической конференции «Переработка минерального сырья. Инновационные технологии и оборудование» - Минск, 2014.-С 56-59.

2. Гребеник В.М. Определение скорости и угла вылета материала из роторных (центробежных) машин. ДАН СССР, 1951. Том LXXXI, №5. С. 753-756.

3. Товаров В.В., Оскаленко Г.Н. Исследование вылета частиц из лопастных роторов центробежных измельчающих машин. // Труды Гипроцемента. ХХІУ – М.: Госстройиздат, 1962.-С 64-91.

4. Характеристики и физико-механические свойства сыпучих материалов [Электронный ресурс] // www.stroymehnika.ru : сервер ООО «СтройМеханика». URL: http://www.stroymehnika.ru/article_3.php (дата обращения 09.09.2014г.)

Kozin A.Y., Fomin S.N., Kutlubayev I.M., Khozey A.B.

THE MOTION SIMULATION OF A MINERAL RAW IN THE ACCELERATOR OF A CENTRIFUGAL TYPE.

The modern grinding machinery, like any other technology is constantly improving. Everyday, engineers search for an optimal design which allows to rise an efficiency of chipper by increasing a productivity and reducing an energy consumptions per unit of the finished production. Besides, the demand for a thin grinded product on the market grows every day. In connection with the current trends, the management of JSC "Ural-Omega" company gave the task to analyze existing structures and demolition accelerator boards for an optimal geometry, and search for a new design which will allow to improve the performance of existing classes of finished products, and to increase the thin grinded content in them. Existing methods of the computer simulation allows to simulate and to visualize the features of the motion of the particle material in accelerator channels which cannot be seen using existing techniques.

Key words: centrifugal accelerator, simulation, LIGGGHTS, minerals, virtual research.