

УДК 621.926

Студ. В.А. Рогальчук

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Д.И. Мисюля

(кафедра машин и аппаратов химических и силикатных производств, БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ РОТОРА-УСКОРИТЕЛЯ УДАРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОЙ МЕЛЬНИЦЫ

В настоящее время ударно-центробежные мельницы находят широкое применение для измельчения различных материалов, которые с успехом заменяют во многих процессах традиционно применяемые шаровые мельницы, обладая более низким удельным энергопотреблением, низким намолом металла в готовый продукт, при помоле материал приобретает изометрическую форму зерна с хорошо развитой поверхностью, а то, что разрушение материала происходит по слабым местам микротрещинам и граням спаянности позволяет эффективно применять данные мельницы в технологиях обогащения различных руд.

Задачей нашей работы является изучение траектории движения частиц по ротору, определение максимальных скоростей частиц разных фракций (50мкм – 400мкм). Исследования проводились с помощью компьютерной программы для моделирования – SolidWorks Flow Simulation. По имеющимся чертежам была построена упрощенная 3D модель ротора-ускорителя, представленная на рисунке 1.

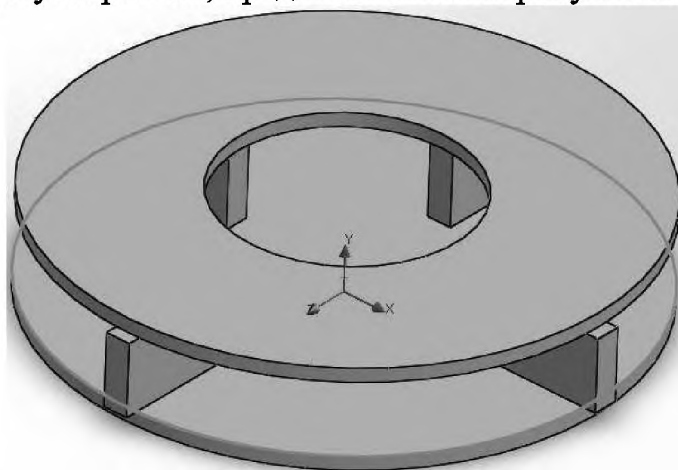


Рисунок 1 – Упрощенная 3D модель ротора-ускорителя

Принцип действия центробежно-ударных мельниц основан на разгоне частиц исходного материала до большой скорости в межлопаточном пространстве ротора-ускорителя с последующим ударом об отражательные элементы.

Исходный материал поступает в центральную часть вращающегося ротора и, двигаясь от центра к периферии, по определенной тра-

ектории, разгоняется до скорости, обеспечивающей разрушение материала. При столкновении с отбойными элементами, расположенными на некотором расстоянии по периметру вокруг ротора, передняя часть частицы материала разрушается.

Первым этапом нашей работы было получение траекторий движения потока воздуха в роторе, который вращается со скоростью 3700 об/мин. На рисунке 2 представлены движение потока воздуха с распределением скоростей по траектории и распределение давления потока воздуха на поверхности нижнего диска ротора.

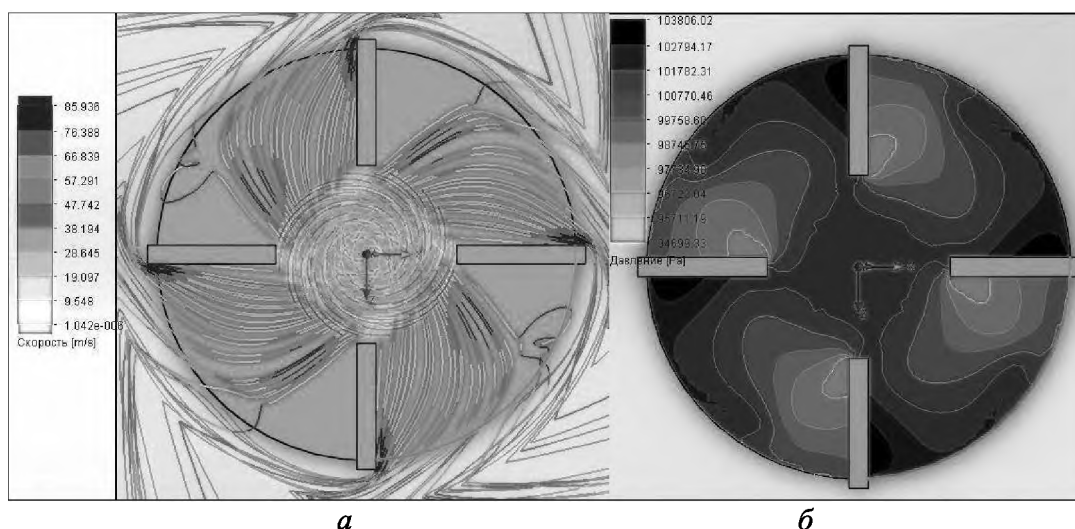


Рисунок 2 – Движение потока воздуха с распределением скоростей по траектории (а) и распределение давления потока воздуха на поверхности нижнего диска ротора (б) (вращение ротора против часовой стрелки)

Проанализировав рисунок 2 можно сделать следующий вывод. Максимальная скорость воздуха наблюдается на концах лопаток, в то время как скорости достигают высокого значения в межлопаточном пространстве. Это, наиболее вероятно, вызвано зонами разряжения, которые образуются за лопатками, и зонами повышенного давления перед лопатками.

Второй этап исследования – расчет движения частиц. В качестве материала частиц был выбран гравий с плотностью 2500 кг/м^3 . Смоделирован процесс загрузки частиц гравия с массовым расходом 1 кг/с через отверстие в верхнем диске ротора и дальнейшее их движение по ротору. Исследовались частицы разных фракций диаметром 50–400 мкм, при неизменных остальных параметрах.

Для лучшей визуализации траектории движения частиц по ротору были рассмотрены только две частицы материала. На рисунке 3 приведены траектории движения частиц для двух крайних значений

диаметров 50 мкм и 400 мкм. На рисунке 3 видно, что частицы разных диаметров движутся по отличным друг от друга траекториям. Частицы разных фракций, отдаляясь от центра ротора, имеют разные координаты столкновения с лопатками, а также одни частицы соударяются с лопатками один раз, а другие – два. Также диаметр частиц влияет на угол отскока частиц от лопаток ротора, частицы большего диаметра имеют больший угол отражения. Из рисунка 3 видно, что частицы большего диаметра соударяясь с лопаткой ближе к периферии приобретают значительно большую скорость, чем частицы меньшего диаметра, которые ближе к периферии начинают терять скорость. Таким образом, частицы большего диаметра будут лучше подвергаться разрушению при столкновении с отбойными элементами.

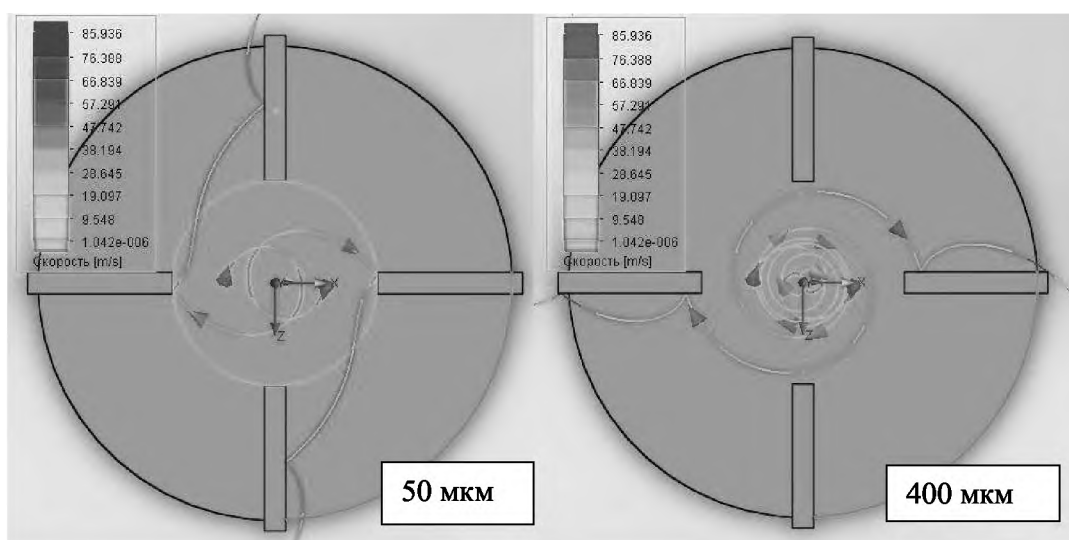


Рисунок 3 – Траектории движения частиц

Траектория движения большого числа частиц не сильно отличается от траектории двух частиц, но в результате взаимодействия часть из них движется по смещенной траектории.

Результатом исследования также является рисунок 4, на котором отображается графическая зависимость скорости частиц от длины траектории для частиц разных диаметров.

На рисунке 4 видно, что линия каждой фракции имеет скачки скоростей, эти изменения скоростей характеризуют непосредственное соударение частиц с лопатками ротора. Также наблюдается, что частицы большего диаметра имеют более продолжительную длину траектории.

Получено, что частицы при загрузке отскакивают от поверхности нижнего диска ротора. Установлено, что, чем больше частица, тем выше она отскакивает. Затем частицы подхватываются закручивающимся по-

током воздуха, теряют скорость, возвращаются на нижний диск ротора и продолжают двигаться к периферии.

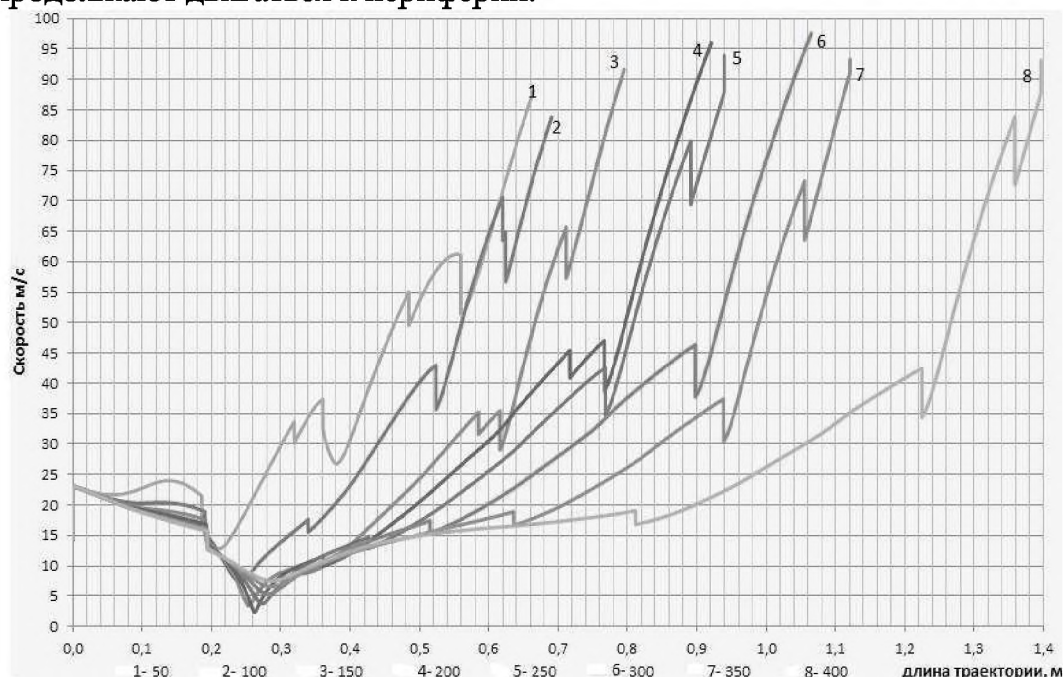


Рисунок 4 – График зависимости скорости частиц от длины траектории, для частиц разных диаметров (50–400 мкм)

В результате можно сказать, что данная работа, выполненная с использованием компьютерного моделирования, позволяет наглядно увидеть аэродинамику и траекторию движения частиц измельчаемого материала в роторе-ускорителе ударно-центробежной мельницы, что в реальных условиях невозможно.

Так же моделирование позволяет определить такие параметры, как скорость (относительная или абсолютная), давления, температуру и другие в любой точке, в любом сечении исследуемой области.

В данной работе были проведены предварительные исследования конструкции ротора-ускорителя ударно-центробежной мельницы, разработанной и запатентованной НПО «Центр», позволившие выявить застойные зоны в роторе-ускорителе и определить направление дальнейшей его модернизации с целью повышения эффективности процесса измельчения. Для этого необходимо провести дополнительные более углубленные исследования поведения частиц различной плотности и фракционного состава в роторе-ускорителе ударно-центробежной мельницы.