

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В УДАРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОЙ МЕЛЬНИЦЕ

Ударно-центробежная мельница представляет собой агрегат, в котором разрушение материала происходит за счет ударного взаимодействия частицы об отбойную поверхность.

Скорость воздушного потока в ударно-центробежной мельнице оказывает существенное влияние на эффективность измельчения, так как она определяет степень разгона частиц в зависимости от размера. Высокая скорость воздуха способствует выносу мелких частиц из зоны измельчения, что уменьшает переизмельчение материала и повышает качество продукта. Кроме того, скорость воздуха влияет на температуру в камере измельчения, что также может оказывать положительный или отрицательный эффект на процесс измельчения в зависимости от свойств материала. Поэтому необходимо подбирать оптимальную скорость воздуха для каждого типа материала и конструкции мельницы [1–3].

В результате вышесказанного, целью работы являлось построение трехмерной математической модели движения воздушного потока в ударно центробежной мельнице и сравнение полученных теоретических данных с экспериментальными.

Исследования проводились для центробежной мельницы, разработанной в УО «БГТУ», для измельчения не пластичных материалов средней и малой прочности [4].

Трехмерное моделирование проводилось следующим образом.

1. Построение трехмерной модели ударно-центробежной мельницы в модуле ANSYS SpaceClaim, с последующим заданием расчетной области.

2. Построение трехмерной расчетной сетки ударно-центробежной мельницы в модуле ANSYS Mesh с размером ячеек 0,005 м. Для более точного установления характера движения воздушного потока в пристеночных областях, ввиду перехода режима движения потока воздуха от турбулентного к ламинарному, расчетная сетка в данных участках формировалась из ячеек 0,00025 м.

3. Задание граничных условий ударно-центробежной мельницы в модуле ANSYS Fluid Flow CFX, а именно: на входном и выходном патрубках устанавливалось изначальное статическое давление

101325 Па; распределяющей средой являлся идеальный газ с плотностью на входе $1,16 \text{ кг/м}^3$ и температурой $20 \text{ }^\circ\text{C}$; частота вращения ротора составляла 3000 об/мин; движение воздушного потока описывалось стандартной моделью турбулентности $k-\epsilon$ [5].

4. Проведение расчетов и обработка результатов.

На рисунке 1 представлены результаты математического моделирования в виде векторов скорости потока воздуха в сечении рабочей камеры измельчения мельницы, при частоте вращения ротора 3000 об/мин.

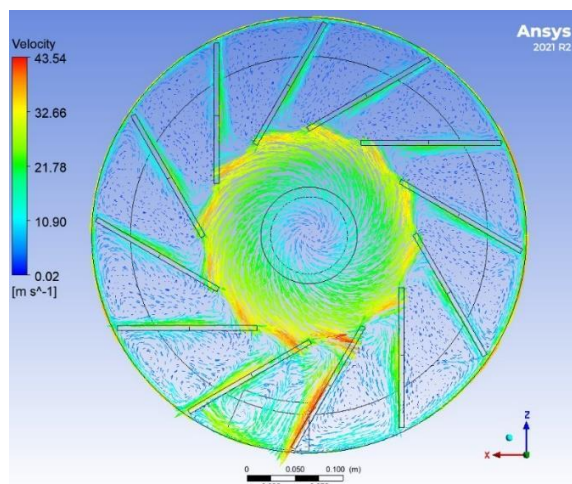


Рисунок 1 – Векторы скорости воздушного потока в рабочей камере измельчения ударно-центробежной мельницы

Далее, была проведена серия экспериментальных исследований на ударно-центробежной мельнице, суть которых заключалась в определении сходимости теоретических данных, полученных путем трехмерного математического моделирования, с экспериментальными. Сравнимым параметрам являлась максимальная скорость воздушного потока на входе в мельницу. Экспериментально она определялась при помощи анемометра МЕГЕОН 11008.

В результате, была построена графическая зависимость изменения максимальной скорости воздушного потока на входе в мельницу, в зависимости от частоты вращения ротора для теоретических и экспериментальных данных (рисунок 2).

Установлено, что максимальная скорость воздушного потока, при частоте вращения ротора, по экспериментальным данным составляет $17,67 \text{ м/с}$, что на $1,24 \%$ отличается от результатов трехмерного моделирования. Максимальное отличие теоретических от экспериментальных данных наблюдается при частоте вращения ротора 2400 об/мин – $3,79 \%$.

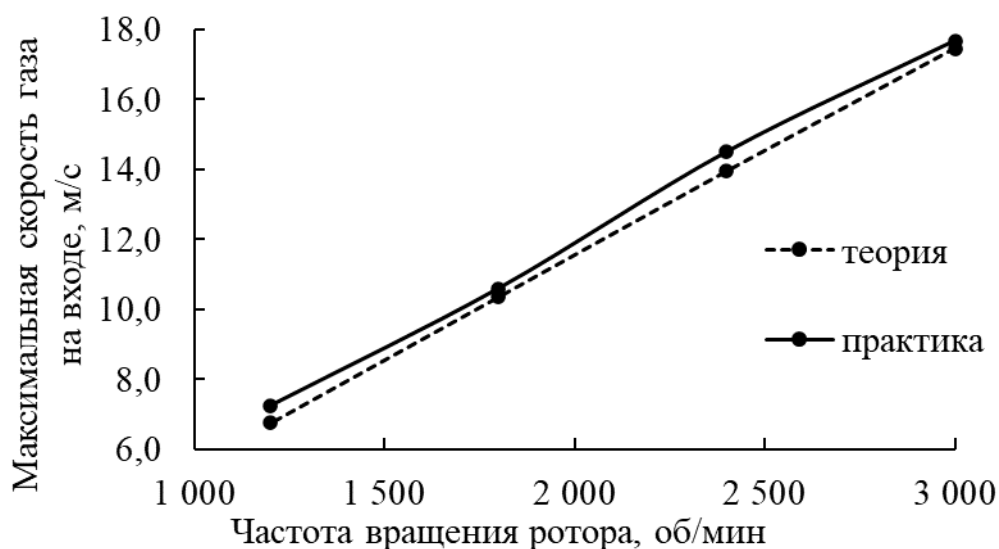


Рисунок 2 – Сравнение теоретических и экспериментальных данных максимальной скорости газа на входе в мельницу

В результате проведения численных экспериментов, была получена модель движения воздушного потока в ударно-центробежной мельнице, сопоставимая с экспериментальными данными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Олевский, В.А. Размольное оборудование обогатительных фабрик / В.А. Олевский. – М.: Изд-во ГНТИЛиГД, 1963, год. – 448 с.
2. Абдраимов, А.А. Исследование и разработка конструкции центробежно-гирационной мельницы для измельчения твердых материалов [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01/ Абдраимов Азамат Абдраимович; КазНУТУ имени К.И. Сатпаева. – Алматы, 2014. – 24 с.
3. Шарипов, Р.А. Совершенствование процесса измельчения материалов в мельнице центробежно-ударного типа [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Шарипов Руслан Абдуллаевич; Нац. исслед. Томский политехн. ун-т. – Томск, 2018. – 24 с.
4. Пат. 34889 Республика Казахстан, МПК В 02 С 13/08. Вихревая мельница [Текст] / Левданский А.Э., Левданский Э.И., Федарович Е.Г., Голубев В.Г., Сарсенбекулы Д., Жумадуллаев Д.К.; заявитель и патентообладатель «ЮжноКазахстанский гос. ун-т им. М. Ауэзова – № 2019/0690; заявл. 18.09.2019; опубл. 19.02.2021, Бюл. № 7. – 6 с.: ил.
5. B. E. Launder and D. B. Spalding. Lectures in Mathematical Models of Turbulence. Academic Press, London, England. 1972 – 169 pp.