

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА В ЗОНЕ СЕПАРАЦИИ РОТОРНОГО КЛАССИФИКАТОРА

Киркор М.А., Бондарев Р.А., Клипиков Р.А.

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий
г. Могилев, Республика Беларусь

Современные средства компьютерного моделирования открывают существенные перспективы для развития и совершенствования пищевого оборудования. Вопрос использования компьютерных моделей особенно актуален для аэромеханических процессов, отличающихся своей сложностью. Качество протекания и энергетические затраты широкого спектра процессов определяются в первую очередь соотношением кинематических параметров воздушного потока и конструктивных элементов оборудования. Сложность исследования аэромеханических процессов заключается в высокой трудоемкости расчета различных внутрикамерных зон аппаратов. Особое затруднение вызывает анализ роторных классификаторов. В данных аппаратах в силу их конструктивных особенностей сложный характер имеет движение воздуха, продуваемого через рабочую камеру. Наличие же принудительно генерируемого вращательного поля крайне усложняет и без того трудную задачу. В то же время некоторые характеристики воздушного потока напрямую связаны с движущей силой процесса и определяют эффективность его протекания. Таким образом, наличие комплексной картины аэродинамических потоков в зоне сепарации аппарата является ключевым этапом понимания механизмов разделения частиц и влияния на эффективность процесса множества факторов. В данной работе представлен результат компьютерного моделирования воздушного потока в зоне сепарации центробежного классификатора и анализ полученных моделей при различных условиях протекания процесса.

Известны экспериментальные данные, согласно которым оптимальными условиями для центробежной классификации порошков являются интервалы со значениями критериев подобия: $Re_M = 5745 - 6089$, $Fr_{Ц} = 20,3 - 37,2$ [1].

С применением CFD комплекса Solid Works для аппарата с криволинейными лопатками [2] были смоделированы два случая протекания процесса разделения пищевых порошков – в оптимальных условиях, и вне их.

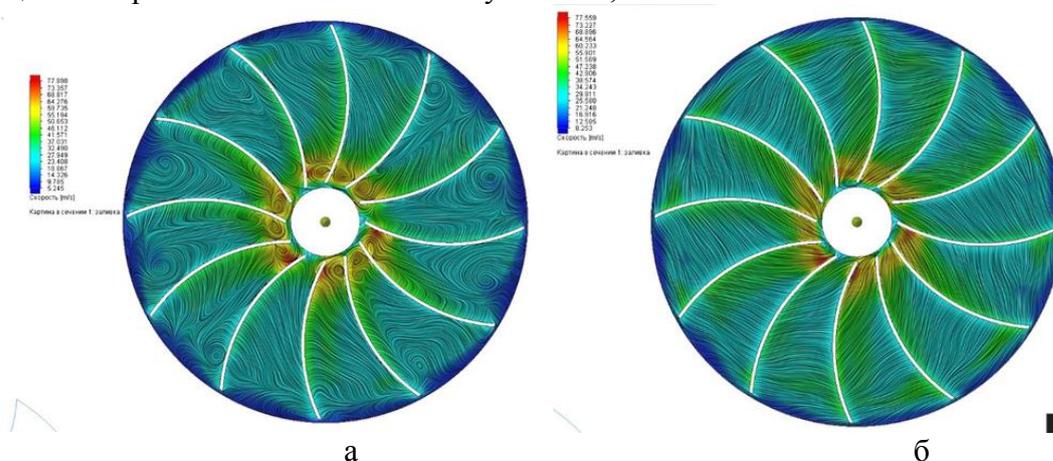
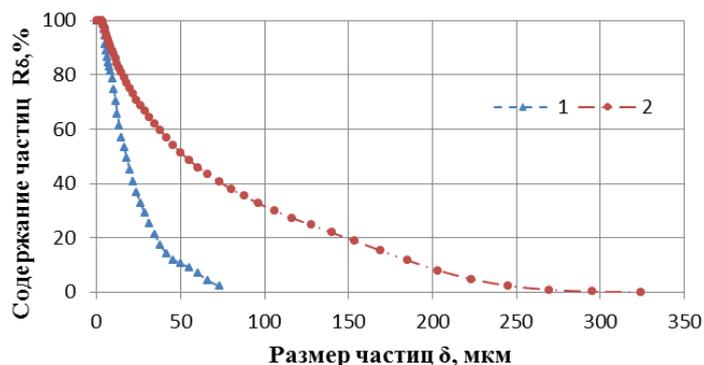


Рисунок 1 – Структура воздушного потока в межлопаточном пространстве ротора классификатора

В первую очередь в зоне сепарации классификатора были созданы условия вне рекомендуемого интервала: $Re_M = 5675$, $Fr_{Ц} = 31,78$. Результат построения компьютерной модели при данных условиях показан на рисунке 1 а. Анализ данной модели показал, что в поперечном сечении ротора имеются как проточные, так и вихревые течения. В данных условиях в межлопаточном пространстве ротора наблюдается ярко выраженное вихреобразование, которое отрицательно сказывается на ходе процесса, нарушая монодисперсность отделенного продукта. В свою очередь, при достижении оптимальных условий, соответствующих значению критериев подобия $Re_M = 6002,4$, $Fr_{Ц} = 31,78$, инерционные силы потока так скомпенсированы с силами вязкого трения слоев воздуха, что при захвате среды лопаткой не наблюдается его завихрение, а инерционное движение попадает в область пониженного давления в канале на тыльной стороне криволинейной лопатки, что стабилизирует поток, делает его более приемлемым для сепарации частиц за счет выравнивания значения движущей силы для каждой частицы по всему объему зоны сепарации.

Сопоставление результатов анализа моделей с гранулометрическим составом порошков, полученных при соответствующих условиях, подтверждает выдвинутое ранее предположение. Как видно из рисунка 2, на котором показаны интегральные кривые распределения частиц порошка измельченной какао-веллы при заданном граничном размере разделения 50 мкм, в случае устранения вихрей в зоне сепарации процесс протекает более эффективно.



1 – оптимальные параметры процесса; 2 – вне оптимальных параметров процесса.

Рисунок 2 – Гранулометрический состав отделенного продукта

Анализ рисунка 2 показывает, что в случае оптимальной модели протекания процесса отделенный продукт более близок к идеальному случаю – монофракции. В данном случае наблюдается меньший проскок некондиционной фракции в целевую.

Таким образом, с помощью средств компьютерного моделирования было установлено, что оптимальный интервал протекания процесса классификации соответствует проточному (безвихревому) течению воздушного потока в межлопаточном пространстве ротора, а аппарат при данных условиях имеет более четкую границу разделения.

Список использованных источников

1. Киркор, М.А. Определение оптимальных параметров работы механического оборудования при производстве биоэтанола / М.А. Киркор [и др.] // Энергоэффективность. – 2015. – № 3. – С.24 – 25.
2. Центробежный классификатор для получения тонкодисперсных порошков: пат. 20340 Респ. Беларусь, МПК (2009) B07B7/083; B01D45/00 / М.А. Киркор, Р.А. Бондарев; заявитель Мог. гос. ун-т. прод. – № а 20121640; заявл. 28.11.2012.