

ДВУХСТУПЕНЧАТЫЙ ГРАВИТАЦИОННЫЙ КЛАССИФИКАТОР ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ПОЛИДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ

Чиркун Д. И., Ярмолик С. В., Левданский А. Э.
Белорусский государственный технологический университет
г. Минск, Беларусь

Классификаторы в пищевой промышленности служат для получения порошков требуемого гранулометрического состава.

Сотрудниками УО БГТУ разработана, запатентована и экспериментально исследована новая конструкция воздушного гравитационного классификатора с двумя ступенями разделения: гравитационной и отбойно-вихревой [1, 2]. Эксперименты доказали высокую эффективность разработанного аппарата при классификации сыпучих полидисперсных материалов. Однако отсутствие надежных методов технологического расчета аппаратов данного типа требует проведения дополнительных исследований для корректировки режимных параметров классификатора при изменении характеристик разделяемого материала и размеров классификатора. Целью работы являлось моделирование движения воздушного потока с полидисперсными твердыми частицами в классификаторе для получения данных о влиянии технологических, конструктивных параметров аппарата на процесс разделения.

Среди классических методов моделирования аэродинамической классификации выделяются два основных – детерминированный и стохастический.

Стохастические модели основаны на использовании теории вероятности для расчета направления движения частиц различного размера в рабочем объеме классификатора. Наиболее существенные результаты в этом направлении получены М. Д. Барским [3] и В. Е. Мизоновым [4] при исследовании гравитационных и центробежных классификаторов. Детерминированные модели базируются на дифференциальных уравнениях движения частиц и несущего потока.

В настоящее время развитие научных подходов математического описания турбулентных вихрей и пограничного слоя, совместного движения твердой, жидкой и газообразной фаз позволяет с высокой точностью численно моделировать одно- и многофазные течения. Вычислительные мощности современных компьютеров позволяют получать решение в сжатые сроки. Поэтому детерминированные модели в гидродинамике находят все большее применение, доказательством чего является использование программных комплексов Ansys Fluent, Flow Vision и т. п.

Моделирование движения двухфазного потока в разработанной конструкции классификатора проводилось численными методами с использованием программной среды Flow Simulation.

Конструкция классификатора представляет собой вертикальный цилиндрический пустотелый корпус с пересыпными элементами. Осесимметрично корпусу установлен вал с распределительными дисками. В верхней части корпуса смонтировано сепарирующее колесо [1, 2]. При работе классификатора воздух поднимается в полый корпус снизу вверх, обтекает вращающийся вал с распределительными дисками, пронизывает слои частиц, сходящих с пересыпных элементов корпуса и распределительных дисков, подхватывает мелкие и легкие частицы, проходит через вращающееся сепарирующее колесо и направляется в циклон

для отделения мелкой фракции (мелкого класса). Крупные частицы под действием сил тяжести движутся вниз и попадают в крупную фракцию (крупный класс).

Моделирование движения воздуха в классификаторе позволяет получить поле скоростей потока в рабочем объеме аппарата, одна из характерных картин течения представлена на рисунке 1.

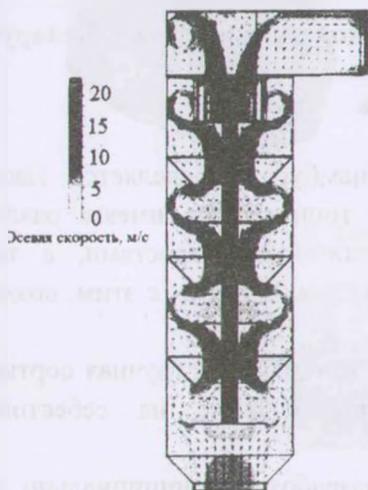


Рисунок 1 - Профиль осевых скоростей в классификаторе при средней скорости на сечение 2 м/с

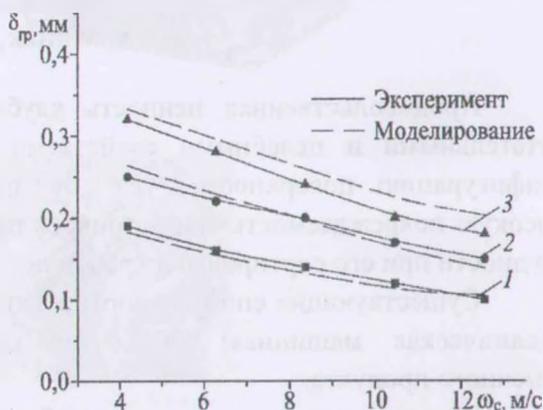


Рисунок 2 - Зависимость граничного размера разделения $\delta_{гр}$ от линейной скорости стержней при средней скорости воздуха: 1 – 0,8 м/с; 2 – 1,6 м/с; 3 – 2,2 м/с

На рисунке 2 показано влияние скорости сепарирующего колеса на граничный размер разделения. Из графиков видно, что результаты моделирования согласуются с экспериментальными данными с небольшой, не превышающей 5–10% погрешностью, особенно при небольших скоростях воздуха в классификаторе. Увеличение скорости воздуха приводит к росту погрешности моделирования. Это связано с ограниченными возможностями $k-\epsilon$ модели турбулентности. Но так как исследуемый классификатор работает в основном при средних скоростях воздуха 1–3 м/с, то данный недостаток не имеет серьезного значения и можно признать результаты моделирования удовлетворительными.

Литература

1. Классификатор: пат. 14620 Респ. Беларусь, МПК7 В 07В 4/00 / С. В. Ярмолик, А. Э. Левданский, Д. И. Чиркун, Э. И. Левданский, Е. В. Опимах; заявитель С. В. Ярмолик. № а 20090857; заявл. 11.06.09; опублик. 28.02.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 1. – С. 67.
2. Влияние отбойно-вихревой ступени разделения на эффективность гравитационного классификатора / Д. И. Чиркун [и др.] // Труды БГТУ. Сер. III, Химия и технология неорган. в-в. – 2009. – Вып. XVII. – С. 179–181.
3. Барский М. Д. Гравитационная классификация зернистых материалов / М. Д. Барский, В. И. Ревнивцев, Ю. В. Соколкин. – М.: Недра, 1974. – 232 с.
4. Мизонов В. Е. Аэродинамическая классификация порошков / В. Е. Мизонов, С. Г. Ушаков. – М.: Химия, 1989. – 158 с.