

гидромеханика и теплообмен: В 2-х т. Т. 1: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990.- 384 с., ил.

2. Євтушенко А.О. Гідродинамічні машини і передачі: Навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / Сумський держ. ун-т. — Суми : Видавництво СумДУ, 2005. – 256с.

3. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. / Меркулов А.П. – М.: Машиностроение, 1969. – 184 с.

4. Сполучення вихрових виконавчих пристроїв із сучасними системами управління / Сьомін Д.О., Павлюченко В.О., Ремень В.І., Мальцев Я.І. – Луганськ : вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім. В.Даля, 2002. – 174 с.

5. Menter, F. R. (1994), "Two-Equation Eddy-Viscosity Turbulence Models for Engineering Applications", AIAA Journal, vol. 32, no 8. pp. 1598-1605.

6. Syomin D., Rogovyi A. Features of a working process and characteristics of irrotational centrifugal pumps. // Procedia Engineering, Volume 39, 2012, Pages 231–237. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.029>.

Рыбалко Роман Иванович, к.т.н., доцент, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

Гущин Владимир Михайлович, к.т.н., доцент, Донбасская государственная машиностроительная академия

## **АНАЛИЗ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ В ПОМОЛЬНЫХ АГРЕГАТАХ СУХОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ**

Существующие способы сепарации измельчаемого материала, как известно, обладают высокой энергоемкостью, малыми сроками службы, недостаточной сепарирующей способностью, нарушением процесса сепарации при повышенной влажности, выдачей грубых продуктов с высоким содержанием малых фракций, сложностью конструкции и т.п.

Физическими основами аэродинамической классификации являются принципы разделения потоков, которые применяются при методах механического отделения взвешенного материала в камерах для улавливания пыли, циклонах, гидроциклонах и центрифугах.

Анализ рассмотренных моделей процессов классификации показывает, что как стохастические, так и детерминированные модели не учитывают структуру турбулентного потока смеси воздуха и измельчаемого материала и специфику движения частиц материала различной granulometрии

В настоящее время теоретические модели классификации разработаны с позиций взаимодействия потока воздуха и отдельной частицы без учета пульсационных составляющих скорости воздуха и масштабов вихревых структур в потоках транспортирующей среды.

Решением эффективной классификации является обеспечение для заданного диаметра равновесных частиц необходимых параметров однородности турбулентного потока. Создание классификатора новой конструкции, позволяющего значительно повысить эффективность разделения газодисперсного потока осуществимо на основе принципиально нового подхода: осаждения крупной фракции в первой ступени; разрушения конгломератов мелких частиц и отделение их от общего потока на входе во вторую ступень; повышения турбулентной однородности во второй ступени точного разделения. Современный подход к созданию сепараторов высокой эффективности для разделения сыпучих материалов широкого спектра разнофракционности базируется на разрушении турбулентных вихрей.

Целью моделирования процесса классификации является получение зависимостей, которые связывают параметры кривой разделения с конструктивными параметрами аппарата. Модель движения частицы в стационарном потоке газа определяется совокупностью следующих уравнений в векторной форме:

поля скоростей несущего газа:

$$\vec{v} = \vec{v}(r); \quad (1)$$

результатов действия альтернативных сил:

$$\begin{aligned} m \frac{d\vec{w}}{dt} &= \vec{F}_m - \xi \cdot \frac{\pi d_q^2}{4} \cdot \frac{\rho_g (\vec{v} - \vec{w})^2}{2}, \\ \frac{d\vec{r}}{dt} &= \vec{w} \end{aligned} \quad (2)$$

с начальными условиями:

$$\vec{r}(0) = \vec{r}_0, \quad \vec{w}(0) = \vec{w}_0, \quad \text{при } t = 0,$$

где  $m$  – масса частицы;  $\vec{r}$  – радиус-вектор частицы;  $\vec{v}$  – скорость несущего газа;  $\vec{w}$  – скорость частицы;  $F_m$  – равнодействующая массовых сил;  $d_q$  – диаметр частицы;  $\rho_g$  – плотность газа;  $\xi$  – коэффициент аэродинамического сопротивления частицы.

На основании проведенных исследований предложена новая двухстадийная конструкция классификатора. Первая ступень, разработанная на методах разделения газодисперсного потока при помощи ударно-отражательных экранов, позволяет резко изменять направление движения крупных частиц со значительным временем релаксации. В это же время мелкие частицы транспортируются во вторую ступень классификатора, где для регулирования размеров вихревых структур в зоне разделения установлена решетка, обеспечивающая однородную турбулентность.

Разработана математическая модель турбулентной миграции частиц измельчаемого материала и определены масштабы ее влияния на процессы аэровоздушной классификации газодисперсных потоков.

Разработаны теоретические предпосылки для создания эффективного оборудования на базе исследования динамики энергетического спектра турбулентных структур двухфазной среды; ликвидации крупномасштабных турбулентных структур и нового подхода к предварительной классификации на принципах удара, позволяющего разрушать конгломераты части, образующихся за счет сил поверхностного натяжения.

### Литература

1. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. – М.: Наука, 1984. – 717 с.
2. Рыбалко Р.И. Теоретические основы создания сепараторов новой конструкции // Вестник ДонГАСА. Выпуск 2004-5 (47). – Макеевка, 2004. – С. 113-119.
3. Гиневский А.С., Колесников А.В., Уханова Л.Н. Вырождение турбулентности потока за двухрядной решеткой цилиндров при противоположном движении рядов.– Изв. АН СССР. Сер. Механика жидкости и газа, 1979, №3, с.17-25.

Филипковский Сергей Владимирович, к.т.н, доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, svfil@inbox.ru.

### НЕЛИНЕЙНЫЕ КОЛЕБАНИЯ РОТОРА ТУРБОХОЛОДИЛЬНИКА САМОЛЁТА

Турбохолодильники – это лопаточные машины, в которых осуществляется близкий к адиабатическому процесс расширения потока воздуха с понижением его температуры. Расширение происходит в сопловом аппарате и рабочем колесе турбины 1 (рис.1). Возникающий на рабочем колесе момент вращения передаётся через вал 2, установленный в подшипниках 3 и 4, к рабочему колесу 5 вентилятора, выполняющему в данном случае роль потребителя энергии, отводимой от потока воздуха в турбине [1]. Турбохолодильник охлаждает воздух, который поступает от компрессора двигателя, поэтому он находится вблизи двигателя в зоне повышенных вибраций, которые воздействуют на опоры ротора. Скорость вращения ротора может достигать величин от 40000 до 100000 об/мин, что соответствует частоте от 667 до 1667 Гц. Диапазон частот вибраций планера в области двигателей (от 10 до 2000 Гц) накладывается на диапазон частот вращения.

Ротор турбохолодильника испытывает продольную нагрузку, поэтому его устанавливают на радиально-упорных подшипниках, он также должен быть защищен от ударов, которые могут возникнуть в результате раскрытия и закрытия зазоров между шариками и канавками качения подшипников при поперечной вибрации турбохолодильника. Такие роторы устанавливают на