

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЕПАРАЦИИ АЭРОЗОЛЕЙ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ КАНАЛАХ

Клочкова Валентина Александровна¹

Науч. рук. д-р. техн. наук, проф. Анатолий Григорьевич Лаптев,

¹ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

tvt_kgeu@mail.ru

В данном докладе рассматривается как численное, так приближенное моделирование явлений переноса и осаждения аэрозольных частиц на стенки вертикальных цилиндрических контактных устройств. Представление упрощенной математической модели разделения аэрозольных систем, где основной экспериментальной информацией об объекте является гидравлическое сопротивление канала при осесимметричном движении, а также с закруткой газа в цилиндрическом канале.

Ключевые слова: сепарация аэрозолей, математическая модель, моделирование

MATHEMATICAL MODEL OF SEPARATION OF AEROSOLS IN CYLINDRICAL VERTICAL CHANNELS

KlochkovaValentinaAleksandrovna¹

Scientific.hands. Doctor of Technical Sciences, prof. Anatoly Grigorievich Laptev,

^{1,2} FGBOU VO "KGEU", Kazan, Republic of Tatarstan

tvt_kgeu@mail.ru

This report discusses both numerical and approximate modeling of the phenomena of transfer and deposition of aerosol particles on the walls of vertical cylindrical contact devices. Presentation of a simplified mathematical model for the separation of aerosol systems, where the main experimental information about the object is the hydraulic resistance of the channel with axisymmetric motion, as well as with gas swirling in a cylindrical channel.

Key words: aerosol separation, mathematical model, modeling

В докладе рассматриваются стационарные процессы разделения в цилиндрическом канале при высокоскоростном движении аэрозольных сред как с осесимметричным, так и с закрученным движением. За счет высокоскоростного потока газа (8–45 м/с) достигаются небольшие массогабаритные характеристики аппаратов по сравнению, например, с насадочными или барботажными (пенными скрубберами). При одинаковом диаметре

производительность аппаратов с высокоскоростными дисперсно-кольцевыми потоками больше традиционных насадочных или тарельчатых в 6–10 и более раз. Газы могут быть очищены от дисперсной фазы со значительной эффективностью (до 99,99%) в высокоскоростном потоке. Дисперсной фазой являются как твердые частицы, так и мелкие капли (<20 мкм), которые образуют аэрозольные системы. Контактные трубки могут выполняться дискретно – регулярной шероховатостью поверхности или закручивающими устройствами, что повышает эффективность сепарации.

Работы [1-3] занимаются изучением теоретических основ математического моделирования переноса явлений в дисперсно-кольцевых потоках. Представлены теоретические и экспериментальные аспекты разделения аэрозолей в закрученных потоках[4]. Такие задачи становятся важными, когда требуется разработка научно-технических решений для компактного аппарата с незначительными ограничениями на перепад давления.

При теоретических исследованиях движения аэрозольных частиц во всех формах турбулентности, как правило, допускают следующее:

1. Диаметр частиц небольшой сравнительно с масштабом несущих их пульсационных вихрей.
2. Обтекание частиц происходит при малых числах Рейнольдса.
3. Частицы имеют форму, близкую к сферической, полидисперсность частиц аэрозоля рассматривается пофракционно.
4. Кроме того, также присутствуют частицы, которые:
 - а) не препятствуют движению друг друга во время взаимных перемещений;
 - б) не сталкиваются и не сливаются друг с другом;
 - в) не оказывают значительного воздействия на турбулентные характеристики среды.

Концентрация частиц в воздухе при атмосферном давлении оценивается в 200 г/м^3 (для воздуха при атмосферных условиях), согласно экспериментальным данным Россетки и Пфедфера.

5. При теоретическом анализе движения аэрозольных частиц в различных режимах турбулентности обычно предполагается, что электростатические и прочие силы не гидродинамического характера остаются незначительными.

6. Срыв осажденной дисперсной фазы с поверхности канала незначительный, т.е. стенки условно поглощающие.

Уравнение переноса тонкодисперсной фазы (частиц) в газовой фазе имеет вид

$$w_{\Gamma}(r) \frac{\partial C_{\gamma}}{\partial z} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left\{ r D_{\Gamma\gamma} \frac{\partial C_{\gamma}}{\partial r} - [ru_t C_{\gamma}(r)] \right\}. \quad (1)$$

При решении системы уравнений (1) рассчитывается поле концентрации мелкодисперсной фазы вдоль радиальных и вертикальных координат ее канала. При заданном гидродинамическом режиме и начальной концентрации из решения уравнения (1) определяется среднее конечное значение на выходе из канала концентрации и эффективность процесса сепарации.

Источники

1. Сугак Е.В., Войнов Н.А., Николаев Н.А. Очистка газовых выбросов в аппаратах с интенсивными гидродинамическими режимами. Изд. 2-е. Казань: Отечество. 2009. 224 с.
2. Laptev A.G., Lapteva E.A. Numerical model of heat and mass transfer and separation of the dispersed phase in high-speed dispersed-annular flows of gas and liquid// Technical Physics. 2022.V. 92. № 9. P. 1129-1136.
3. Experimental Study and Numerical Simulation of Hydrodynamic Parameters of Tangential Swirlers / N. A. Voinov, A. S. Frolov, A. V. Bogatkova, D. A. Zemtsov // ChemEngineering. – 2022. – Vol. 6, No. 4.
4. Сопротивление тангенциальных завихрителей с кольцевыми каналами / Н. А. Войнов, А. В. Богаткова, Н. В. Дерягина [и др.] // Химия растительного сырья. – 2022. – № 1. – С. 335-342.

УДК 62-97/-98

СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ОТХОДОВ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И КАМЕННЫХ УГЛЕЙ МАРОК «Д» И «ДГ»

Кузнецов Артем Борисович¹

Науч. рук. к.т.н., Шевырёв Сергей Александрович, к.т.н. Ушаков Константин

Юрьевич, к.т.н. Азиханов Сергей Сейфудинович

ФГБОУ ВО «КузГТУ», г. Кемерово, Кемеровская область

shpala_04@mail.ru

В статье представлены результаты экспериментального исследования сорбционной активности отходов резинотехнических изделий (РТО) и каменных углей марок «Д» и «ДГ». Установлено, что двухступенчатая обработка РТО позволяет получить сорбент с сорбционной активностью 81-103 мг/г, что примерно на 32 % выше, чем у