

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПНЕВМОКЛАССИФИКАЦИИ ПОРОШКОВ В КАСКАДНЫХ СЕПАРАТОРАХ

Каскадная организация технологических процессов давно и успешно применяется в различных отраслях промышленности. Конструктивно высокоэффективными являются каскадные пневмоклассификаторы, состоящие из ряда последовательных секций. Качество сепарации одной секции может быть невелико, но их последовательная компоновка позволяет разделять сыпучие материалы с большой эффективностью.

Традиционная методика расчета технологических параметров процесса пневмосепарации основана на вычислении функции фракционного разделения. Если известно, например, математическое описание функции фракционного извлечения в крупный продукт $\Phi_k(x_i)$ и гранулометрический состав исходного порошка $r(x_i)$, можно вычислить выхода

$$\gamma_k = \sum_{i=1}^n \Phi_k(x_i) r(x_i); \quad (1)$$

$$\gamma_m = 100 - \gamma_k \quad (2)$$

и гранулометрические составы получаемых продуктов сепарации

$$r_k(x_i) = 100 \frac{\Phi_k(x_i) r(x_i)}{\gamma_k}; \quad (3)$$

$$r_m(x_i) = 100 \frac{(1 - \Phi_k(x_i)) r(x_i)}{\gamma_m}. \quad (4)$$

Функцию степени фракционного разделения можно аппроксимировать, например, известной формулой Плитта

$$\Phi_k(x_i) = \frac{\left(\frac{x_i}{x_{(50)}} \right)^p}{1 + \left(\frac{x_i}{x_{(50)}} \right)^p}, \quad (5)$$

где x_{50} — граница разделения пневмоклассификатора,
 p — параметр, характеризующий эффективность сепарации.

Каскадный пневмокласификатор состоит из последовательно установленных элементов, имеющих свою функцию фракционного разделения.

Составив уравнение баланса гранулометрического состава для последовательного каскадного классификатора (ПКК), можно вычислить функцию степени фракционного извлечения в крупный продукт

$$\Phi_{\kappa(\text{ПКК})}(x_i) = \prod_{j=1}^n (\Phi_{jk}(x_i)). \quad (6)$$

Используя экспериментальные данные, функция фракционного разделения для отдельного каскада $\Phi_{jk}(x_i)$ может быть аппроксимирована двухпараметрической зависимостью (5) $\Phi_{jk}[x_i, x_{50}(\mu), p(\mu)]$. При этом в качестве параметров выступают граница разделения $x_{50}(\mu)$ и параметр эффективности $p(\mu)$, зависящие от расходной концентрации μ . Таким образом, мы получаем функцию фракционного извлечения для последовательного каскада $\Phi_{\kappa(\text{ПКК})}\{\Phi_{jk}[x_i, x_{50}(\mu), p(\mu)]\}$, где $x_{50}(\mu)$ и $p(\mu)$ экспериментальные функции для классификатора, выбранного в качестве элемента последовательного каскада.

Установим, как меняется концентрация по элементам последовательного каскада. Поскольку вся подача материала осуществляется в первый аппарат каскада, то концентрация материала μ_1 (кг/м³) в первом аппарате определяется по выражению:

$$\mu_1 = \frac{G_u}{V_1}, \quad (7)$$

где V_1 – расход воздуха через первый аппарат каскада, м³/с.

Далее, можно определить концентрацию материала во втором и третьем элементе каскада

$$\mu_2 = \frac{G_u - G_{\kappa 1}}{V_2} = \frac{G_u - G_u \gamma_{\kappa 1} / 100}{V_2} = \frac{G_u}{V_2} \left(1 - \frac{\gamma_{\kappa 1}}{100}\right) = \frac{G_u}{V_2} \frac{\gamma_{\kappa 1}}{100}; \quad (8)$$

$$\mu_3 = \frac{G_u}{V_3} \frac{\gamma_{\kappa 1}}{100} \frac{\gamma_{\kappa 2}}{100}; \quad (9)$$

соответственно в n -м элементе каскада:

$$\mu_n = \frac{G_u}{V_n} \frac{\gamma_{\kappa 1}}{100} \frac{\gamma_{\kappa 2}}{100} \dots \frac{\gamma_{\kappa(n-1)}}{100} = \frac{G_u}{V_n} \prod_{j=1}^{n-1} \frac{\gamma_{\kappa j}}{100}; \quad (10)$$

с учетом выражения (1)

$$\mu_n = \frac{G_u}{V_n} \prod_{j=1}^{n-1} \left[\frac{\sum_{i=1}^m r_{(j-1)\kappa}(x_i) \cdot \Phi_{jk}(x_i)}{100^j} \right]. \quad (11)$$

В частном случае, при $V_1 = V_2 = \dots = V_n = V$, расходная концентрация материала во втором элементе каскада

$$\mu_2 = \frac{G_u - G_{\text{м1}}}{V} = \frac{G_u - G_u \gamma_{\text{м1}}/100}{V} = \mu_1 - \mu_1 \frac{\gamma_{\text{м1}}}{100} = \mu_1 \frac{\gamma_{\text{к1}}}{100} \quad (12)$$

и соответственно концентрация материала в n -м элементе каскада:

$$\mu_n = \mu_1 \frac{\gamma_{\text{к1}}}{100} \frac{\gamma_{\text{к2}}}{100} \dots \frac{\gamma_{\text{к}(n-1)}}{100} = \mu_1 \prod_{j=1}^{n-1} \frac{\gamma_{\text{к}j}}{100^j} \quad (13)$$

или

$$\mu_n = \mu_1 \prod_{j=1}^{n-1} \left[\frac{\sum_{i=1}^m r_{(j-1)\text{к}}(x_i) \cdot \Phi_{j\text{к}}(x_i)}{100^j} \right]. \quad (14)$$

Знание функции фракционного разделения ПКК позволяет не только рассчитать продукты разделения, но и выбрать наилучшую структуру взаимосвязи отдельных элементов, а также оптимальные настройки границ разделения для отдельных элементов, обеспечивающие максимальную эффективность всего классификатора.