

О ФРАКЦИОННОМ СОСТАВЕ ПЫЛИ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ И ИНЖЕНЕРНО – ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

г. Волгоград, ООО «Ассоциация Волгоградэкотехзерно»

Пылевидные дисперсные материалы в воздухе рабочей и санитарно - защитной зон в инженерно - экологических системах, как правило, являются полидисперсными, т.е. содержат достаточно широкий диапазон размеров частиц. Согласно П.А. Коузову, истинное зерновое распределение измельченного материала зависит только от условий его образования, однако, распределения одного и того же материала различны в зависимости от применяемого метода дисперсионного анализа. Следует отметить, что при исследовании фракционного состава пыли, также должны учитываться систематические или случайные отклонения в технологических процессах, параметрах движения воздуха в рабочей зоне или вблизи источника выброса и место отбора проб.

В последние годы в связи с развитием и совершенствованием измерительной и компьютерной техники, значительно расширились возможности поиска, и разработки новых подходов к оценке фракционного состава пыли. Многие из авторов рассматривают исследуемую пыль, как статистическую совокупность частиц различных размеров. Такой подход удобен, например, при использовании метода микроскопии. Построение гистограмм распределений в таких случаях показывает, что полученные на их основании функции распределения $D(\delta), D_n(\delta)$ соответственно массы и числа частиц по диаметрам имеют порой значительные расхождения для различных по времени серий замеров. Хотя функции $D(\delta), D_n(\delta)$ похожи на функции распределения случайной величины, но строгое определение случайной величины, которая характеризует фракционный состав пыли, который они характеризуют, практически отсутствует. Функции D_n и $\varphi_n(\delta)$ можно рассматривать как интегральную и дифференциальную функции распределения некоторой случайной величины ζ .

Определим случайную величину ζ , и ее функции распределения $D_\zeta(\delta)$ из условия:

$$D_\zeta(\delta) \equiv D_n(\delta);$$

Очевидно, что эта случайная величина ζ является в лучшем случае средним некоторой случайной функции. Располагая только этой случайной величиной, невозможно решить целый ряд задач, например, вычислить вероятность отклонения доли мелких фракций в концентрации пыли от некоторого среднего значения.

На наш взгляд, возможны два основных подхода к описанию случайных величин, характеризующих фракционный состав пыли. При наличии четко выраженной статистической зависимости $D(\delta)$ или, получаемых для различных проб по одному из известных законов, (логнормальному, Ромашова, Розина – Раммлера - Шперлинга - Беннета, Авдеева - Богуславского - Харченко и др.) сначала определяются параметры, характеризующие распределения по этим законам. Например, для распределения Розина -Раммлера-Шперлинга - Беннета - это будут параметры a и δ_e , для логнормального - m и σ . Затем эти параметры (a и δ_e или m и σ) рассматриваются как случайные величины, определяют их средние, функции распределения и т.д. На основании этих распределений можно определить, например, вероятность того, что a и δ_e примут значения, при которых доля мелких частиц будет превышать допустимые значения, или эффективность улавливания пылеуловителя будет недостаточной.

Второй подход не предполагает четкой выраженности статистических данных одним и тем же распределением. Пусть, например, $D^i(\delta)$ - семейство интегральных функций распределения массы частиц по диаметрам, полученных по пробам $1 \leq i \leq N$, взятых в одном и том же месте в различное время.

Введем функции:

$$D_{\max}(\delta) \equiv \max_{1 \leq i \leq N} D^i(\delta)$$

$$D_{\min}(\delta) \equiv \min_{1 \leq i \leq N} D^i(\delta)$$

Например, на рис.1а графики этих функций для систем аспирации получают соответственно в виде верхней и нижней огибающих кривых 1, 2, 3 и 4. Функции $D_{\max}(\delta)$ и $D_{\min}(\delta)$ относятся к тому же классу функций, что и функции $D^i(\delta)$, и могут быть интегральными функциями распределения массы частиц по диаметрам каких-либо проб, взятых в том же месте. Более того, любая функция $D(\delta)$, удовлетворяющая условию:

$$D_{\min}(\delta) \leq D(\delta) \leq D_{\max}(\delta)$$

может быть интегральной функцией распределения массы частиц по диаметрам какой-то пробы, взятой в том же месте. Следовательно, можно говорить о некотором « коридоре вероятностей », в котором находятся интегральные функции распределения массы частиц по диаметрам изменяется в данной точке, и исследовать характеристики этого семейства функций.

Если рассмотреть семейство всех случайных функций, интегральная функция распределения которых $F_i(\delta)$ удовлетворяет условию,

$$D_{\min}(\delta) \leq F_i(\delta) \leq D_{\max}(\delta)$$

и является аналитической, то, вообще говоря, оно не будет стационарным (или однородным), хотя бы потому, что первый момент функции распределения каждой пробы, не будет постоянной величиной. Не будет выполняться и условие зависимости второго момента от разности двух случайных функций

$$\int_{\delta_{\min 1}}^{\delta_{\max 1}} \int_{\delta_{\min 2}}^{\delta_{\max 2}} \delta_{12} \times F_1(\delta) \times F_2(\delta) d\delta_1 d\delta_2 \equiv \int_{\delta_{\min 1}}^{\delta_{\max 1}} \delta F_1(\delta) d\delta \times \int_{\delta_{\min 2}}^{\delta_{\max 2}} \delta F_2(\delta) d\delta$$

Обработка результатов анализа фракционного состава пыли в инженерно – экологических системах целого ряда производств (асфальтобетонного, техуглера, зерноперерабатывающей и др.) это подтвердили. Поэтому наиболее предпочтительным представляется описание функции распределения, характеризующей фракционный состав в виде двух случайных величин: для мелких и для крупных частиц. На рис. 1б представлен вариант разбиения, при этом величина $\delta_{кр} = 17,5$ мкм выбрана на основании критериев, основывающихся на максимальном значении коэффициентов корреляции между сериями замеров.

Этот подход оправдан еще и тем, что для ряда задач важно знать только фракционный состав мелких частиц. Например, при оценке содержания в выбросах частиц менее 10 мкм (ПМ₁₀), фракционной эффективности пылеулавливающих аппаратов высокой эффективности, анализ пыли, выбиваемой из технологического оборудования и витающей в воздухе рабочей зоны и ряде других задач.

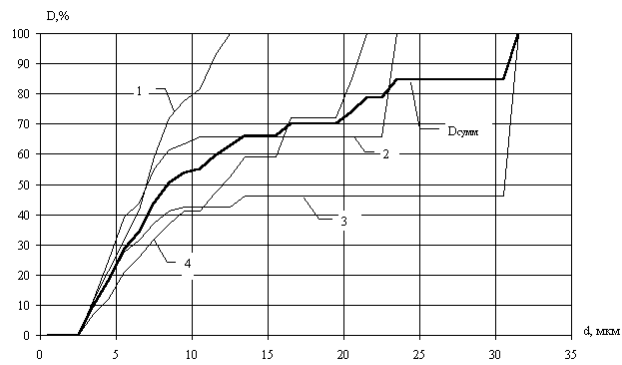


Рис. а)

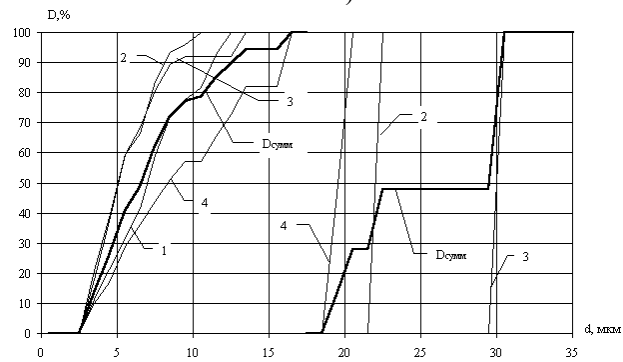


Рис. б)

Рис.1. Интегральные кривые распределения коксовой пыли, поступающей в систему аспирации от сортового бункера цеха анодной массы алюминиевого производства

а) – кривые для всех фракций.

б) – кривые с разделением на мелкие и крупные фракции.

1,2,3,4 – номера серии замеров, $D_{\text{сумм}}$ – суммарная интегральная кривая