

Применение метода «рассечения» при дисперсионном анализе пыли, поступающей в атмосферный воздух города

А.Н. Богомолов, Д.В.Белогуров, А.В.Нестеренко, М.М.Тихонова

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В статье рассматривается метод «рассечения», предложенный профессором Азаровым В.Н. для оценки фракционного состава пыли, поступающей в воздушную среду. Описывается применение этого метода при обработке результатов дисперсионного анализа цементной пыли.

Ключевые слова: пыль, функция прохода, фракция, диаметр рассечения, вероятностный коридор распределения.

Опыт многочисленных исследований по оценке фракционного состава пыли, содержащейся в выбросах строительных и других производств [1, 2], выполненных с использованием методики микроскопического анализа [2-4], показывает, что вид кривой, описывающей функцию прохода, сильно зависит от доли частиц крупных фракций, хотя мелкие фракции превосходят крупные по количественному составу. При этом наличие в пробе крупных фракций носит случайный характер [5]. Это хорошо иллюстрируется видом дифференциальных кривых распределения числа и массы частиц по диаметрам (рис 1).

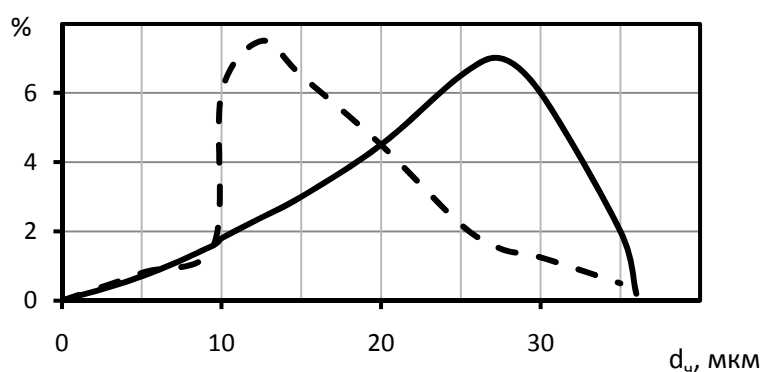


Рис. 1. – Дифференциальные кривые распределения по диаметрам:

— — — - числа частиц; — — — - массы частиц

В связи с этим, при мониторинге уровня запыленности атмосферного воздуха [6, 7] практически невозможно определить долю мелких частиц,

например, таких, как PM_{10} и $PM_{2,5}$. Поэтому при исследовании дисперсного состава пыли предложено разделять совокупность частиц крупных и мелких фракций с отдельным построением функций прохода для них, т.е. применять метод «рассечения» [8, 9].

В этом случае одним из основных вопросов становится выбор границы разделения на мелкие и крупные всей совокупности пылевых частиц. Диаметр рассечения может выбираться несколькими способами, но пока не выработан единый подход к определению этой границы [9].

Предположим, что нам нужно оценить содержание фракции PM_{10} , в выбросе, содержащем цементную пыль, результаты оценки фракционного состава которой представлены на рис.2.

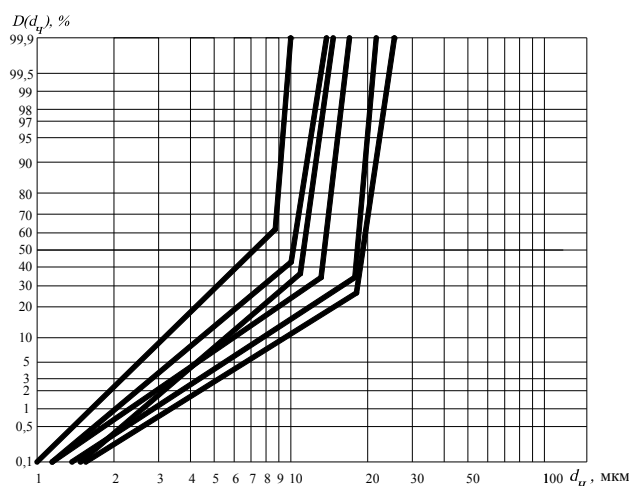


Рис. 2. – Результаты исследования дисперсного состава цементной пыли в выбросе от цеха упаковки

В общем случае функции прохода для совокупности мелких фракций $D_M(d_q)$ и для совокупности крупных фракций $D_K(d_q)$ могут быть описаны выражениями (1) и (2) соответственно [10]:

$$D_M(d_q) = \begin{cases} \frac{100}{D(d_p)} D(d_q), & \text{если } d_q \leq d_p \\ 0, & \text{если } d_q > d_p \end{cases} \quad (1)$$

$$D_k(d_q) = \begin{cases} 0, & \text{если } d_q \leq d_p \\ 100 - \left[100 \frac{100 - D(d_q)}{100 - D(d_p)} \right], & \text{если } d_q > d_p \end{cases} \quad (2)$$

Поскольку мы исследуем содержание частиц PM_{10} , то «рассечение» графиков следует проводить именно по 10 мкм, т.е. $d_p = 10$ мкм. Подставив значение диаметра рассечения в зависимости (1) и (2), получаем функции прохода (3) и (4) для совокупности мелких и крупных фракций соответственно:

$$D_M(d_q) = \begin{cases} \frac{100}{D(d_p)} D(d_q), & \text{если } d_q \leq 10 \\ 0, & \text{если } d_q > 10 \end{cases} \quad (3)$$

$$D_k(d_q) = \begin{cases} 0, & \text{если } d_q \leq 10 \\ 100 - \left[100 \frac{100 - D(d_q)}{100 - D(d_p)} \right], & \text{если } d_q > 10 \end{cases} \quad (4)$$

Графическая интерпретация выражений (3) и (4) показана на рис. 3.

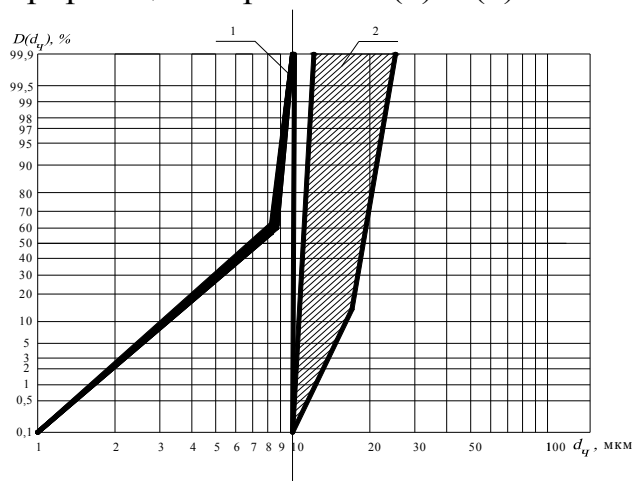


Рис. 3. – Интегральные функции распределения для цементной пыли в выбросе от цеха упаковки.

1 – для мелких частиц; 2 - вероятностный коридор распределения крупных фракций

Таким образом, мелкая цементная пыль, содержащаяся в выбросах от цеха упаковки, может быть описана детерминированной кривой, например, как на рис. 3, в вероятностно–логарифмической сетке – двухзвенной



ломаной, а совокупность крупных частиц - вероятностным коридором их распределения.

Литература

1. Азаров В.Н., Есина Е.Ю. О дисперсном составе пыли в системах обеспыливающей вентиляции строительных производств // Вестник ВолгГАСУ. Строительство и архитектура. 2008. Вып. 11(30). С. 119-122.

2. Николенко М.А., Неумержицкая Н.В., Сергина Н.М., Белоножко М.В. О результатах оценки воздействия на качество атмосферного воздуха и об определении необходимой степени очистки пылевых выбросов асфальтобетонных заводов // Инженерный вестник Дона, 2015, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2015/3191/.

3. Азаров В. Н., Юркъян О. В. Сергина Н. М., Ковалева А.В. Методика микроскопического анализа дисперсного состава пыли с применением персонального компьютера (ПК) // Законодательная и прикладная метрология. 2004. №1. С. 46-48.

4. Азаров В.Н., Николенко М.А., Кошкарев С.А. Снижение выбросов систем обеспыливания с использованием дисперсионного анализа пыли в стройиндустрии // Инженерный вестник Дона, 2015, №1, Ч. 2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1p2y2015/2838/.

5. Азаров В.Н., Жемчужный А.М. Оценка вероятности появления крупных частиц при дисперсном анализе пыли в системах аспирации // Всероссийская научная конференция «Аэрозоли в промышленности и в атмосфере». Пенза: ПДНТП, 2001. С. 61.

6. Pasquill F. Atmospheric Dispersion Parameters in Gaussian Plume Modeling: Part II. Possible Requirements for Change in the Turner Workbook Values. EPA-600/4-76-030b. U.S. Environmental Protection Agency. 1976. 44 p.

7. Strauss W. The principles and practice of the control of gaseous and particulate emissions. Oxford-New York-Toronto-Sydney-Paris–Braunschweig: Pergamon press, 1976. 386 p.

8. Азаров В.Н., Тетерева Е.Ю., Маринин Н.А. Метод «рассечения» как способ оценки дисперсного состава пыли в инженерно-экологических системах строительных производств // Международная научная конференция «Качество внутреннего воздуха и окружающей среды». Самарканд–Волгоград: ВолгГАСУ, 2010. С. 120-126.

9. Азаров В.Н., Есина Е.Ю., Азаров А.В. Применение метода «рассечение» при анализе дисперсного состава пыли в воздухе рабочей зоны предприятий стройиндустрии и машиностроения // Международная научная конференция «Машиностроение и техносфера XXI века». Донецк: ДонГТУ, 2009. Т.1. С. 30-33.

10. Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. Л.: Химия, 1987. 264 с.

References

1. Azarov V.N., Esina E.Ju. Vestnik VolgGASU. Stroitel'stvo i arhitektura. 2008. V. 11(30). pp. 119-122.

2. Nikolenko M.A., Neumerzhickaja N.V., Sergina N.M., Belonozhko M.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2015/3191/.

3. Azarov V. N., Jurk#jan O. V. Sergina N. M. Zakonodatel'naja i prikladnaja metrologija. 2004. №1. pp. 46-48.

4. Azarov V.N., Nikolenko M.A., Koshkarev S.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №1, Ч. 2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1p2y2015/2838/.

5. Azarov V.N., Zhemchuzhnyj A.M. Vserossijskaja nauchnaja konferencija «Ajerozoli v promyshlennosti i v atmosfere»: trudy]. Penza: PDNTP, 2001. p. 61.



6. Pasquill F. Atmospheric Dispersion Parameters in Gaussian Plume Modeling: Part II. Possible Requirements for Change in the Turner Workbook Values. EPA-600/4-76-030b. U.S. Environmental Protection Agency. 1976. 44 p.

7. Strauss W. The principles and practice of the control of gaseous and particulate emissions. Oxford-New York-Toronto-Sydney-Paris–Braunschweig: Pergamon press, 1976. 386 p.

8. Azarov V.N., Tetereva E.Ju., Marinin N.A. Mezhdunarodnaja nauchnaja konferencija «Kachestvo vnutrennego vozduha i okruzhajushhej sredy»: trudy [Proc. International scientific Symp. "Quality of Internal Air and Environment". Samarkand–Volgograd: VolgGASU, 2010. pp. 120-126.

9. Azarov V.N., Esina E.Ju., Azarov A.V. Mezhdunarodnaja nauchnaja konferencija «Mashinostroenie i tehnosfera XXI veka»: trudy. Donetsk: DonGTU, 2009. V.1. pp. 30-33.

10. Kouzov P.A. Osnovy analiza dispersnogo sostava promyshlennyh pylej i izmel'chennyh materialov [Bases of the analysis of disperse structure industrial pyly and the crushed materials]. L.: Himija, 1987. 264 p.