



Особенности применения комплексного дисперсионного анализа для повышения эффективности систем обеспыливания выбросов аспирации стройиндустрии

С.А.Кошкарёв, М.В. Димитренко, Д.А.Ерохин, А.О.Тагаева,

А.Д.Слободчкова, К.С.Кошкарёв

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград*

Аннотация: Статья посвящена вопросу повышения экологической безопасности стройиндустрии совершенствованием систем обеспыливания с использованием комплексного дисперсионного анализа пылевых выбросов пыли системами аспирации. В статье предложено развить перспективный подход к совершенствованию методов комплексного дисперсионного анализа пыли с использованием параметров интегральной функции распределения частиц по гидравлически эквивалентным размерам и по скоростям витания частиц исследуемой пробы пыли. Результаты исследований показывают, что использование функций отклика в виде распределения по скоростям витания частиц пыли частиц позволяют получить более надежные результаты комплексного дисперсионного анализа пыли. Получены регрессии для функций отклика по скоростям витания частиц пыли при измерении времени седиментации частиц пыли. При этом разрабатываемые с использованием результатов таких исследований устройства очистки позволяют значительно сокращать объем выбросов пыли сыпучих в атмосферу в производстве стройматериалов, что является одним из наиболее эффективных способов реализации природоохранных мероприятий.

Ключевые слова: пыль, цемент, песок, пылеуловитель, очистка, стройматериал, проскок, дисперсионный анализ, скорость, витание, выброс, атмосфера, система, обеспыливание, аспирация.

Мировая потребность в цементе будет расти около 4,5% в год, что составит 5,2 миллионов т/г к 2019. Во многих развивающихся странах Азиатском, Тихоокеанском регионе, в том числе, например, в Индии и России, отмечается значительный рост производства цемента, составляющий около 8% и в перспективе к 2020 г до 9% в год [1-3]. Суммарное количество произведенного цемента в ЮФО за полугодие 2016 г составило 4,05 млн.т, что является лучшим производственным показателем в РФ, в среднем составляет 15,9% от общероссийского объема

производства[4]. Все более возрастающие объемы производства еще более увеличивают соответственно уровень загрязнения атмосферы в городах.

Описание процессы производства цементов, широко представлено в литературе, например, [5,6]. Существующие виды и технологии производства цементов весьма разнообразны и специфичны, по этой причине дать даже краткую их характеристику в рамках статьи не представляется возможным. Общим является то, что на всех данных предприятиях стройиндустрии технологическое оборудование оснащается системами локальной вытяжной вентиляции, или аспирацией. Интенсивно выделяющаяся в технологических объемах высокодисперсная пыль поступает в воздуховоды аспирации и, далее через системы обеспыливания выбрасывается в атмосферу на источниках загрязнения [7].

Эффективность работы пылеуловителей системы обеспыливания аспирации в значительной степени зависит от размеров улавливаемых частиц пыли, что предопределяет проектно-конструкторские решения [8-10]. Для определения размеров частиц пыли в газоздушных потоках наиболее часто используют в практике микроскопический метод дисперсионного анализа [9,10]. В работах [10-12] авторами было предложено в качестве выходных данных эксперимента комплексного дисперсионного анализа использовать вместо оптически определяемого эквивалентного δ_3 и среднемедианного размера частиц δ_{50} частиц пробы пыли, гидравлический размер r , или крупность частиц пыли и соответственно их среднемедианные значения r_{50} . Серия экспериментов частиц для различных видов пыли стройматериалов выполнена на лабораторной установке [13]. Соответственно функция распределения по гидравлически эквивалентным размерам, определяется функцией прохода $D(r)$, характерный вид графика которой пыли стройматериалов представлен на рис.1. Были получены также результаты для распределения функции относительной доли осаждающейся массы

пыли $\Delta(M_n)$ по времени седиментации частиц τ_c , в пробах пыли различных стройматериалов, характерный графический вид которой изображен на рис.2.

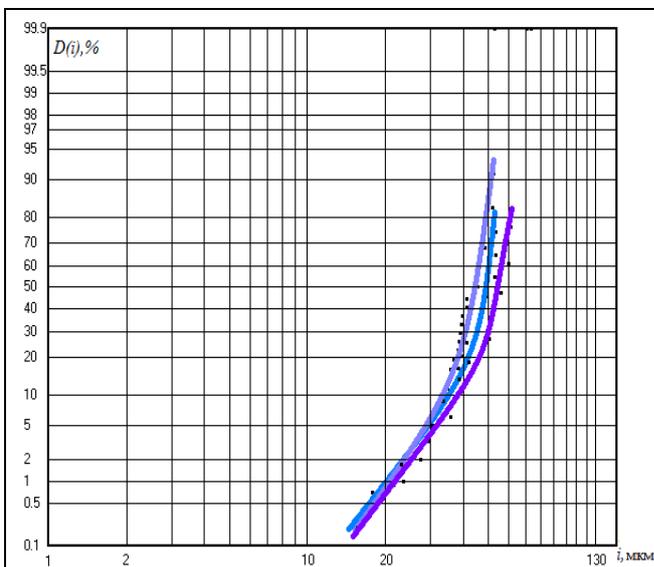


Рис. 1. Функция интегрального распределения частиц кварцевой пыли по гидравлически эквивалентным размерам i , при $i=15 - 80$ мкм

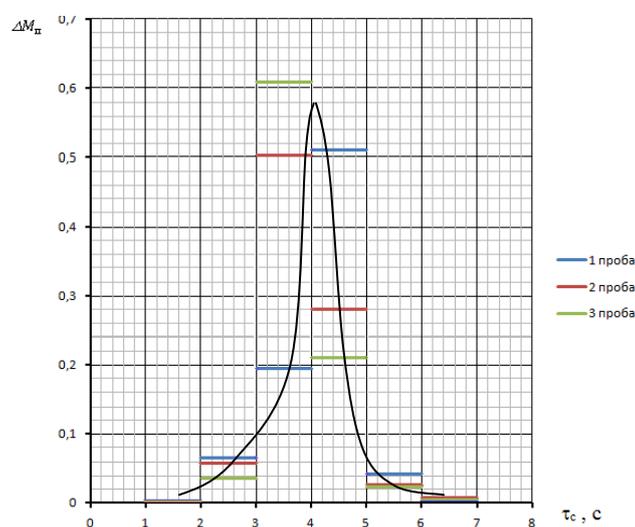


Рис. 2.– График зависимости времени седиментации τ_c – для относительной доли массы в пробах пыли $\Delta(M_n)$.

В полученных и представленных в настоящей статье результатах данного эксперимента, выполненных на лабораторной установке [13], была достигнута более высокая точность значений функции отклика. В продолжения развития модельных представлений [14] было предложено принципиально изменить физические параметры выходных данных результатов эксперимента комплексного дисперсионного анализа, с целью которых были приняты скорость витания частиц u_p , и интегральная функция распределения по скоростям витания «ансамбля» частиц исследуемого образца пробы пыли $D(u_p)$.

В результате статистической обработки данных результатов значительного числа серий экспериментов, выполненных на лабораторной установке [13], получены регрессионные зависимости, описывающие интегральную функцию распределения частиц интегральную функцию распределения по скоростям витания «ансамбля» частиц исследуемого образца пробы пыли $D(u_p)$ для некоторых видов пыли, (пыль песка, пыль с содержанием диоксида кремния более 70%) обобщенного вида

$$D(u_p) = (A_i \lg^2(u_p) + B_i \lg u_p + C_i) \quad (1)$$

где A_i , B_i и C_i некоторые постоянные коэффициенты параметрического типа для вида исследуемого вида пыли.

Постоянные коэффициенты параметрического типа A_i , B_i и C_i имеют различные значения для различных видов пыли дисперсного материала.

Данные параметры u_p и средне медианная скоростям витания «ансамбля» частиц исследуемого образца пробы пыли $u_{p_{50}}$ в существенной мере не являются непосредственно оптически определяемыми величинами и влияют на время пребывания частиц в зонах сепарации и величину проскока пыли. Данные характеристики «ансамбля» частиц пыли были использованы для разработки высокоэффективных устройств очистки выбросов аспирации стройиндустрии, прошедших успешные опытно-промышленные испытания.

Выводы.

Использование в качестве выходных функций отклика интегрального распределения частиц $D(u_p)$ и средне медианной скорости витания «ансамбля» частиц исследуемых образцов пыли $u_{p_{50}}$ позволило получить результаты более высокой достоверности. Результатом выполненных и

представленных в работе исследований являются регрессионные соотношения обобщенного типа для зависимости интегрального распределения $D(u_p)$ по времени седиментации «ансамбля» частиц пыли τ_c . Данный подход был использован для разработки новых высокоэффективных устройств мокрой очистки выбросов аспирации стройиндустрии[14].

Литература

1. World Cement - Demand and Sales Forecasts, Market Share, Market Size, Market Leaders. URL: //freedoniagroup.com/World-Cement.html (date of access: 01.11.2016).
2. Perspektivy. Jelektronnyjzhurnal. Mirovaja_cementnaja promyshlennost'. URL: perspektivy.info/book/mirovaja_cementnaja_promyshlennost_2012-06-06.htm (date of access: 01.10.2016).
3. Technavio. Global cement industry outlook 2016-2020 URL: //technavio.com/report/global-metals-and-minerals-cement-industry-outlook-market. (dateofaccess: 01.11.2016).
4. Statistika proizvodstva betona v Rossii // URL://beton.ru/news/detail.php?ID=418056 (date of access: 01.10.2016).
5. Дуда, В. Цемент. М.: Стройиздат, 1981. 463 с. Лоскутов, Ю.А., Максимов, В.И., Веселовский, В.В.
6. Технология производства цемента // URL: base.safework.ru. (дата обращения: 01.10.2015).
7. Балтеренас, П. С. Обеспыливание воздуха на предприятиях строительных материалов. М.: Стройиздат, 1990. 180 с.
8. Азаров, В. Н. и др. Особенности аспирации технологического оборудования предприятий по производству цемента // Вестник ВолгГАСУ. 2013. №31-2 (50). С. 499-502.

9. Азаров, В.Н., Кошкарев, С.А., Николенко, М. А. Снижение выбросов систем обеспыливания с использованием дисперсионного анализа пыли в стройиндустрии // Инженерный вестник Дона. 2014, URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/2838.

10. Кошкарев, С.А., Редван, А. и др. Дисперсионный анализ пыли выбросов в системах аспирации производства цемента с использованием усовершенствованной экспериментальной установки // Инженерный вестник Дона. 2015, URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3224 .

11. Strelets K. I., Kitain M. B., Petrochenko M. V. Welding Spark Parameters Determination for Cyclone Removal Calculation // Advanced Materials Research. 2014. V. 941. Pp. 2098-2103.

12. Азаров, В.Н., Кошкарев, С.А. Оценка эффективности аппарата мокрой очистки обеспыливания выбросов печей обжига керамзита. Инженерно-строительный журнал. 2015. №2. С. 18-32.

13. Патент №156520, Россия, U1 МПК G01N 15/00. Устройство для определения дисперсного состава пыли. Кошкарев, С.А., Азаров, В. Н. [и др.]. Заявка №2015124975/28. 24.06.2015. Заявлено 24.06.2015. Опубл. 2015.

14. Азаров, В. Н., Кошкарев, С.А. Повышение экологической безопасности стройиндустрии совершенствованием систем обеспыливания с использованием комплексного дисперсионного анализа пылевых выбросов // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2016. Вып. 43 (62). С. 161-174.

References

1. World Cement - Demand and Sales Forecasts, Market Share, Market Size, Market Leaders. URL: //freedoniagroup.com/World-Cement.html (date of access: 01.11.2016).

2. Perspektivy. Jelektronny jzhurnal. Mirovaja_cementnaja_promyshlennost. [Perspectives. Digital Magazine. World Cement Industry]. URL:

perspektivy.info/book/mirovaja_cementnaja_promyshlennost_2012-06-06.htm
(date of access: 01.10.2016).

3. Technavio. Global cement industry outlook 2016-2020 URL:
//technavio.com/report/global-metals-and-minerals-cement-industry-outlook-
market.(Date of access: 01.11.2016).

4. Beton.ru. Statistika proizvodstva beton v Rossii [Statistic of production of
Russia]. URL://beton.ru/news/detail.php?ID=418056 (date of access: 01.10.2016).

5. Duda, V. Cement [Cement]. M.: Strojizdat, 1981. 463 p.

6. Tehnologijaproizvodstvacementa [Technology of production of cement].
System. request: Adobe Acrobat Reader.URL:// safework.ru (date of access:
01.10.2016).

7. Balterenas, P. S. Obespylivanievozduhanapredpriyatijahstroitel'nyhmaterialov [Decreasing dust air
in enterprises of building materials]. M.: Strojizdat, 1990. 180 p.

8. Azarov, V. N. idr. VestnikVolgGASU. 2013. №31-2 (50). Pp. 499-502. (rus)

9. Azarov, V. N., Koshkarev, S. A., Nikolenko, M. A. InženernyjvestnikDona
(Rus). 2015. № 1-2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2858.

10. Koshkarev, S. A, L. Ja., Redvan,A. idr.InženernyjvestnikDona (Rus)].
2015. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p3y2015// 3224.

11. Strelets K. I., Kitain M. B., Petrochenko M. V. Welding Spark
Parameters Determination for Cyclone Removal Calculation. Advanced Materials
Research. 2014. T. 941. Pp. 2098-2103.

12. Azarov, V. N., Koshkarev, S.A. Inzhenerno-stroitel'nyjzhurnal. 2015.
№2. Pp. 18-32.

13. Patent№156520, Rossija, U1 МПК G01N 15/00.
Ustrojstvoldljaopredelenijadispersnogosostavapyli [Device for determining the
composition of particulate dust].Koshkarev, S.A., Azarov, V. N. et al.
Zajavka№2015124975/28. 24.06.2015. Zajavleno24.06.2015. Publ. 2015.



14. Azarov, V. N., Koshkarev, S.A. Vestnik VolgGASU. Ser.: Stroitel'stvo i arhitektura. 2016. Vyp. 43 (62). pp. 161-174.