

Об особенностях лабораторного исследования пыли в воздушной среде вблизи промышленных предприятий

С.А. Быченкова¹, Н.С. Минаев¹, А.Б. Стреляева¹, Д.А. Николенко², Н.С.
Жукова¹

¹ Волгоградский государственный технический университет

² Донской государственный технический университет

Аннотация: Предложено лабораторное оборудование необходимое для исследования фракционного состава пыли в воздушной среде промышленного предприятия и на границе его санитарно-защитной зоны.

Ключевые слова: пыль, дисперсность, измерение, воздушная среда, лаборатория, прибор, материал, фильтр, частица, промышленность, концентрация, проба.

Одной из главных проблем производственных предприятий являются выбросы пыли формирующейся в результате технологического процесса [1].

Основную опасность представляет загрязнение атмосферного воздуха мелкодисперсной пылью. После осознания опасности пыли, в особенности мелкодисперсной, стало уделяться большое внимание проблемам защиты от нее. Источниками пыли являются различные природные явления, выбросы промышленных предприятий. В отличие от пыли, полученной в результате природных явлений, пыль, образованная в результате деятельности человека, может оказать серьезное негативное влияние на организм человека, особенно на дыхательные пути [2].

Производственной пылью принято называть оседающие твердые частицы (ТЧ), которые могут быть по своему размеру от десятков до долей микрометра (мкм).

Всего, по дисперсности, можно разделить пыль на 5 классов:

- 1 класс – Очень крупная дисперсная пыль (140 и более мкм);
- 2 класс – крупнодисперсная пыль (от 40 до 140 мкм);
- 3 класс – средне дисперсная пыль (от 10 до 40 мкм);
- 4 класс – мелкодисперсная пыль (от 1 до 40 мкм);

5 класс – очень мелкодисперсная пыль (размером менее 1 мкм) [3].

Самое негативное влияние на здоровье человека оказывают частицы пыли, относящиеся к 4 и 5 классу дисперсности.

Для оценки загрязнения воздушной среды используют методы:

1. лабораторные (обладают высокой точностью и являются незаменимыми для углубленных исследований);
2. экспрессные (подразумевают использование универсальных газоанализаторов);
3. автоматические (предназначены для непрерывного контроля за загрязнением атмосферы).

Для наибольшей точности исследований стоит использовать лабораторные методы исследований. Они помогают существенно снизить вероятность повышенного уровня загрязнения.

Чтобы лаборатория правильно определяла концентрацию пыли, необходимо правильно подойти к процедуре взятия проб. Необходимо соблюдать определенные температурные показатели, а также следить за влажностью воздуха и атмосферным давлением в месте отбора проб. При несоблюдении нормативов возможно получение некорректных результатов[4].

Для определения концентрации мелкодисперсной пыли в воздушной среде необходимы следующие средства измерений: микроскоп МБС-10, компьютер для обработки результатов, микрофотонасадка МФН-2, весы аналитические электронные ATL-220d4, дифференциальный цифровой манометр ДМЦ-01М, фильтры АФА-ВП-10, АФА-ВП-20, фильтродержатели, пылезаборная трубка для внешней фильтрации с набором наконечников, электроаспиратор ПУ-4Э (или ПУ-3Э/12 для воздуха СЗЗ и рабочей зоны), сушильный шкаф СНОЛ 24/200 [5].

Все вышеперечисленное оборудование можно заменить другим, гарантирующим необходимую точность и обладающим аналогичными характеристиками. Также обязательным требованием является внесение в Государственный реестр средств измерений.

Для определения дисперсионного состава пыли необходимо соблюдать следующую последовательность. Вначале необходимо произвести отбор проб и приготовить аппарат к исследованию, затем рассмотреть фильтр или подготовленный образец под микроскопом с приставкой МФН-2. После необходимо произвести фотографирование частиц в количестве 1000 – 2000 штук и перенести изображения на компьютер. Отредактировать фотографии в графическом редакторе и произвести цифровую обработку фотографий с помощью программы Dust 1.

Программа «Dust 1», по многократно увеличенным под микроскопом фотографиям выявляет и определяет форму сфотографированных частиц пыли. Для определения формы рассчитывается площадь, занимаемая каждой частицей «рис. 1». По окончании работы выдаются интегральные функции распределения частиц по эквивалентным диаметрам в вероятностно-логарифмической сетке. Данная методика была разработана ООО «ПТБ ПСО Волгоградгражданстрой».



Рис. 1. – Фотография образца пыли, отобранной на границе санитарно-защитной зоны промышленного предприятия

По результатам исследования дисперсности пыли будут получаться графики, пример которых можно увидеть на «рис. 2» и «рис. 3».

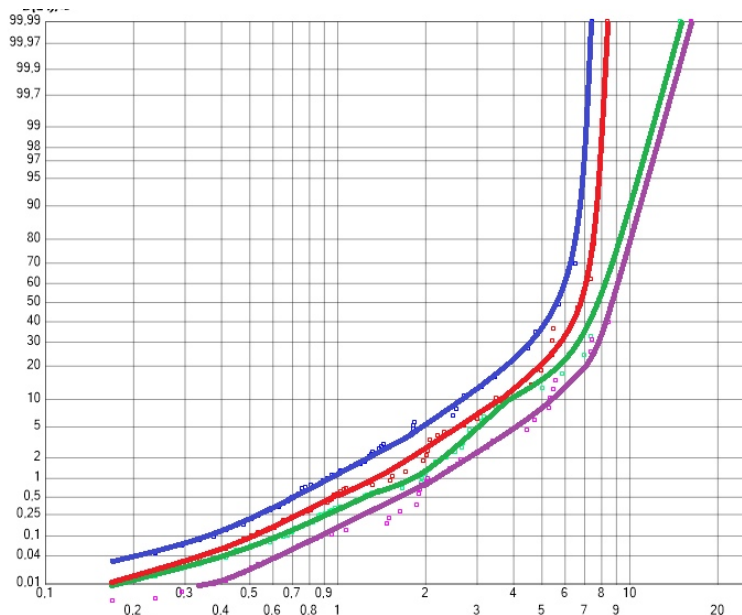


Рис. 2. – Интегральная функция распределения дисперсного состава пыли в атмосфере на территории цементного завода

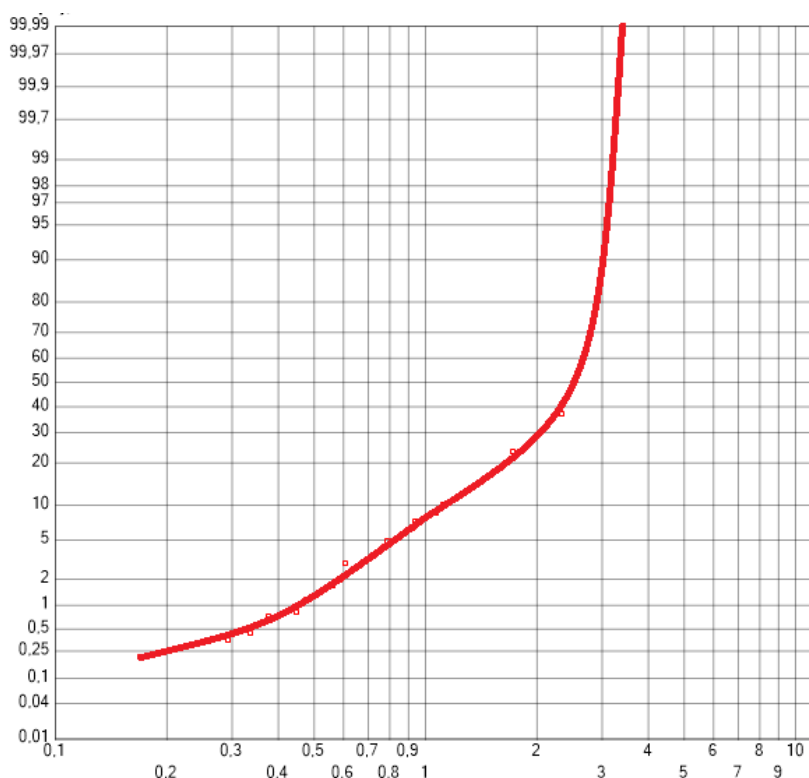


Рис. 3. – Интегральная функция распределения дисперсного состава пыли в атмосфере на границе санитарно-защитной зоны

Дисперсный анализ показывает, что на территории цементного завода присутствуют частицы размером до 19 мкм, а на границе санитарно-защитной зоны максимальный размер частиц до 4 мкм [6]. Данная пыль относится к 4 классу дисперсности пыли. Непосредственно на источниках выбросов преобладает пыль, относящаяся ко 2 и 3 классу [7,8].

Мелкодисперсная пыль, в особенности PM10 и PM2,5 оказывает негативное воздействие на организм человека. При попадании частиц пыли в зрительные органы человека вызывают повреждение зрительных нервов. Особенно серьезно страдают дыхательные пути, что приводит к различным болезням, в том числе хроническим [9, 10].

Литература

1. Азаров В.Н., Васильев А.Н., Горшков Е.В., Козловцева Е.Ю. Исследование загрязнения мелкодисперсной пылью воздушной среды

промышленных городов // Охрана атмосферного воздуха. Новые подходы и пути решения: сб. тр. к XXI Междунар. экологич. Конгрессу "Атмосфера-2019". - Санкт-Петербург, 2019. - С. 139-148.

2. Burhanova, R.A, Kovtunov I.A., Azarov V.N. Investigation of the Parameters of Discarded Dust in the Manufacture of Products from Chrysotile Asbestos and Cement // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 272 : International science and technology conference «Earth science» (Russky Island, Russian Federation, 4–6 March, 2019) / ed. by Solovev D. B.; Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russia). – [IOP Publishing], 2019. № 272. – URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/272/2/022150/pdf

3. Манжилевская С.Е. Исследование распространения частиц мелкодисперсной пыли в рабочей зоне строительных процессов // Инженерный вестник Дона, 2019. № 9. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6221

4. Barratt B., Carslaw D., Fuller G., Green D., Tremper A. Evaluation of the impact of dust suppressant application on ambient PM10 concentrations in London // King's College London, Environmental Research Group Prepared for Transport for London under contract to URS Infrastructure & Environment Ltd. November 2012.

5. Азаров В. Н., Богомолов А.Н., Сергина Н.М. Об оценке концентрации мелкодисперсной пыли (PM_{2,5} и PM₁₀) в воздушной среде // Вестн. Волгогр. гос. архит. - строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архитектура. - 2011. - Вып. 25(44). - С. 403-407.

6. Барикаева Н.С. Совершенствование систем мониторинга загрязнения воздуха придорожных территорий городов мелкодисперсной пылью: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.19 / Барикаева Н. С. 2017 – 156 с.

7. Калюжина Е.А., Киреева А.И., Маринин Н.А., Гладков Е.В., Михайловская Ю.С. Об аппроксимации интегральных функций дисперсного состава пыли в воздушной среде // Альтернативная энергетика и экология. - 2013. - № 14. - С. 52-56.

8. Калюжина, Е.А. Анализ факторов, влияющих на запыленность атмосферного воздуха // Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., (г. Ставрополь, 12-13 апр. 2012 г.). - Ставрополь, 2012. - С. 90-93

9. Revich B.A., Sidorenko V.N. Human Health Damage from Environmental Pollution. Bulletin «Towards a Sustainable Russia», 2006. № 35 URL: ecologyandculture.ru/upload/File/Bull_35en.pdf.

10. Дубинин Д.А., Дериченко А.В., Викторова А.О., Афанасьев А.С., Маттагирова Д.М. Анализ влияния пыли на здоровье человека и окружающей среды // Инженерный вестник Дона, 2019. № 1. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5540

References

1. Azarov V.N., Vasil'ev A.N., Gorshkov E.V., Kozlovceva E.Ju. Ohrana atmosfernogo vozduha. Novye podhody i puti reshenija: sb. tr. (XXI Int. environmental friendly Congress Atmosphere 2019). Sankt-Peterburg, 2019. pp. 139-148.

2. Burhanova, R.A, Kovtunov I.A., Azarov V.N. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 272 : International science and technology conference «Earth science» (Russky Island, Russian Federation, 4–6 March, 2019) ed. by D. B. Solovev ; Far Eastern Federal University (Vladivostok, Russia). [IOP Publishing], 2019. № 272. URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/272/2/022150/pdf

3. Manzhilevskaja S.E. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, № 9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6221
4. Barratt B., Carslaw D., Fuller G., Green D., Tremper A. King's College London, Environmental Research Group Prepared for Transport for London under contract to URS Infrastructure & Environment Ltd. November 2012.
5. Azarov V. N., Bogomolov A.N., Sergina N.M. Vestn. Volgogr. gos. arhit.-stroit. un-ta. Ser.: Str-vo i arhitektura. 2011. Vyp. 25(44). pp. 403-407.
6. Barikaeva N.S. Sovershenstvovanie sistem monitoringa zagryaznenija vozduha pridorozhnyh territorij gorodov melkodispersnoj pyl'ju [Improving monitoring systems for air pollution of roadside territories of cities with fine dust]: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk : 05.23.19 Barikaeva N. P. 2017. 156 p.
7. Kaljuzhina E.A., Kireeva A.I., Marinin N.A., Gladkov E.V., Mihajlovskaja Ju.S. Al'ternativnaja jenergetika i jekologija. 2013. № 14. pp. 52-56.
8. Kaljuzhina, E.A. sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., (g. Stavropol', 12-13 apr. 2012 g.). Stavropol', 2012. pp. 90-93
9. Revich B.A., Sidorenko V.N. Bulletin «Towards a Sustainable Russia», 2006. № 35 URL: ecologyandculture.ru/upload/File/Bull_35en.pdf.
10. Dubinin D.A., Derichenko A.V., Viktorova A.O., Afanas'ev A.S., Mattagirova D.M. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5540