

О результатах оценки воздействия на качество атмосферного воздуха и об определении необходимой степени очистки пылевых выбросов асфальтобетонных заводов

М.А. Николенко¹, Н.В. Неумержицкая¹, Н.М. Сергина², М.В. Белоножко²

¹Ростовский государственный строительный университет

²Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Аннотация: В статье приводятся результаты экспериментальных исследований по оценке влияния пылевых выбросов в атмосферу от источников асфальтобетонных заводов на концентрацию и фракционный состав пыли в атмосферном воздухе. Полученные данные свидетельствуют о недостаточной эффективности мероприятий по снижению пылевыделений в окружающую среду, применяемых в настоящее время на рассматриваемых предприятиях. Проводится оценка необходимой фракционной эффективности пылеулавливания в условиях действующего производства.

Ключевые слова: пыль, выбросы пыли, организованный источник выбросов, концентрация, фракционный состав, мелкодисперсные частицы, фракционная эффективность, проскок.

В настоящее время, по оценкам экспертов, в разных субъектах Российской Федерации разница по плотности дорог с твердым покрытием достигает 450 раз (в расчете на 1 тыс. кв. км) [1]. С другой стороны, за последние 10 лет уровень автомобилизации вырос на 85%, тогда как рост протяженности сети автомобильных дорог достиг всего лишь 15,7% [1]. В этой связи правительством РФ принята федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России (2010-2020 годы)», которая, в том числе, предусматривает как увеличение протяженности отвечающих нормативным требованиям автодорог федерального значения, так и формирование круглогодично доступной населению единой дорожной системы (О федеральной целевой программе «Развитие транспортной системы России (2010-2020 годы)». Постановление Правительства РФ от 5 декабря 2001 г. №848 (с изменениями на 18 июня 2015 г.).

Совершенно очевидно, что реализация названной программы обусловит и возрастание числа асфальтобетонных заводов (АБЗ), и увеличение их производительности. Однако в сложившейся в стране

экологической обстановке нельзя не рассматривать вопросы, связанные с негативным воздействием выбросов этих предприятий, в первую очередь – пылевых, на качество атмосферного воздуха [1-3] (рис.1).

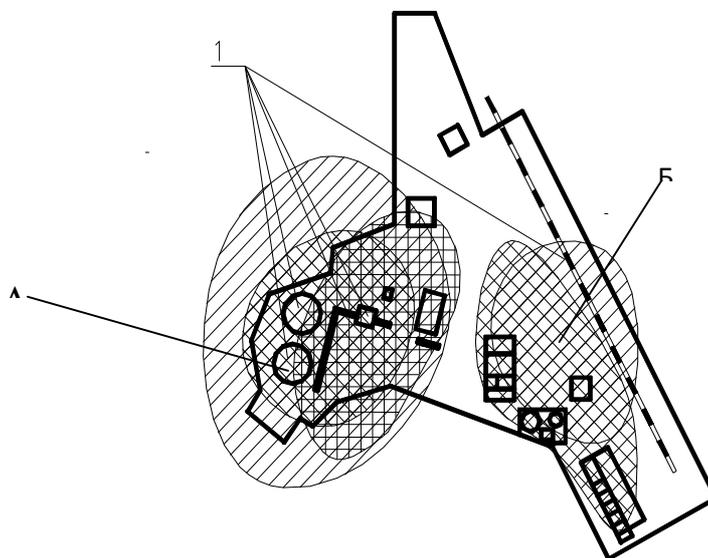


Рис.1. – Карта-схема промышленной площадки асфальтобетонного завода.

А - зона расположения организованных источников выбросов; Б - зона расположения неорганизованных источников пыли; 1 – источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. - зона распространения пыли от неорганизованных источников; - зона распространения пыли от организованных источников; - рабочая и обслуживаемая зоны

Результаты проведенных исследований показали, что объемы выбросов пыли от технологического оборудования АБЗ различных видов изменяются в широких пределах в зависимости от режимов работы и производительности завода. В качестве примера в табл. 1 приведены данные об удельных пылевыведениях, рекомендуемые ведомственной методикой проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для асфальтобетонных заводов расчетным методом, и полученные при проведении обследования предприятий отрасли. Следует отметить, что и содержание пыли в выбросах от организованных источников АБЗ также меняется в значительном диапазоне, и в зависимости от схемы компоновки системы пылеочистки может составлять от 6 мг/м^3 до 260 г/м^3 и более.

Таблица №1

Удельные пылевыведения от основного технологического оборудования асфальтобетонных заводов

№ п/п	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал	Удельные пылевые деления, кг/т	
			рекомендуемые	фактические
1.	Элеватор производительностью до 40 т/ч	щебень	2,7 – 3,0	0,17 – 0,26
		песок крупный	0,7 – 0,9	0,08 – 0,09
		песок мелкий	1,6 – 1,8	0,09 – 0,13
2.	Ленточные транспортеры и конвейеры производительностью до 5 т/ч	песок	1,5 – 1,7	0,52 – 0,56
		известняк	2,5 – 3,0	0,63 – 1,05
3.	Дробилка	известняк	8,2 – 10,8	2,26 – 2,44
		щебень	1,5 – 1,8	0,1- 0,16

Результаты оценки фракционного состава пыли, проведенной по методике [4], которая в 2014 г. включена в Перечень методик измерений концентраций загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий, показывают, что в атмосферу выбрасываются частицы, осредненное значение медианного диаметра которых составляет 16-19 мкм. При этом в зависимости от применяемой системы пылеочистки на долю частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$ приходится до 16% и до 2,5% соответственно.

Чтобы оценить массовое содержание таких частиц в выбросах пыли от организованных источников АБЗ, воспользуемся подходом, который предложен НИИ «Атмосфера» и ООО «ПТБ Волгоградгражданстрой», и который заключается в том, что на основе результатов измерений общей концентрации и результатов оценки фракционного состава пыли в выбросах от источника C_0^B концентрация мелкодисперсных частиц рассчитывается по выражениям [5-8]

$$C_{PM_{10}}^B = C_0^B D(d_q = 10 \text{ мкм}) \quad (1)$$

$$C_{PM_{2,5}}^B = C_0^B D(d_q = 2,5 \text{ мкм}) \quad (2)$$

где $C_{PM_{10}}^B$, $C_{PM_{2,5}}^B$ – концентрация частиц PM_{10} и $PM_{2,5}$ соответственно в выбросах от источника.

Таким образом, получаем, что содержание пылевых частиц рассматриваемых фракций в выбросах от организованных источников АБЗ составляет: частиц PM_{10} – $0,96 \text{ мг/м}^3$ - $41,6 \text{ г/м}^3$ и более; частиц $PM_{2,5}$ – $0,15 \text{ мг/м}^3$ - $6,5 \text{ г/м}^3$ и более.

С целью проведения мониторинга качества атмосферного воздуха были также проведены замеры концентрации, и оценка фракционного состава пыли на территории промплощадки и на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) асфальтобетонных заводов [9]. Результаты анализа дисперсного состава пыли представлены на рис. 2.

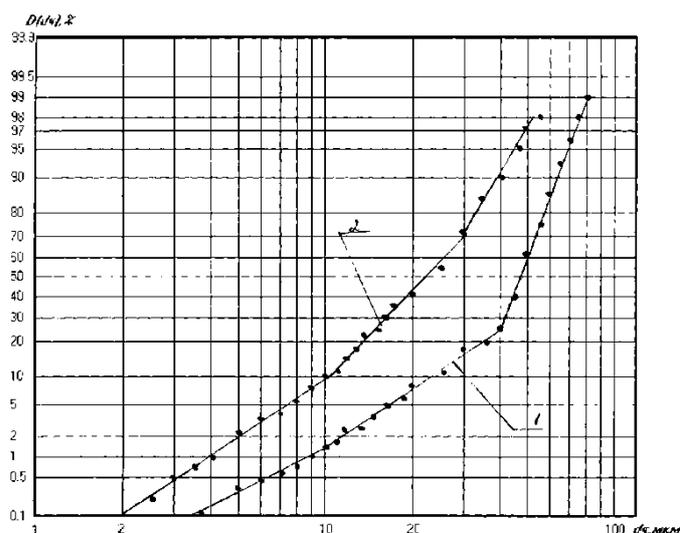


Рис. 2. - Интегральное распределение массы по размерам для частиц пыли, содержащейся в атмосферном воздухе. 1 – на территории промплощадки предприятия; 2 – на границе санитарно-защитной зоны

Полученные данные показывают, что если на территории промплощадки АБЗ медианный диаметр пылевых частиц, содержащихся в атмосферном воздухе, составляет в среднем 48 мкм и на долю частиц PM_{10} приходится 1,5% массы, то на границе СЗЗ эти величины приобретают значения 25 мкм и 10%, а на долю частиц с размерами менее 2,5 мкм приходится в среднем 0,3% массы. Используя результаты измерений общей концентрации пыли в

атмосферном воздухе, данные, приведенные на рис. 2, с использованием выражений (1) и (2) получаем, что содержание частиц $PM_{2,5}$ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны предприятия изменяется в пределах 0,01-0,035 mg/m^3 . В то же время концентрация частиц с размерами менее 10 $μm$ в атмосферном воздухе на территории промплощадки составляет в среднем 0,12-0,2 mg/m^3 . На границе СЗЗ эта величина принимает значения 0,3-0,33 mg/m^3 , т.е. отмечается превышение содержания частиц PM_{10} , над значением предельно допустимой концентрации, которая по таким частицам для воздуха населенных мест установлена 0,3 mg/m^3 .

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о недостаточной эффективности мероприятий по снижению пылевыделений (в первую очередь - от организованных источников выбросов) в окружающую среду, применяемых в настоящее время на рассматриваемых предприятиях.

Общеизвестно, что на качество атмосферного воздуха в реальных производственных условиях существенное влияние оказывают не только параметры выбросов (общая концентрация, дисперсный состав и т.д.), но эффективность выбранной системы пылеочистки. Фракционная эффективность пылеулавливающих аппаратов может быть оценена на основе результатов дисперсионного анализа состава пыли до и после пылеуловителя и с учетом экспериментальных данных об его общей эффективности [10].

Фракционная функция проскока составляет

$$\varepsilon(d_q) = 1 - \eta(d_q) \quad (3)$$

Если отсутствуют подсосы или выбивание воздуха, то выполняется равенство

$$\varepsilon(d_q) = \varepsilon_0 \frac{f_{\text{ВЫХ}}(d_q)}{f_{\text{ВХ}}(d_q)} = (1 - \eta_0) \frac{f_{\text{ВЫХ}}(d_q)}{f_{\text{ВХ}}(d_q)} \quad (4)$$

где ε_0 - общий проскок пыли; η_0 - общая эффективность аппарата пылеочистки; $f_{\text{ВХ}}$, $f_{\text{ВЫХ}}$ - дифференциальные функции массового

распределения частиц по размерам для пыли, поступающей в аппарат, и на выходе из него соответственно.

Можно выбрать такую координатную сетку, в которой дисперсный состав пыли на входе в аппарат пылеочистки будет отображаться в виде прямой линии $y = k_{\text{вх}}x + b$. Тогда для оценки фракционного проскока необходимо продифференцировать экспериментальную кривую, описывающую функцию прохода для пыли, содержащейся в выбросах после пылеочистой установки. Однако это может привести к значительному увеличению погрешности. Во избежание этого используем такое понятие, как «средний интегральный фракционный проскок», который определяется как [11]

$$\varepsilon^*(d_{\text{ч}}) = \frac{1}{d_{\text{ч}} - d_{\text{ч} \min}} \int_{d_{\text{ч} \min}}^{d_{\text{ч}}} \varepsilon(d_{\text{ч}}) dd_{\text{ч}} \quad (5)$$

После интегрирования имеем

$$\varepsilon^*(x) = \varepsilon_0 \frac{y_{\text{вых}}(x) - y_{\text{вх}}(x_{\min})}{k_{\text{вх}}(x - x_{\min})} \quad (6)$$

где $y_{\text{вх}}$, $y_{\text{вых}}$ - уравнения интегральных функций распределения массы частиц по диаметрам в сетке, выбранной из условия, что дисперсный состав пыли на входе в аппарат пылеочистки будет отображаться в виде прямой линии.

При одних и тех же размерах частиц $d_{\text{ч}}$ значение ε^* меньше ε , однако в первом приближении может использоваться как «нижняя» оценка $\varepsilon^*(d_{\text{ч}})$.

Литература

1. Зерщикова М. А. Последствия загрязнений окружающей среды и их влияние на экономические показатели (методы сохранения и улучшения состояния окружающей среды) // Инженерный вестник Дона, 2011, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/258/.

2. 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.

3. Latorre Rovirosa Miquel, Tornos Casanovas Mireia. Estudio de dispersion de contaminantes atmosfericos en la planta de Els Monjos de Uniland Cementera. Cem.-hormigon, 2002, № 807. pp. 115 – 128.

4. 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.

5. Азаров В. Н., Тертишников И. В., Калюжина Е. А., Маринин Н. А. Об оценке концентрации мелкодисперсной пыли ($PM_{2,5}$ и PM_{10}) в воздушной среде // Вестник ВолгГАСУ ; Сер.: Строительство и архитектура. 2011. Вып. 25(44). С. 402-407.

6. Шульга С. В., Николенко Д. А., Барикаева Н. С. Модель дисперсного состава пыли в выбросах в атмосферу при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог // Интернет-вестник ВолгГАСУ; Сер.: Строит. информатика. 2014. Вып. 12(36). URL: vestnik.vgasu.ru.

7. Азаров В. Н., Маринин Н. А., Жоголева Д. А. Об оценке концентрации мелкодисперсной пыли ($PM_{2,5}$ и PM_{10}) в атмосфере городов // Известия Юго-Зап. гос. ун-та. 2011. № 5(38). Ч.2. С. 144-149.

8. Азаров В. Н., Тертишников И. В., Маринин Н. А. Нормирование PM_{10} и $PM_{2,5}$ как социальных стандартов качества в районах расположения предприятий стройиндустрии // Жилищное строительство. 2012. № 3. С. 20-22.

9. Россинская М. В., Россинская Н. П. Элементы экологического мониторинга, их краткая характеристика и влияние на качество окружающей



природной среды и здоровье населения региона // Инженерный вестник Дона, 2012, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/586/.

10. Азаров В. Н. Комплексная оценка пылевой обстановки и разработка мер по снижению запыленности воздушной среды промышленных предприятий: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.26.01, 03.00.16. Ростов-на-Дону, 2004. 40 с.

References

1. Zershhikova M. A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2011, №1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/258/.

2. 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.

3. Latorre Rovirosa Miquel, Tornos Casanovas Mireia. Estudio de dispersion de contaminantes atmosfericos en la planta de Els Monjos de Uniland Cementera. Cem.–hormigon, 2002, № 807. pp. 115 – 128.

4. Azarov V. N., Jurkjan O. V. Sergina N. M., Kovaleva A.V. Zakonodatel'naja i prikladnaja metrologija. 2004. №1. pp. 46-48.

5. Azarov V. N., Tertishnikov I. V., Kaljuzhina E. A., Marinin N. A. Vestnik VolgGASU ; Ser.: Stroitel'stvo i arhitektura. 2011. Vyp. 25(44). pp. 402-407.

6. Shul'ga S. V., Nikolenko D. A., Barikaeva N. S. Internet-vestnik VolgGASU; Ser.: Stroit. informatika. 2014. Vyp. 12(36). URL: vestnik.vgasu.ru.

7. Azarov V. N., Marinin N. A., Zhogoleva D. A. Izvestija Jugo-Zap. gos. un-ta. 2011. № 5(38). Ch.2. pp. 144-149.

8. Azarov V. N., Tertishnikov I. V., Marinin N. A. Zhilishhnoe stroitel'stvo. 2012. № 3. pp. 20-22.

9. Rossinskaja M. V., Rossinskaja N. P. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/586/.



10. Azarov V. N. Kompleksnaja ocenka pylevoj obstanovki i razrabotka mer po snizheniju zapylenosti vozduшной среды promyshlennyh predpriyatij [Complex assessment of a dust situation and development of measures for decrease in a dust content of the air environment of the industrial enterprises]: avtoref. dis. ... d-ra tehn. nauk: 05.26.01, 03.00.16. Rostov-na-Donu, 2004. 40 p.