

УДК 628.511.1:533.6

В. Н. Азаров, О. В. Бурлаченко, Р. А. Бурханова, Н. А. Маринин

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСБЕСТОЦЕМЕНТНОЙ ПЫЛИ В ВЫБРОСАХ В АТМОСФЕРУ

Определяются аэродинамические свойства частиц асбестоцементной пыли на предприятии по производству цемента методом пофракционного оседания. Произведен анализ ее дисперсного состава и построена зависимость скорости оседания от эквивалентного диаметра частицы пыли в вероятностно-логарифмической сетке.

К л ю ч е в ы е с л о в а: аэродинамические свойства частиц пыли, метод пофракционного оседания, дисперсный состав пыли, скорость оседания, эквивалентный диаметр частиц пыли.

This article describes an experimental study aimed at determining the aerodynamic properties of particles of asbestos dust at a cement manufacturing plant using the method of deposition fraction by fraction. The authors have fulfilled the analysis of its powder and plotted the relation between the deposition rate and the equivalent diameter of a dust particle in the probabilistic-logarithmic grid.

К e y w o r d s: aerodynamic properties of dust particles, method of deposition fraction by fraction, dust powder, deposition speed, equivalent diameter of dust particles.

При пофракционном оседании, называемом иногда дробным оседанием, анализируемая проба измельченного материала диспергируется в верхней части столба дисперсионной среды [1]. В первую очередь из верхнего слоя этой среды выпадают фракции наиболее тяжелых и крупных частиц, которые, пройдя к определенному времени τ высоту столба H , оседают на дне седиментационного цилиндра. По скорости оседания $\omega = H/\tau$ можно всегда найти наименьший диаметр осевших к моменту τ частиц, и по массе осадка определить процент частиц, имеющих диаметр меньше δ [2].

Для определения дисперсного состава пыли методом седиментометрии в воздушной среде в качестве прибора использовался воздушный седиментометр [3] (рис. 1). Навеска исследуемой пыли весом около 50 мг равномерно (без комков) укладывается на лист фильтровальной бумаги. Распыление порошка производится резким воздушным толчком в специальном распыляющем устройстве, из которого облачко пыли попадает в верхнюю часть седиментационного цилиндра, где под действием силы тяжести частицы оседают в неподвижном воздухе. Частицы с различной скоростью падения оседают на липкой ленте (скотч), уложенной на ленточный транспортер. Лента транспортера рывком перемещается на величину диаметра седиментационного цилиндра за равные промежутки времени, в данном случае 2 с.

Для закрепления пыли на ленте использовался защитный слой самоклеющейся бумаги.

После проведения экспериментальной части был осуществлен анализ дисперсного состава пыли, выделяющейся в асбестоцементном производстве, микроскопическим методом с применением ПК [4]. Метод определения дисперсного состава пыли основан на фотографировании увеличенных под микроскопом в 200...1000 раз отобранных образцов пылевидных частиц, закрепленных на предметном стекле, с последующей обработкой фотографий с помощью графического редактора. Дальнейший расчет предполагает подсчет

количества частиц на каждом снимке и построение интегральных кривых в вероятностно-логарифмической сетке. Данные действия выполняются в программе SpotExplorer.

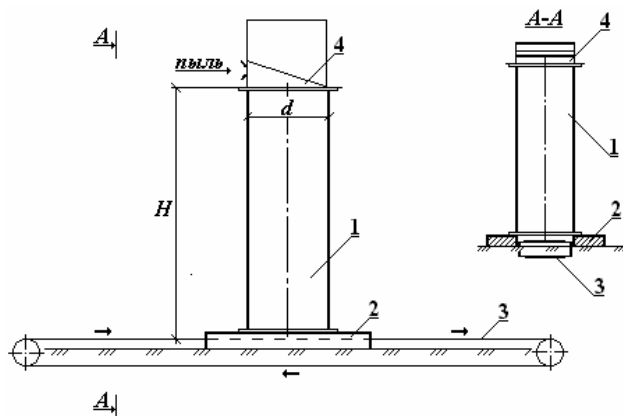


Рис. 1. Экспериментальная установка: 1 — седиментационный цилиндр высотой $H = 1140$ мм, диаметром $d = 160$ мм; 2 — подставка; 3 — ленточный транспортер; 4 — распыляющее устройство

В результате проведенных исследований установлено, что крупность оседающих частиц в течение 17 с уменьшается. Так, медианный диаметр пыли, мкм, выделяющейся в асбестоцементном производстве, составил: через 3 с — 81; через 5 с — 56; через 7 с — 42; через 9 с — 35; через 11 с — 27; через 13 с — 22, через 15 с — 17; через 17 с — 11.

По результатам проведенного дисперсного анализа построены зависимости скорости оседания от эквивалентного диаметра частицы в вероятностно-логарифмической сетке (рис. 2, 3, 4).

Полученные зависимости скорости оседания от эквивалентного диаметра частицы позволяют предложить формулу для определения скорости оседания частицы пыли, выбиваемой из технологического оборудования:

$$V = Ae^{Bd} \quad (1)$$

или

$$\ln V = \ln A + Bd, \quad (2)$$

где V — скорость оседания частицы пыли, м/с; d — эквивалентный диаметр частицы пыли; A, B — коэффициенты, характеризующие вид пыли.

Проведенные исследования зависимости скорости оседания от эквивалентного диаметра частицы пыли, образующейся при производстве асбестоцементных изделий, позволили сделать вывод о том, что при скорости 0,38 м/с частицы имеют максимальный размер 81 мкм, медианный размер 55 мкм и минимальный размер 7 мкм. При скорости 0,1 м/с частицы имеют максимальный размер 27 мкм, медианный размер 22 мкм и минимальный размер 4,5 мкм. При скорости 0,07 м/с частицы имеют максимальный размер 11 мкм, медианный размер 6 мкм и минимальный размер 2,2 мкм. Таким образом, в результате эксперимента установлено, что на первых одиннадцати секундах выпадает наибольшее количество частиц пыли и они максимальны по массе.

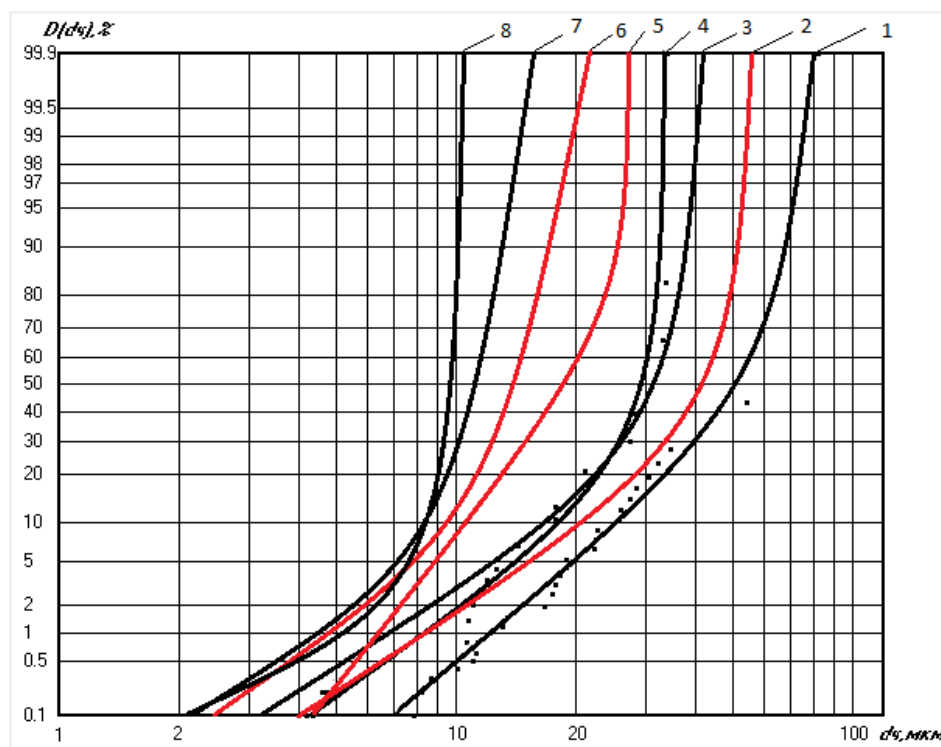


Рис. 2. Интегральные кривые массы частиц пыли, выделяющейся в производстве железобетонных изделий, по диаметрам в вероятностно-логарифмической сетке: 1 — для пылеоседания через 3 с; 2 — через 5 с; 3 — через 7 с; 4 — через 9 с; 5 — через 11 с; 6 — через 13 с; 7 — через 15 с; 8 — через 17 с

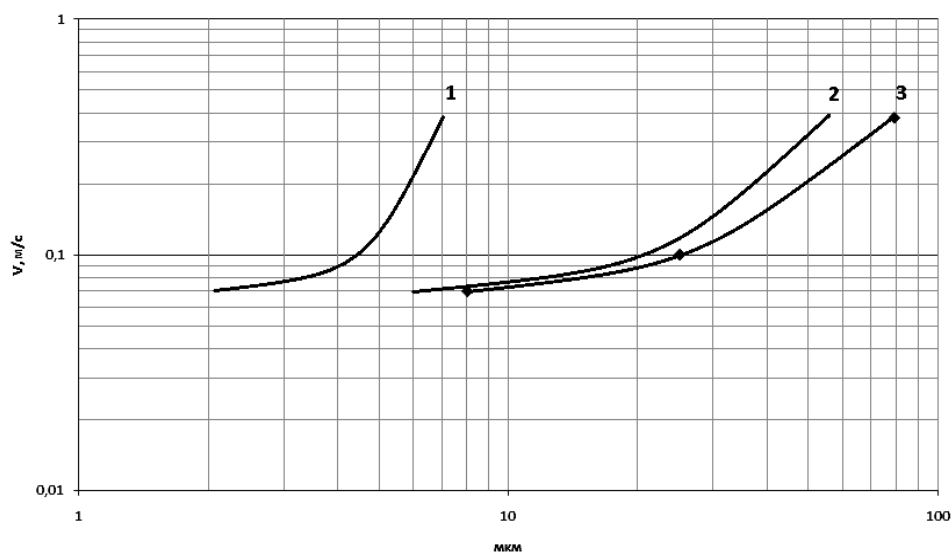


Рис. 3. Зависимость скорости оседания от эквивалентного диаметра частицы в логарифмической сетке: 1 — минимальные эквивалентные диаметры; 2 — медианные эквивалентные диаметры; 3 — максимальные эквивалентные диаметры; 4 — теоретическая кривая для частиц шарообразной формы

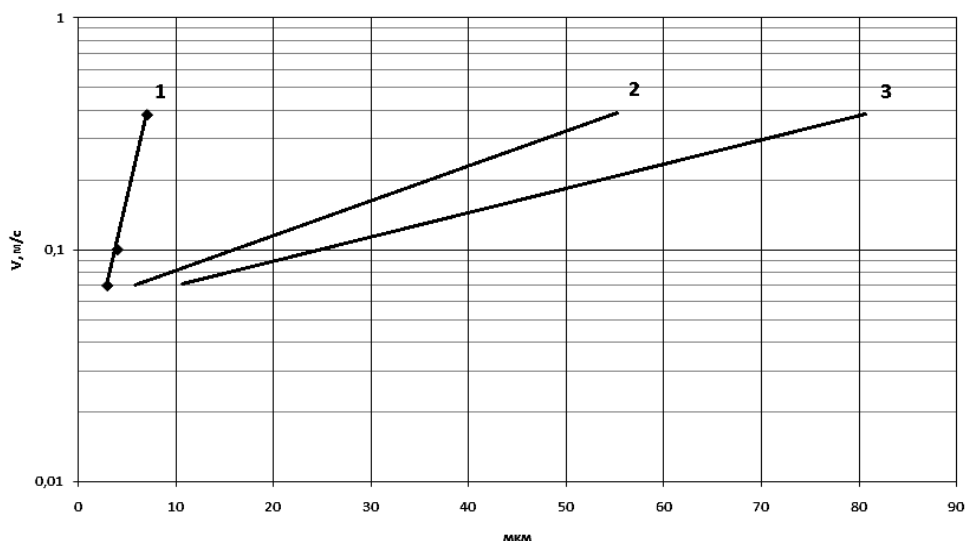


Рис. 4. Зависимость скорости оседания от эквивалентного диаметра частицы в полулогарифмической сетке: 1 — минимальные эквивалентные диаметры; 2 — медианные эквивалентные диаметры; 3 — максимальные эквивалентные диаметры

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коузов П. А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. 3-е изд., перераб. Л. : Химия, 1987.
2. Медников Е. П. Турбулентный перенос и осаждение аэрозолей. М. : Наука, 1981.
3. Азаров В. Н., Горбунова М. Е. Анализ дисперсного состава пыли в воздушной среде заводов ЖБИ // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды : материалы III Международной науч. конф., 14—17 сентября 2004 г., Волгоград / сост. В. Г. Диденко, А. Н. Гвоздков. Волгоград, 2005. С. 40—43.
4. Азаров В. Н., Сергина Н. М. Методика микроскопического анализа дисперсного состава пыли с применением ПК. Волгоград, 2002. 9 с. Деп. в ВИНТИ 15.07.2002. № 1333.
1. Kouzov P. A. Osnovy analiza dispersnogo sostava promyshlennykh pylei i izmelchennykh materialov. 3-e izd., pererab. L. : Khimiya, 1987.
2. Mednikov Ye. P. Turbulentny perenos i osazhdenie aerorozolei. M. : Nauka, 1981.
3. Azarov V. N., Gorbunova M. Ye. Analiz dispersnogo sostava pyli v vozdushnoy srede zavodov ZhBI // Kachestvo vnutrennego vozdukhа i okruzhayushei sredy : materialy III Mezhdunarodnoi nauch. konf., 14—17 sentyabrya 2004 g., Volgograd / sost. V. G. Didenko, A. N. Gvozdkov. Volgograd, 2005. S. 40—43.
4. Azarov V. N., Sergina N. M. Metodika mikroskopicheskogo analiza dispersnogo sostava pyli s primeneniem PK. Volgograd : VolgGASA, 2002. 9 s. Dep. v VINITI 15.07.2002. № 1333.

© Азаров В. Н., Бурлаченко О. В., Бурханова Р. А., Маринин Н. А., 2012

Поступила в редакцию
в марте 2012 г.

Ссылка для цитирования:

Об исследовании аэродинамических характеристик асбестоцементной пыли в выбросах в атмосферу / В. Н. Азаров, О. В. Бурлаченко, Р. А. Бурханова, Н. А. Маринин // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. Вып. 1(20).