

УДК 502.3:504.5:69.059

Магомадов И. З., Лаврентьева Л. М.

СНИЖЕНИЕ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ РАЗРУШЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Рассмотрена проблема пылевого загрязнения воздушной среды при демонтаже поврежденных и разрушенных зданий. Предложена методика оценки мощности пылевых выбросов. Определено количество пылевых выбросов при демонтаже различных типов поврежденных зданий.

К л ю ч е в ы е с л о в а: восстановительные работы, пылевые выбросы, демонтаж поврежденных зданий.

We consider the problem of dust contamination of the air environment when dismantling damaged and destroyed buildings. The technique of assessment of power of dust emissions is offered. The amount of dust emissions during removal of damaged buildings of various types is determined.

K e y w o r d s: restoration works, dust emissions, dismantling of damaged buildings.

Интенсивное восстановление населенных пунктов, проводимое в последнее десятилетие, сопряжено с необходимостью демонтажа необратимо поврежденных строительных конструкций и расчистки завалов, образованных при разрушении зданий. Данные работы неизбежно сопровождаются поступлением в окружающую среду значительного количества пылевых загрязнений, выделяющихся при разрушении, транспортировке и захоронении остатков строительных конструкций. В то же время для восстановления жилого фонда расчистка территории является первостепенной. При этом остро встает проблема пылевого загрязнения воздушной среды, а также размещения отходов на полигонах [1, 2].

Большая часть пылевых отходов представляет собой продукт измельчения цементного камня, который является основным материалом железобетонных конструкций, а также входит в состав швов и соединений. Кроме того, существенная доля приходится на известковую пыль, образующуюся при измельчении отделочных материалов (штукатурки, шпаклевки, текстолитовых перегородок и т. д.). Как показывает опыт, пылевые отходы данных материалов при соответствующем отборе и подготовке могут быть использованы в качестве наполнителей в дорожном строительстве и при производстве строительных материалов и конструкций, например стеновых панелей.

Проведенные исследования показали, что основные физико-химические свойства пылевых отходов практически не отличаются от свойств исходных материалов. Наблюдается лишь значительно меньшая адгезионная способность цементной и известковой пылей, взятых из измельченных образцов строительных конструкций.

Наиболее важной с точки зрения отвеивания и улавливания характеристик пылевых частиц является дисперсионный состав. Для определения дисперсионного состава пылей, поступающих в воздушную среду, использован метод микроскопии, результаты анализа приведены на рис. 1.

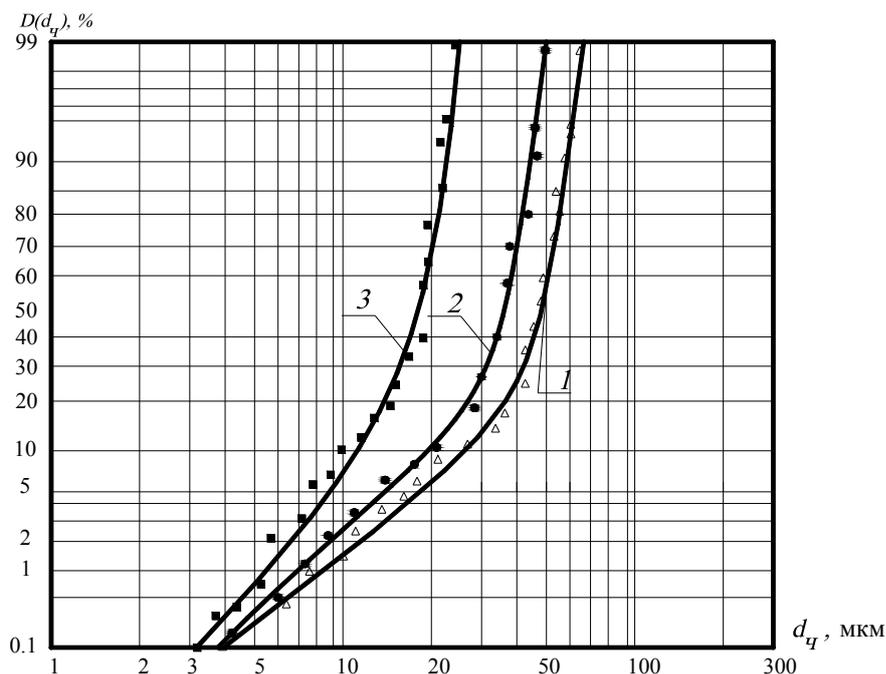


Рис. 1. Интегральные кривые распределения массы по диаметрам частиц $D(d_q)$ в вероятностно-логарифмической координатной сетке для пыли, выделяющейся в процессе демонтажа и разборки завалов панельно-сборных жилых зданий: 1 — пыль измельченного цементного камня железобетонных конструкций; 2 — пыль измельченного цементного камня соединительных швов; 3 — известковая пыль отделочных материалов

Как следует из данных, приведенных на рис. 1, пыль цементного камня существенно крупнее известковой (медианные диаметры соответственно $d_{50} = 45$ и $d_{50} = 18$). Данное обстоятельство позволяет существенно облегчить задачу разделения пылевых отходов, т. к., помимо существенных различий в истинной плотности (плотность цементной пыли $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$, известковой — $\rho = 1200 \text{ кг/м}^3$), наличие разницы в размерах пылевых частиц обеспечивает достаточные различия в траектории движения их в сепарационных устройствах инерционно-воздушного типа. Кроме того, пониженная адгезионная способность пылей, полученных из отвердевшего цемента и извести, также создает благоприятные условия для их разделения.

Для получения искомым данных проведены практические замеры пылеоседания и концентрации пыли в атмосферном воздухе в непосредственной близости от демонтируемых жилых зданий сборно-панельного типа, подвергшихся различной степени разрушения в ходе боевых действий.

Закономерность распространения пыли определялась на основании вероятностно-стохастического подхода уравнением Понтрягина — Богуславского [3]:

$$\frac{\partial P}{\partial \tau} = W_x \frac{\partial P}{\partial X} + W_y \frac{\partial P}{\partial Y} + W_z \frac{\partial P}{\partial Z} + 0,5 \sum_{i=1}^3 b_i \frac{\partial^2 P}{\partial X_i^2}, \quad (1)$$

где P — вероятность события.

Во многих исследованиях на основании этого уравнения описывается распространение пыли от одиночного источника. Однако, учитывая тот факт, что кварталы застраиваются, как правило, однотипными зданиями, степень разрушения которых примерно одинакова, и приостановка расчистки и демонтажа в исследовательских целях нерациональна, предложена следующая зависимость вероятности распространения пыли в одном из двух горизонтальных направлений [3, 4]:

$$\begin{aligned}
 P_{M_1+M_2} = & 1 - \operatorname{erf}(Y) + \\
 & + \frac{M_1}{M_1 + M_2} \left\{ \exp \left(- \left(\frac{XW_Z}{W_{XY}} - Z \right) \frac{\ln a_0}{(H-h)} + \frac{h \ln a_0}{(H-h)} \right) \operatorname{erf}(Y) \right\} + \\
 & + \frac{M_2}{M_1 + M_2} \left\{ \exp \left(- \left(\frac{(X - \Delta_l)W_Z}{W_{XY}} - Z \right) \frac{\ln a_0}{(H-h)} + \frac{h \ln a_0}{(H-h)} \right) \operatorname{erf}(Y) \right\}.
 \end{aligned} \quad (2)$$

Суммарная величина пылевыведений M_{mo} от нескольких источников, определяемая на основании экспериментальных исследований максимальной интенсивности пылеоседания G_{\max_i} , рассчитывалась по формуле

$$M_{mo} = \sum_{i=1}^n \frac{\pi\phi}{360} \frac{\bar{G}_{\max_i}}{x_i} \left[\frac{2}{a_i^3} + \left(\frac{x_i^2}{a_k} + \frac{2(x_k - \Delta_i)}{x_k^2} + \frac{2}{x_k^3} \right) \exp(-a_i x_i) \right], \quad (3)$$

где ϕ — угол сектора распространения пыли, рад.; \bar{G}_{\max_i} — максимальная плотность пылеоседания, кг/(м²·ч); a_i , a_k — опытные коэффициенты; x — расстояние до источника пыления; Δ_i — расстояние между i -м источником пыления и первым, м.

Исследования для нескольких источников проводились аналогично методике, разработанной Е. И. Богуславским и В. Н. Азаровым для одиночного источника. Схема размещения ловушек для нахождения интенсивности пылеоседания показана на рис. 2.

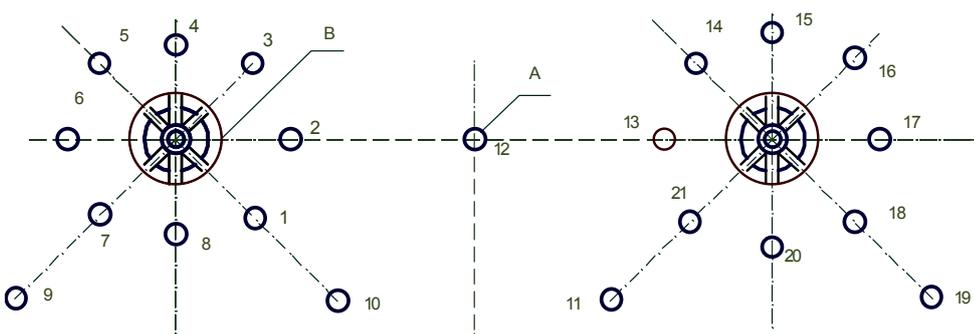


Рис. 2. Схема расположения тарелочек-ловушек

На основании проведенных исследований получены значения максимальной интенсивности пылеоседания G_{\max_i} , мощности пылевыведений и общего количества пыли.

В ходе исследований рассмотрены самые распространенные типы панельных жилых зданий — пяти- и девятиэтажные секционного типа, составляющие большинство в застройке микрорайонов современного российского города. При проведении исследований выделено три основных степени разрушения:

- 1 — разрушения средней тяжести — конструкции сохраняют устойчивость, но здание непригодно к восстановлению;
- 2 — сильные разрушения — конструкции частично обрушены;
- 3 — полное разрушение — здание обрушено полностью.

Полученные данные выражены в виде удельных показателей количества выделяющейся в атмосферный воздух пыли в пересчете на одну секцию здания.

Результаты исследований приведены в табл.

Количество пылевых отходов, поступающих в атмосферу при демонтаже поврежденных панельных зданий и разборе завалов

Степень повреждения	1	2	3
5-этажное здание, кг	1100...1200	1600...1800	700...900
9-этажное здание, кг	2200...2500	2400...2700	1600...1800

Следует отметить, что наибольшая часть пыли попадает в атмосферу не при демонтаже и разборе завала, а при погрузке сыпучих отходов для последующей транспортировки к месту захоронения либо использования. Аналогичная ситуация наблюдается и при разгрузке.

Для реализации поставленной задачи сокращения пыли при этих работах применен принцип воздушно-инерционной сепарации, позволяющей эффективно разделять сыпучие и дисперсные материалы в зависимости от заданных свойств. Для обеспечения экологической чистоты процесса сепарации для очистки воздуха, отходящего от сепарационной установки, применен пылеуловитель на встречных закрученных потоках ВЗП.

В целом итоги экспериментальных исследований позволяют сделать вывод о высокой эффективности предлагаемых технических решений ввиду высоких значений эффективности сепарации частиц заданных физических свойств, а также высокой степени улавливания частиц на выходе из установки.

На основании полученных в ходе исследования данных о пылевыделениях при сносе поврежденных панельных зданий разработаны рекомендации по оценке влияния на окружающую среду. Предлагаемая схема сепарационной установки опробована и успешно применяется для отделения цементной и известковой пыли заданной крупности для использования при производстве элементов строительных конструкций и заполнителей.

Выводы

1. Установлено, что в процессе демонтажа разрушенных панельных жилых зданий происходит существенное выделение пылевых загрязнений.

2. Пылевые отходы, выделяющиеся в процессе сноса поврежденных зданий и разбора завалов, могут быть эффективно использованы в строительстве и при производстве строительных материалов при условии отбора по физическим свойствам.

3. Проведены теоретические и экспериментальные исследования аэродинамических характеристик пыли, выделяющейся из технологического оборудования, и на их основе разработана расчетная модель распространения пыли в рабочих зонах и зонах движения воздушных потоков.

4. Разработана и испытана сепарационная установка, позволяющая отбирать пылевые частицы, обладающие заданными физическими свойствами, с целью повторного использования.

5. Разработаны и приняты к использованию рекомендации по оценке величины пылевыделения при сносе типовых панельных зданий, получивших повреждения в ходе боевых действий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Защита населений и территорий при чрезвычайных ситуациях / В. В. Денисов, В. В. Гутенев, И. А. Денисов, В. А. Грачев. М., 2007. 720 с.

2. *Azarov V. N.* Методика определения интенсивности пылевыделений от технологического оборудования. Волгоград, 2002. 8 с. : ил. Деп. в ВИНТИ 15.07.2002. № 1332.

3. *Azarov V. N.* Комплексная оценка пылевой обстановки и разработка мер по снижению запыленности воздушной среды промышленных предприятий : дис... д-ра техн. наук. Ростов н/Д, 2004.

1. Zashchita naselenii i territorii pri chrezvychainykh situatsiyakh / V. V. Denisov, V. V. Gutenev, I. A. Denisov, V. A. Grachev. M., 2007. 720 s.

2. *Azarov V. N.* Metodika opredeleniya intensivnosti pylevydelenii ot tekhnologicheskogo oborudovaniya. Volgograd, 2002. 8 s. : il. Dep. v VINITI 15.07.2002. № 1332.

3. *Azarov V. N.* Kompleksnaya otsenka pylevoi obstanovki i razrabotka mer po snizheniyu zapylennosti vozduшной sredy promyshlennykh predpriyatii : dis... d-ra tekhn. nauk. Rostov n/D, 2004.

© Магомадов И. З., Лаврентьева Л. М., 2014

Поступила в редакцию
в мае 2014 г.

Ссылка для цитирования:

Магомадов И. З., Лаврентьева Л. М. Снижение пылевого загрязнения воздушной среды при производстве работ по восстановлению разрушенных зданий и сооружений городского хозяйства // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2014. Вып. 3(34). Ст. 10. Режим доступа: <http://www.vestnik.vgasu.ru/>

For citation:

Magomadov I. Z., Lavrent'eva L. M. [Decrease of dust air pollution when restoring destroyed buildings and urban structures]. *Internet-Vestnik VolgGASU*, 2014, no. 3(34), paper 10. (In Russ.). Available at: <http://www.vestnik.vgasu.ru/>