УДК 628.511.1:693

***Е. А. Калюжина, Г. В. Несветаев, В. Н. Азаров***

# ИССЛЕДОВАНИЯ ЗНАЧЕНИЙ $PM_{10}$ И $PM_{2,5}$ В ВЫБРОСАХ В АТМОСФЕРУ И РАБОЧУЮ ЗОНУ ПРИ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ

Проведен анализ расчета пылевой нагрузки на органы дыхания рабочих и запыленности воздуха при ремонтно-строительных работах.

К л ю ч е в ы е  с л о в а : мелкодисперсная пыль, расчет пылевой нагрузки при ремонтно-строительных работах, анализ дисперсного состава пыли.

The analysis of the calculation of the dust load on the respiratory system of workers and dusty air in construction and repair works on the presence of fine dust.

K e y  w o r d s : fine dust, the dust load in the calculation of repair and construction works, the analysis of the dispersion of dust.

Производство строительных материалов и конструкций, а также ремонтно-строительные [штробление стен и потолков, отделочные (штукатурные, малярные, облицовочные, стекольные)] работы сопровождаются выделением пыли, в результате чего в воздушной среде наблюдается повышенная запыленность, отрицательно влияющая как на здоровье людей, так и на состояние атмосферного воздуха [1].

Наибольшую опасность для человека представляют частицы пыли размером до 5 мкм. Они легко проникают в легкие и там оседают, вызывая разрастание соединительной ткани, которая не способна передавать кислород из вдыхаемого воздуха гемоглобину крови и выделять углекислый газ.

Вредное действие пыли не ограничивается влиянием на здоровье человека. Запыленность атмосферы оказывает сложное влияние на климат. Было установлено, что часть выбрасываемой пыли (около 10 %) не выпадает из атмосферы, а воздушными течениями выносится в заоблачное пространство. Пыль, вынесенная выше облаков, не очищается осадками и способствует замутнению атмосферы. Она создает как бы экран солнечного света и изменяет отражательную способность Земли. Загрязнение атмосферы городов аэрозолями и газами приводит к резкому уменьшению солнечной радиации. Ультрафиолетовая радиация уменьшается до 30 %, а видимая составляющая солнечной радиации — более чем на 50 %. При этом снижается видимость, увеличиваются повторяемость туманов, количество осадков и облачность, изменяется циркуляция воздушных потоков [2].

Согласно [3], показателем оценки степени воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД) на органы дыхания работающих является пылевая нагрузка за весь период реального или предполагаемого контакта с фактором. В случае превышения среднесменной ПДК фиброгенной пыли рассчитывается пылевая нагрузка.

*Пылевая нагрузка* (ПН) на органы дыхания работающего — это реальная или прогностическая величина суммарной экспозиционной дозы пыли, которую рабочий вдыхает за весь период фактического или предполагаемого профессионального контакта с фактором.

ПН на органы дыхания рабочего рассчитывается исходя из фактических среднесменных концентраций АПФД в воздухе рабочей зоны, объема легочной вентиляции (зависящего от тяжести труда) и продолжительности контакта с пылью:

$$\text{ПН} = K \cdot N \cdot T \cdot Q, \quad (1)$$

где $K$ — фактическая среднесменная концентрация пыли в зоне дыхания работника, мг/м$^3$; $N$ — число рабочих смен в календарном году; $T$ — количество лет контакта с АПФД; $Q$ — объем легочной вентиляции за смену, м$^3$.

Согласно [4], рекомендуется использование следующих усредненных величин объемов легочной вентиляции, которые зависят от уровня энерготрат и, соответственно, категорий работ:

для работ категории Iа—Iб объем легочной вентиляции за смену равен 4 м$^3$;

для работ категории Iа—IIб — 7 м$^3$;

для работ категории III — 10 м$^3$.

Полученные значения фактической ПН сравнивают с величиной контрольной пылевой нагрузки, значение которой рассчитывают в зависимости от фактического или предполагаемого стажа работы, предельно допустимой концентрации (ПДК) пыли и категории работ.

*Контрольный уровень пылевой нагрузки* (КПН) — это пылевая нагрузка, сформировавшаяся при условии соблюдения среднесменной ПДК пыли в течение всего периода профессионального контакта с фактором:

$$\text{КПН} = \text{ПДК} \cdot N \cdot T \cdot Q, \quad (2)$$

где ПДК — среднесменная предельно допустимая концентрация пыли в зоне дыхания работника, мг/м$^3$; $N$ — число рабочих смен в календарном году; $T$ — количество лет контакта с АПФД; $Q$ — объем легочной вентиляции за смену, м$^3$.

Другой важной характеристикой пылевого загрязнения воздушной среды является степень дисперсности, или размеры пылевых частиц, так как с этим связана длительность пребывания их в воздухе.

Количество и дисперсный состав пыли, образующейся при ремонтных работах, зависят от следующих факторов:

1) высоты падения материала;

2) расхода материала и периметра его потока в месте удара о поверхность;

3) плотности, влажности и механической прочности частиц материала [5].

Известно, что микроскопические частицы размером от 200 до 0,1 мкм подчиняются закону тяготения, но вследствие относительно большой поверхности на единицу массы они испытывают большое сопротивление воздуха и поэтому не оседают с возрастающим ускорением по закону Ньютона, а оседают с постоянной скоростью по закону Стокса.

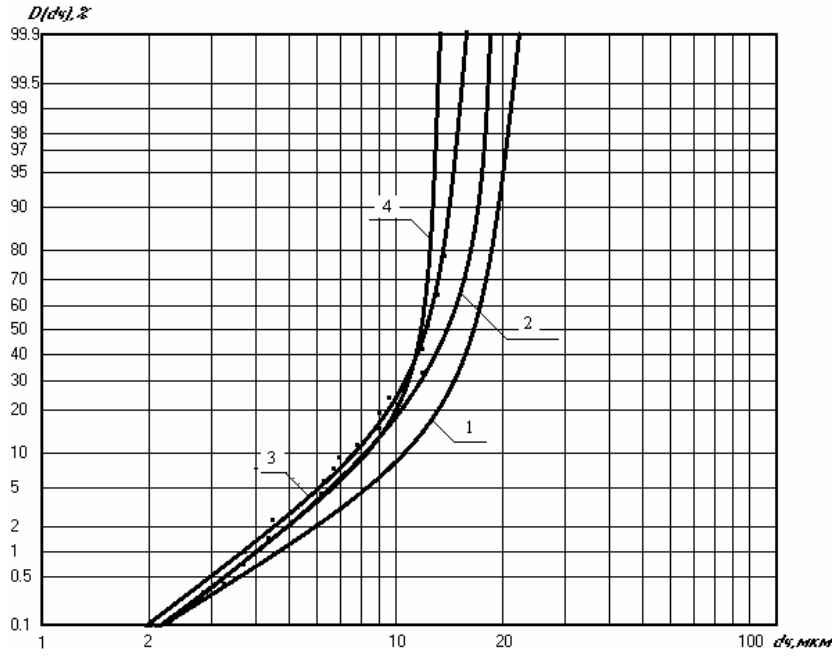
Сопротивление воздуха при движении в нем частицы изменяется в зависимости от ее размеров и формы, скорости ее оседания и подвижности воздуха. Так, на примере кварцевой пыли, которая присутствует во многих строительных материалах, можно рассмотреть скорость падения кварцевой частицы в неподвижном воздухе в зависимости от размеров (табл.).

*Скорость оседания кварцевой частицы в неподвижном воздухе (рассчитана по формуле Стокса)*

| Диаметр пылевой частицы, мкм | Скорость падения | |
|---|---|---|
| | в секунду, мм | в час |
| 10 | 7,73 | 27,828 м |
| 5 | 1,93 | 6,948 м |
| 3 | 0,696 | 2,5056 м |
| 2 | 0,309 | 1,112 м |
| 1 | 0,0773 | 27,828 см |
| 0,5 | 0,0306 | 11,016 см |
| 0,3 | 0,01377 | 4,557 см |
| 0,2 | 0,00762 | 2,743 см |
| 0,1 | 0,00304 | 1,0944 см |

Как видно из табл., в неподвижном воздухе кварцевые частицы диаметром 10 мкм оседают медленно, а частицы менее 0,1 мкм практически не оседают и находятся в постоянном броуновском движении. Поэтому наиболее опасной является пыль с диаметром 10 и 2,5 мкм, так как чем меньше размер пылевых частицы, тем дольше они задерживаются взвешенными в воздухе [5].

На примере ремонтно-строительных работ в ВолгГАСУ были проведены исследования по определению дисперсного состава пыли на наличие частиц $PM_{10}$ и $PM_{2,5}$. При этом был произведет отбор проб воздуха согласно РД 52.04.186—89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы». Продолжительность отбора проб воздуха для определения разовых концентраций 20 мин в соответствии ГОСТ 17.2.3.02—78.




Интегральные кривые распределения массы частиц по диаметрам уловленной пыли в вероятностно-логарифмической сетке, отобранной в воздухе при ремонтно-строительных работах: *1* — при оштукатуривании стен; *2* — при сбивании наружной плитки; *3* — при отделочных работах окон; *4* — при штроблении кирпичной стены

Отбор проб воздуха осуществлялся через поглотительный прибор аспирационным способом путем пропускания воздуха с определенной скоростью [6].

Результаты исследований представлены на рис. интегральными кривыми при ремонтно-строительных работах: *1* — при оштукатуривании стен: частицы $PM_{10}$ составляют 9 % от общей массы частиц, а $PM_{2,5}$ — 0,2 % от общей массы частиц; *2* — при сбивании наружной плитки: частицы $PM_{10}$ составляют 20 % от общей массы частиц, а $PM_{2,5}$ — 0,3 % от общей массы частиц; *3* — при отделочных работах окон: частицы $PM_{10}$ составляют 22 % от общей массы частиц, а $PM_{2,5}$ — 0,4 % от общей массы частиц; *4* — при штроблении кирпичной стены: $PM_{10}$ составляют 21 % от общей массы частиц, а $PM_{2,5}$ — 0,3 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что при ремонтно-строительных работах образуются частицы пыли $PM_{10}$ и $PM_{2,5}$, что способствует негативному воздействию на здоровье и трудоспособность рабочих.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Пирумов А. И.* Обеспыливание воздуха. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Стройиздат, 1981. 296 с.

2. *Бобровников Н. А.* Охрана воздушной среды от пыли на предприятиях строительной индустрии. М. : Стройиздат, 1981. 99 с.

3. Руководство Р 2.2.755—99. Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса.

4. СанПиН 2.2.4.548—96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

5. *Навроцкий В. К.* Гигиена труда. М. : Медицина, 1967. 476 с.

6. *Азаров В. Н., Юркъян В. Ю., Сергина Н. М.* Методика микроскопического анализа дисперсного состава пыли с применением персонального компьютера (ПК) // Законодательная и прикладная метрология. 2004. № 1. С. 46—48.

1. *Pirumov A. I.* Obespylivanie vozdukha. 2-e izd., pererab. i dop. M. : Stroyizdat, 1981. 296 s.

2. *Bobrovnikov N. A.* Okhrana vozdushnoy sredy ot pyli na predpriyatiyakh stroitelnoy industrii. M. : Stroyizdat, 1981. 99 s.

3. Rukovodstvo R 2.2.755—99. Gigienicheskie kriterii otsenki i klassifikatsiya uslovi truda po pokazatelyam vrednosti i opasnosti faktorov proizvodstvennoi sredy, tyazhesti i napryazhennosti trudovogo protsessa.

4. SanPiN 2.2.4.548—96. Gigienicheskie trebovaniya k mikroklimatu proizvodstvennykh pomeshcheni.

5. *Navrotski V. K.* Gigiena truda. M. : Meditsina, 1967. 476 s.

6. *Azarov V. N., Yurkyan V. Yu., Sergina N. M.* Metodika mikroskopicheskogo analiza dispersnogo sostava pyli s primeneniem personalnogo kompyutera (PK) // Zakonodatelnaya i prikladnaya metrologiya. 2004. № 1. S. 46—48.

*© Калюжина Е. А., Несветаев Г. В., Азаров В. Н., 2012*

*Поступила в редакцию*
*в феврале 2012 г.*

*Ссылка для цитирования:*

*Калюжина Е. А., Несветаев Г. В., Азаров В. Н.* Исследования значений $PM_{10}$ и $PM_{2,5}$ в выбросах в атмосферу и рабочую зону при ремонтно-строительных работах // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. Вып. 1(20).