

О загрязнении атмосферы мелкодисперсной пылью и, о ее влиянии на здоровье человека

А.Г. Гасайниева, М.Г. Гасайниева

*Институт Архитектуры и Строительства Волгоградский государственный
технический университет*

Аннотация: Представлены данные о воздействии загрязнения воздуха на здоровье человека и окружающую среду. Оценена возможность и предоставлены методы сокращения выбросов в атмосферу взвешенных частиц РМ 2,5 и РМ10.

Ключевые слова: мелкодисперсная пыль, РМ 2,5 и РМ10, загрязнение атмосферного воздуха, здоровья населения, мониторинг, качество воздуха, показатель качества, изменение климата, респираторный симптом.

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из важнейших эколого-гигиенических проблем для большинства городов. Уровень загрязнения воздушной среды определяются изменениями выбросов промышленных предприятий, транспортной инфраструктуры, а также индивидуальными метеорологическими условиями, уникальными для каждого города. Данные критерии также обладают значительной временной изменчивостью. Одним из существенных показателей качества атмосферного воздуха в городской среде, является содержание в нем взвешенных веществ. Известно, что размер частиц – это важный фактор их воздействия на здоровье, наряду с химическим составом и формой [1,2]. Наибольшее внимание необходимо уделять концентрации мелкодисперсной пыли, с размерами частиц меньше 2,5 мкм (РМ 2,5) и 10 мкм.

По степени своего вредного воздействия РМ 2,5 и РМ10, согласно документам Всемирной организации здравоохранения, являются одним из наиболее значимых факторов влияния загрязнения воздуха на здоровье населения [3]. В настоящее время контроль, за содержанием мелкодисперсных частиц ведется как в Европе, так и некоторых городах России [4-6].

На сегодняшний день на территории Российской Федерации правильная оценка осведомленности населения к мелкодисперсной пыли затруднена, что связано с недостаточностью актуальных данных о дисперсном составе пылевых выбросов промышленных предприятий. Данные, которые имеются на данный момент, не полностью соответствуют современному уровню развития технологических процессов и применяемого сырья [7]. Положение Приказа Минприроды РФ №579 от 31.12.2010 г. «О порядке установления источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, подлежащих государственному учету и нормированию, и о Перечне вредных веществ, подлежащих государственному учету и нормированию», в котором утвержден регламент нормирования выбросов пыли с учетом дисперсности, осуществляется крайне слабо.

Как пример, если промышленное предприятие не включило данные о дисперсном составе пылевых выбросов в ведомости инвентаризации источников выделения и выбросов. И соответственно, при разработке нормативов предельно допустимых выбросов и проектировании санитарно-защитных зон мелкодисперсная пыль не рассматривалась. Сложившаяся ситуация не позволяет выполнить правильную гигиеническую оценку вероятного воздействия загрязнения атмосферного воздуха в зонах влияния стационарных источников, выбросов твердых частиц промышленных предприятий [8-10].

Влияние на здоровье человека PM_{10} и $PM_{2,5}$ обусловлено содержанием респираторных частиц, которые имеют настолько малый диаметр, что могут проникать в торакальный отдел дыхательной системы. Это влияние респираторных PM частиц, обусловлено как кратковременной (в течение часов или дней), так и долговременной (в течение месяцев или лет) экспозицией и включает:

- респираторную и сердечно - сосудистую заболеваемость, например, респираторных симптомов, обострение астмы и рост числа случаев госпитализации;
- смертность от сердечно – сосудистых и респираторных заболеваний и от рака легкого.

В соответствии имеющимся оценкам, в глобальном масштабе на счет воздействия РМ относят приблизительно 3% случаев смерти от кардиопульмонарной патологии и 5% случаев смерти от рака легкого. В Европейском регионе ВОЗ (всемирная организация здравоохранения) эта доля в разных субрегионах составляет, соответственно, от 1% до 3% и от 2% до 5% [11-13]. Исходя, из результатов исследования становится ясным, что тяжесть болезней, которая обусловлена загрязнением атмосферного воздуха, может быть еще выше.

Также имеются данные, которые подтверждают, что снижение уровней загрязнения воздуха в результате непрерывных и долгосрочных мер положительно воздействует на здоровье населения, причем улучшения в состоянии здоровья населения наблюдаются вскоре (в течение нескольких лет) после того, как снижен уровень загрязнения. Была выполнена оценка нескольких успешных мер и исследований, целью которых была оценка конкретных результатов принимаемых мер (так называемых «исследований в порядке отчетности») [14].

Далее приведены примеры, снижения концентрации в атмосферном воздухе мелкодисперсной пыли, а также положительное воздействия на здоровье человека.

За время исследования общая экспозиция к содержащимся в атмосферном воздухе РМ₁₀, рассчитываемая в месте проживания каждого обследуемого, в среднем уменьшилась на 6,2 мкг/м³, и диапазон ее значений 2002 г. находился в пределах от примерно 5 мкг/м³ до 35 мкг/м³ в

зависимости от конкретной коммуны. Снижение концентрации мелкодисперсной пыли, связано с уменьшением количества ежегодных, возрастных ухудшений различных показателей функционирования легочной системы. Со снижением концентраций PM10 также связано уменьшение числа таких зарегистрированных респираторных симптомов, как хронический кашель, регулярный кашель, или выделение мокроты, а также свистящее дыхание и одышка [15, 16].

В ходе другого исследования, «Швейцарского исследования аллергии и респираторных симптомов в детском возрасте в связи с загрязнением воздуха, климатическими явлениями и содержанием пыльцы в воздухе» в период с 1992 по 2001 г., осуществляется наблюдение детей в девяти общинах Швейцарии. Снижение местных концентраций PM10 привело к снижению распространенности различных респираторных симптомов, таких как хронический кашель, простуда, бронхит, ночной сухой кашель и симптомы конъюнктивита [17]. Результаты, которые получены в ходе исследования, указывают на то, что как незначительные, так и радикальные меры по улучшению качества атмосферного воздуха оказывают положительное воздействие на функционирование дыхательной системы и здоровье у детей и взрослых.

В конечном итоге, такие примеры успешных исследований показывают, что снижение уровней загрязнения воздуха взвешенными частицами может привести к значительному снижению показателей общей смертности и смертности от респираторных и сердечно – сосудистых заболеваний. Практически при любом снижении уровней загрязнения воздуха, можно рассчитывать на благоприятные последствия и на индивидуальном уровне, и на уровне населения в целом. Причем это дает основание полагать, что дальнейшие крупномасштабные, программные меры, направленные на

снижение загрязнения воздуха мелкодисперсными частицами, будут оказывать постоянное благоприятное воздействие на общественное здоровье.

Пользуясь современными технологиями, загрязнение воздуха взвешенными частицами в странах ВЕКЦА (страны Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии) можно снизить не весьма значимую величину – до 80% [18]. Снижение концентрации в атмосферном воздухе загрязняющих веществ в целом и, в частности РМ, требует согласованных усилий государственных структур, промышленности, общественности и активистов на национальном, региональном и даже международном уровне. Наибольшей властью в обеспечении качества воздуха наделены государственные органы. К государственным органам, которые ответственны за предотвращение загрязнения атмосферного воздуха, относятся органы со сферой деятельности в области охраны окружающей среды, здравоохранения, транспорта, планирования землепользования, жилищно-коммунального хозяйства и энергетики.

Способы, которые направлены на снижение загрязнения воздуха взвешенными частицами, кроме улучшения здоровья, приводят также и к другим позитивным эффектам. Например, снижение выбросов черного углерода в результате стратегических мер по сокращению источников сжигания одновременно будет приводить к сдерживанию наступления глобального потепления [19].

В конце концов, комплексные стратегии в городском и транспортном планировании могут подтолкнуть к использованию экологически чистых способов передвижения и содействовать ходьбе пешком, езде на велосипеде и более широкому пользованию общественным транспортом. В итоге это приведет к изменениям в поведении на индивидуальном уровне. Такие стратегии благоприятно влияют на снижение загрязнения воздуха и попутно

содействуют повышению уровня физической активности и в целом приносят большую пользу для здоровья населения.

Поскольку негативное воздействие загрязнения воздуха на здоровье велико даже при относительно небольших концентрациях, для сведения рисков для здоровья к нулю необходимо разработать эффективно действующую систему обеспечения качества воздуха, целью, которой будет достижение уровней, рекомендуемых в РКВ ВОЗ.

Во многих странах необходимо улучшить наблюдение PM₁₀ и PM_{2,5} для того, чтобы оценить экспозицию населения и помочь местным органам власти разработать и принять способы улучшения качества воздуха.

Следует также оценивать и последствия бездействия с точки зрения здоровья населения и экономических издержек.

Способы, позволяющие понизить воздействие загрязнения воздуха на здоровье населения, включают нормативно – структурные изменения (например, снижение потребления энергии, особенно энергии, вырабатываемой путем сжигания топлива, изменение способов передвижения, планирование землепользования), законодательное регулирование (более жесткие нормативы качества воздуха, предельно допустимые выбросы на различных источниках), а также изменения в поведении на индивидуальном уровне, которые выражаются, например, в использовании экологически чистых способов передвижения или бытовых источников энергии.

Значительный потенциал для достижения прогресса одновременно по нескольким направлениям заключен в суммарном действии стратегий обеспечения качества воздуха и изменения климата. Соответственно, значимость PM подтверждается как показателя здоровья и показателей при оценке выбросов черного углерода, как причины, способствующей изменению климата.

Литература

1. Correia A.W. et al. Effect of Air Pollution Control on Life Expectancy in the United States: An Analysis of 545 U.S. Counties for the Period from 2000 to 2007 / Correia, Andrew W.; Pope, C. Arden III; Dockery, Douglas W.; Wang, Yuna; Ezzati, Majidd; Dominici, Francesca // *Epidemiology*. – 2013. – Vol. 24. – Iss. 1. – pp. 23–31. doi:0.1097/EDE.0b013e3182770237.
 2. Jedrychowski W.A. et al. Intrauterine exposure to fine particulate matter as a risk factor for increased susceptibility to acute bronchopulmonary infections in early childhood / Wiesław A. Jedrychowski, Frederica P. Perera, John D. Spengler, Elzbieta Mroz, Laura Stigter, Elzbieta Flak, Renata Majewska, Maria Klimaszewska-Rembiasz, Ryszard Jacek // *J. Hyg. Environ Health*. – 2013. pp. 15-20.
 3. Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2006. URL: euro.who.int/document/e88189.pdf, accessed 28 October 2012. pp. 31-34.
 4. Азаров В.Н., Кошкарев С.А., Николенко М.А. К определению фактических размеров частиц пыли выбросов стройиндустрии и строительства // *Инженерный вестник Дона*, 2015, №1 ч. 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2858.
 5. Боровлев А.Э., Кунгурцев С.А. и др. Загрязнение атмосферного воздуха города Белгорода частицами пыли малых размеров // *Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета*, 2013, №1. с. 25.
 6. Аликина Е.Н., Теплоухова Н.В., Уланов А.В. Определение фракционного состава и количественного содержания
-

мелкодисперсных частиц в выхлопах дизельных автомобилей. // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: мат-лы Всеросс. научно-прак. конф. молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора: в 2 т. под общ. ред. академии РАМН Г. Г. Онищенко, акад. РАМН Н. В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2012. Т. 1. с. 405.

7. Вепринцев В.В., Ярушин С.В. Опыт оценки уровней загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными фракциями пыли р_т 2,5 и р_т 10 при обосновании размера санитарно – защитной зоны предприятия черной металлургии // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: мат-лы Всеросс. научно-прак. конф. молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора: в 2 т. под общ. ред. акад. РАМН Г. Г. Онищенко, акад. РАМН Н. В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2012. Т. 1. с. 405.

8. Henschel S. et al. Air pollution interventions and their impact on public health. International Journal of Public Health, 2012, 57(5): pp. 757–768.

9. Сергина Н.М., Боровков Д.П., Семенова Е.А. Совершенствование методов очистки воздуха рабочей зоны от пыли известкового щебня, выделяющейся при разгрузке железнодорожных вагонов // Инженерный вестник Дона, 2012, №4, Ч.2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1471

10. Николенко Д. А., Соловьева Т. В. Анализ опыта мониторинга загрязнения мелкодисперсной пылью придорожных территорий в странах ЕС и России // Инженерный вестник Дона, 2015, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3186

11. Азаров В.Н., Барикаева Н.С., Николенко Д.А., Соловьева Т.В. Об исследовании загрязнения воздушной среды мелкодисперсной

пылью с использованием аппарата случайных функций // Инженерный вестник Дона, 2015, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3350.

12. Скрыбина Л.Я. Атлас промышленных пылей. Ч. 1. Летучая зола тепловых электростанций. – 48 с.; Ч. 2. Пыли предприятий металлургии, машиностроения и строительной промышленности. – 37 с.; Ч. 3. Пыли предприятий химической и пищевой промышленности. – М.: Цинтихимнефтемаш, 1980–1982.

13. Cohen AJ et al. Urban air pollution. In: Ezzati M et al., eds. Comparative quantification of health risks. Global and regional burden of disease attributable to selected major factors. Geneva, World Health Organization, 2004, 2(17): pp. 1354–1433(URL:who.int/healthinfo/global_burden_disease/cra/en/index.html, accessed 28 October 2012).

14. Van Erp A.M. et al. Progress in research to assess the effectiveness of air quality interventions towards improving public health. *Air Quality and Atmospheric Health*, 2012, 5: pp. 217–230.

15. Downs S.H. et al. Reduced exposure to PM10 and attenuated age-related decline in lung function. *The New England Journal of Medicine*, 2007, 357: pp. 2338–2347.

16. Schindler C. et al. Improvements in PM10 exposure and reduced rates of respiratory symptoms in a cohort of Swiss adults (SAPALDIA). *American Journal for Respiratory and Critical Care Medicine*, 2009, 179: pp. 1–9.

17. Bayer-Oglesby L. et al. Decline of ambient air pollution levels and improved respiratory health in Swiss children. *Environmental Health Perspectives*, 2005, 113: pp.1632–1637.

18. Wilson R. and Spengler J. Particles in Our Air: Concentrations and Health Effects. – Cambridge, MA: Distributed by Harvard University Press, 1996. pp. 8-13.

19. Schindell D. et al. Simultaneously mitigating near-term climate change and improving human health and food security. *Science*, 2012, 335(6065): pp. 183–189.

References

1. Correia, Andrew W.; Pope, C. Arden III; Dockery, Douglas W.; Wang, Yuna; Ezzati, Majidd; Dominici, Francesca. *Epidemiology*. 2013. Vol. 24. Iss. 1. pp. 23–31. doi:0.1097/EDE.0b013e3182770237.

2. Wiesław A. Jedrychowski, Frederica P. Perera, John D. Spengler, Elzbieta Mroz, Laura Stigter, Elzbieta Flak, Renata Majewska, Maria Klimaszewska-Rembiasz, Ryszard Jacek. *J. Hyg. Environ Health*. 2013. pp. 15-20.

3. Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2006 (URL: euro.who.int/document/e88189.pdf, accessed 28 October 2012) pp. 31-34.

4. Azarov V.N., Koshkarev S.A., Nikolenko M.A. *Inženernyj vestnik Dona (Rus)*, 2015, №1 p. 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2858.

5. Borovlev, A. E., Kungurtsev S. A. i dr. *Uchenye zapiski. Elektronnyy nauchnyy zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2013, №1, p. 25.

6. Alikina E. N., Teploukhova N. V., Ulanov A. V. *Fundamental'nye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'yu naseleniya: mat-ly Vseross. nauchno-prak. konf. molodykh uchenykh i spetsialistov Rospotrebnadzora: v 2 t. pod obshch. red. akademii RAMN G. G. Onishchenko, akad. RAMN N. V. Zaytsevoy. Perm': Knizhnyy format*, 2012. T. 1. p. 405.

7. Veprintsev V.V., Yarushin S.V. *Fundamental'nye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'yu naseleniya: mat-ly Vseross. nauchno-prak. konf. molodykh*

uchenykh i spetsialistov Rospotrebnadzora: v. 2 t. pod obshch. red. akademii RAMN G. G. Onishchenko, akad. RAMN N. V. Zaytsevoy. Perm': Knizhnyy format, 2012. T. 1. p. 405.

8. Henschel S. et al. International Journal of Public Health, 2012, 57(5): pp. 757–768.

9. Sergina N.M., Borovkov D.P., Semenova E.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4, (Part 2). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1471

10. Nikolenko D. A., Solov'eva T. V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3186.

11. Azarov V.N., Barikayeva N.S., Nikolenko D.A., Soloviev T.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3350.

12. Skryabina L.Ya. Atlas promyshlennykh pyley. Ch. 1. Letuchaya zola teplovykh elektrostantsiy [Atlas of industrial dust. Part 1. Fly ash of thermal power plants]. p. 48.; Ch. 2. Pyli predpriyatiy metallurgii, mashinostroeniya i stroitel'noy promyshlennosti. [Dusts of the enterprises of metallurgy, mechanical engineering and building industry], p. 37; Ch. 3. Pyli predpriyatiy khimicheskoy i pishchevoy promyshlennosti. [Dusts of chemical and food industry enterprises]. M.: Tsintikhimneftemash, 1980–1982.

13. Cohen A.J. et al. Urban air pollution. In: Ezzati M et al., eds. Comparative quantification of health risks. Global and regional burden of disease attributable to selected major factors. Geneva, World Health Organization, 2004, 2(17): pp. 1354–1433 (URL: who.int/healthinfo/global_burden_disease/cra/en/index.html, accessed 28 October 2012).

14. Van Erp A.M. et al. Air Quality and Atmospheric Health, 2012, 5: pp. 217–230.

15. Downs S.H. et al. The New England Journal of Medicine, 2007, 357: pp. 2338–2347.



16. Schindler C. et al. American Journal for Respiratory and Critical Care Medicine, 2009, 179: pp. 1–9.
17. Bayer-Oglesby L. et al. Environmental Health Perspectives, 2005, 113: pp. 1632–1637.
18. Wilson R. and Spengler J. Particles in Our Air: Concentrations and Health Effects. Cambridge, MA: Distributed by Harvard University Press, 1996, pp. 8-13.
19. Schindell D. et al. Simultaneously mitigating near-term climate change and improving human health and food security. Science, 2012, 335(6065): pp. 183–189.