

## Исследования запылённости в жилой зоне, расположенной вблизи промышленных предприятий частицами PM10 и PM2,5

*А.Б. Стреляева, Л.М. Лаврентьева, В.В. Лупиногин, И.А. Гвоздков*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»*

**Аннотация:** Загрязнение воздуха в жилых районах вблизи промышленных предприятий это одна из самых значимых проблем современной экологии. Образующаяся пыль это один из важных факторов при оценке неблагоприятного воздействия на окружающую среду. Исследования показывают, что наибольшей опасностью для человеческого организма является частицы размером до 10 мкм. При проведении анализа дисперсного состава пыли на территории жилой и производственных зон, можно оценить процент частиц PM10 и PM2.5 от общего количества, что необходимо для результативного контроля воздействия пыли на здоровье человека. В статье приведен сравнительный анализ результатов исследований дисперсионного состава и концентрации пыли в воздухе промышленной зоны и городской среды.

**Ключевые слова:** источники загрязнения, атмосферный воздух, дисперсный анализ, PM10, PM2,5, пыль, микроскопический метод, лазерный метод, концентрация, санитарно-защитная зона.

Здоровье людей зависит от состояния окружающей среды, и немаловажным критерием для ее оценки, является близость промышленных предприятий [1]. Это связано с тем, что большое количество технологических процессов на предприятиях являются источниками поступления вредных веществ, в том числе и пыли в атмосферный воздух.

Стоит отметить, что несмотря на изученность влияния мелкодисперсных пылевых частиц на человеческий организм во время работы во вредных условиях, воздействие пылевого загрязнения на состояние здоровья жителей, проживающего вблизи промышленных зон изучено довольно мало. И в связи с этим важным является изучение фракционного и дисперсного состава пыли в воздухе жилой зоны расположенной в непосредственной близости от промышленных предприятий.

Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) для ряда стран, включая Россию, введено нормирование содержания в воздухе частиц мелкодисперстной пыли, чьи размеры не превышают 2,5 мкм (или) 10 мкм. Это связано с тем, что частицы PM10 и PM2,5 при вдыхании оказывают воздействие на верхние дыхательные пути и легкие, вызывая изменение состояния тканей легких и респираторные заболевания [1, 2].

В основном исследования поддерживают гипотезу о том, что мелкая фракция частиц более важна для оценки токсичности, чем крупная фракция. Однако крупные фракции могут играть существенную роль в развитии болезней сердца. Новые научные разработки показывают, что мелкодисперсные взвешенные частицы PM2,5 (размер частиц менее 2,5 мкм) могут оказывать еще более серьезное неблагоприятное воздействие на здоровье попадая в легкие и достигая альвеол, что может привести к сердечно-сосудистым и респираторным заболеваниям.

Современные научные исследования подтверждают связь между уровнем загрязнения воздуха мелкодисперсными частицами и многочисленными проблемами здоровья, включая астму, бронхит, острые хронические заболевания дыхательных путей, одышку, болезненное дыхание и преждевременные смертные случаи.

Дисперсный состав пыли является одной важной характеристикой, которая определяет ряд физико-химических свойств. Система контроля и оценки состава пыли по фракциям и размерам, а самое главное пылевых частиц размером менее 10 мкм в воздухе рабочих и жилых зон на сегодняшний день отсутствует, что не дает структурно сделать вывод и оценить величину влияния пыли на характер промышленной и окружающей сред. Это является одной из самых важных проблем охраны труда и экологической безопасности в целом, для которых знание дисперсионного

состава пыли в воздушной среде промышленных территорий и прилегающих жилых зон [3].

Для решения представленных задач, предложено использование методики микроскопического анализа дисперсного состава пыли с применением персональных компьютеров [4], которая предназначена для определения размера пылевых частиц, с увеличением под микроскопом в 200-2500 раз и сфотографированных через микрофотоприставку, с последующим расчетом дисперсионного состава пыли, выделяющейся в воздух жилой и рабочей зон от технологических процессов в промышленности и сельском хозяйстве [5-8].

В зависимости от полидисперстности выбирается необходимое количество фотографий. В дальнейшем полученные изображения обрабатываются с помощью графических редакторов, например Adobe PhotoShop, The GIMP, Photoscape и т.д., для сохранения изображения; в формате bmp (Windows Bitmap) в режим - черно-белое (1 bit/pixel).

Далее для расчета дисперсного состава пыли атмосферного воздуха определяют содержание частиц конкретной фракции пыли и рассмотрение дисперсного состава именно мелких фракций пыли и определение содержания определенных фракций пыли в совокупности именно мелких частиц исследуемой пыли.

Граничный диаметр (или диаметр «рассечения») частиц пыли для разделения их центральной совокупности на мелкие и крупные фракции пыли выбирается в зависимости от задач выполнения анализа дисперсного состава пыли [9,10]. Далее при помощи программы «SPOTEXPLORER», позволяющей осуществлять обработку черно-белых изображений в формате Windows Bitmap (\*.bmp), по объему пылевой частицы, производится расчёт её эквивалентного диаметра, и высчитывается количество частиц разной

величины. По окончании сканирования фотографии, высчитывается дисперсный состав центральной совокупности пыли.

Задачей исследований, был экспериментальный анализ зависимости между долями мелких фракций (PM10 и PM2,5) на источнике загрязнения и на жилой зоне вблизи расположения промышленных предприятий. Для проведения работ по исследованию по содержанию концентраций PM10 и PM2,5, а также выявлению вредных примесей в виде аэрозолей (пыли) был произведён производственный экологический контроль в производственной зоне на источнике запыления (золоотвал), а также в жилой зоне в непосредственной близости от границ санитарно защитной зоны (СЗЗ) завода «Красный Октябрь». Замеры на территории жилой зоны проводились в контрольных точках по направлению преобладающего ветра, в соответствии с текущими метеорологическими условиями.

Результаты исследования дисперсного состава пыли рациональней представлять в графической форме. Согласно полученных данных, на логарифмической вероятностной координатной сетке были построены интегральные кривые распределения массы частиц пыли по диаметрам для воздушной среды на территориях жилой и производственной зон, представленные на рис.1.

Измерения проводили одновременно на двух объектах исследования для обеспечения идентичных условий отбора проб.

Согласно проведенным измерениям запыленность воздуха колеблется в некотором диапазоне, это связано с тем, что технические процессы любого производства не являются стационарными и зависят от режима работы, неоднородности используемых материалов и других технологических особенностей.

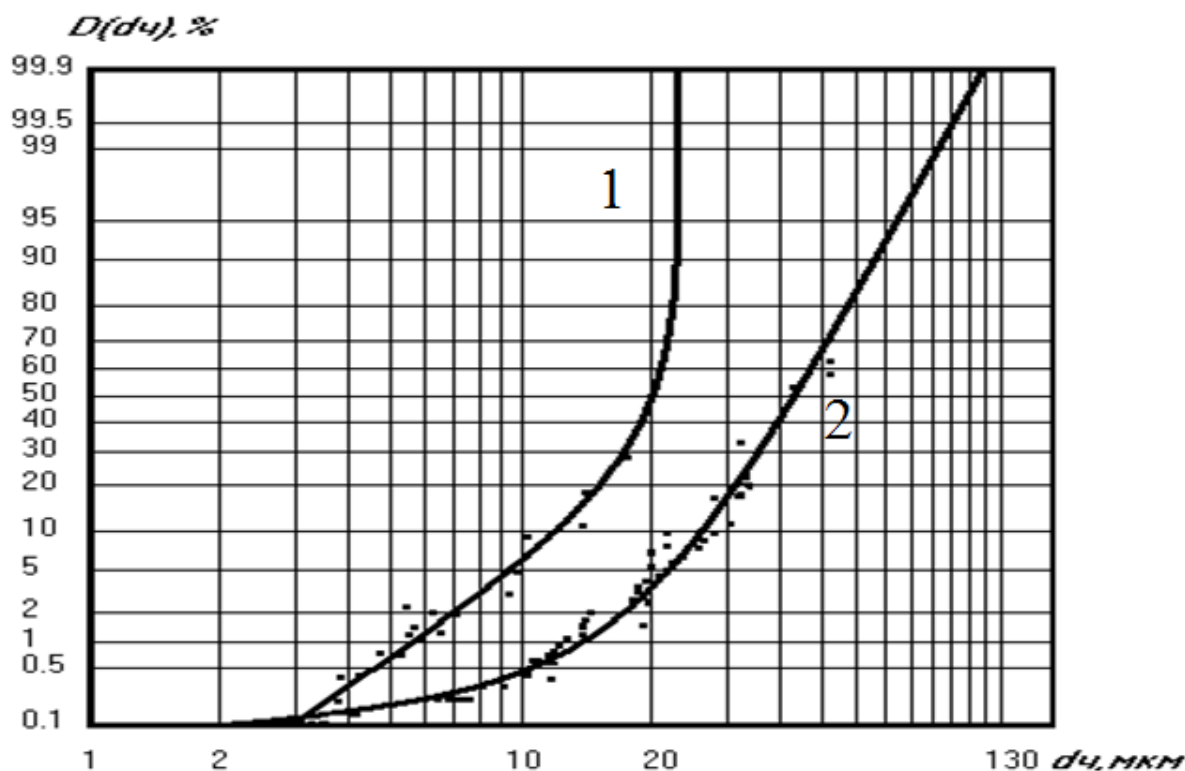


Рис. 1 - Интегральные функции распределения массы частиц по диаметрам: 1 – результаты по пробам отобранных в воздушной среде производственной территории завода “Красный Октябрь”, 2 – результаты по пробам отобранных в воздушной среде жилой территории вблизи завода “Красный Октябрь”.

Проведенные исследования позволили проанализировать соотношение дисперсного состава пыли вредных веществ в воздухе рабочей зоны и жилой зоны в непосредственной близости от границы санитарно-защитной зоны. Согласно проведенным исследованиям содержание пыли с размером PM10 в воздухе рабочей зоны составляет 7 % от общей массы пыли, а в воздухе жилой зоны составляет 0,5 %, а содержание пыли с размером PM2,5 в воздухе рабочей зоны составляет менее 0,1 % от общей массы пыли, а в воздухе жилой зоны 0,11 %. На полученные результаты помимо метеорологических параметров на результаты оказывают влияния такие факторы как плотность, размер и сорбирующие свойства частиц, в связи с

этим влияние общей концентрации пыли на содержание мелких фракций в жилой зоне, расположенной в непосредственной близости от промышленных предприятий требует более углубленного изучения.

### **Литература**

1. Азаров В.Н., Тертишников И.В., Калюжина Е.А., Маринин Н.А. Об оценке концентрации мелкодисперсной пыли (PM10 и PM2,5) в воздушной среде // Вестник ВолгГАСУ. Сер. Строительство и архитектура. Вып. 25(44), 2011. С. 402-407.

2. Menzelintseva N.V., Azarov V.N., Karapuzova N.Yu., Redvan A.M. Maintrends of dust conditions normalizing at cement manufacturing plans International Review of Civil Engineering, 2015. V. 5. № 5. pp. 145-150.

3. Азаров В. Н., В. Ю. Юркъян, Н. М. Сергина. Методика микроскопического анализа дисперсного состава пыли с применением персонального компьютера (ПК) // Законодательная и прикладная метрология, 2004. N 1. С. 46-48.

4. Азаров В.Н. Анализ существующих методик расчета массы выбросов и концентрации пыли в атмосферном воздухе для источников предприятий стройиндустрии // Междунар. науч. конф. "Качество внутреннего воздуха и окружающей среды". Волгоград, 2002. С. 1 – 7

5. Азаров В.Н. Оценка PM10 и PM2.5 в атмосферном в жилищном строительстве // Жилищное строительство, 2013. №2. С. 30-32. Библиогр.: с. 41 (2 назв.)

6. 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). URL: vestnik.vgasu.ru.

7. Азаров А.В. Расчетное обоснование уровня защищенности воздушной среды от негативного воздействия мелкодисперсной пыли предприятий по

производству гипсовых строительных материалов // Инженерный вестник Дона, 2016. №2 (41) URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3618

8. Богомолов А.Н., Сергина Н.М., Соломахина Л.Я., Илатовский А.С., Соломахин М.С. Оценка воздействия ремонтно-строительных работ на качество городской воздушной среды // Инженерный вестник Дона, 2016. №4 (43). С. 164. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3876

9. Azarov V. N, Evtushenko A. I, Batmanov V. P, Strelyaeva A. B, Lupinogin V. V. Aerodynamic Characteristics of Dust in the Emissions Into the Atmosphere and Working Zone of Construction Enterprises // International Review of Civil Engineering, 2016. Vol. 7, № 5. - pp. 132-136.

10. Kuzmichev A.A., Loboyko V.F. Impact of the polluted air on the appearance of buildings and architectural monuments in the area of town planning // Procedia engineering, 2016. №150. pp. 2095-2101.References

### References

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

2. Menzelintseva N.V., Azarov V.N., Karapuzova N.Yu., Redvan A.M. International Review of Civil Engineering, 2015. V. 5. № 5.pp. 145-150.

3. Azarov V. N., V. Ju. Jurkjan, N. M. Sergina. V.N. Azarov, V. Ju. Jurkjan, N. M. Sergina, A. V. Kovaleva. Zakonodatel'naja i prikladnaja metrologija, 2004. N 1. pp. 46-48.

4. Azarov V.N. Mezhdunar. nauch. konf. "Kachestvo vnutrennego vozduha i okruzhajushhej sredy". Volgograd, 2002. pp. 1 – 7

5. Azarov V.N. Zhilishhnoestroitel'stvo, 2013. №2. pp. 30-32.Bibliogr.:p. 41 (2 nazv.)

6. Magomadov I. Z. Lavrent'eva L. Internet.vestnikVolgGASU. Ser.: Politematicheskaja, 2014. V. 3 (34). URL: vestnik.vgasu.ru.



7. Azarov A.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2016. №2 (41),pp.84.  
URL:[ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3618](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3618)

8. Bogomolov A.N., Sergina N.M., Solomahina L.Ja., Ilatovskij A.S., Solomahin M.S. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2016. №4 (43).URL:[ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3876](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3876)

9. Azarov V. N, Evtushenko A. I, Batmanov V. P, Strelyaeva A. B, Lupinogin V. V. International Review of Civil Engineering, 2016. Vol. 7, № 5.pp.132-136.

10. Kuzmichev A.A., Loboyko V.F. Procedia engineering, 2016. №150. pp.2095-2101.References