

Исследование пыли в системах кондиционирования жилых помещений

Ю.П. Иванова, А.А. Сахарова, О.О. Иванова, В.Р. Недвецкий,

Д.М. Лепехина

*Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного
технического университета*

Аннотация: В статье рассмотрено содержание пылевых частиц в фильтре сплит-системе жилого помещения и в воздухе кондиционируемого помещения, произведен забор материала, а также проведен анализ его на содержание мелкодисперсной пыли.

Ключевые слова: мелкодисперсная пыль, система кондиционирования жилых помещений, бактерии, интегральные функции распределения, метод «рассечения», загрязнение, заболевания.

Кондиционирование помещения является сложным технологическим процессом, направленным на поддержание необходимой температуры в помещении в автоматическом режиме. В настоящее время все большую популярность набирают сплит-системы, обладающие экономичным расходом электроэнергии, способные осуществлять контроль за влажностью, а также ионизацию воздуха.

Преимущественно сплит-системы эксплуатируются в летний период года, в остальное время сплит-системы практически не применяются. Пыль, мелкие частицы грязи, накопленные прибором за период работы и простоя, при первом же включении сплит-системы попадут в воздух помещения. Поэтому, помимо образования необходимого (заданного) климата в помещении, сплит-система при ее загрязнении может являться источником образования плесени, грибковых спор, пылевых клещей, а также ряда различных бактерий в воздушной среде помещения [1,2]. Отсутствие своевременного ухода, чистки прибора может привести к накоплению мелкодисперсной пыли, а также развитию микробной среды. Все эти факторы напрямую могут оказывать негативное воздействие на здоровье человека, вызывая пневмонию, астму, аллергии, бронхит, дерматиты и ряд других серьезных заболеваний [3].

Эпидемиологами обнаружено, что в ряде устройств кондиционирования могут содержаться бактерии - легионеллы [4]. Необходимо отметить, что данная проблема возникает преимущественно там, где присутствуют разветвленные централизованные системы кондиционирования воздуха, где вода отстаивается некоторое время, а также имеет непосредственный контакт с воздухом, подаваемым в воздуховоды. В основном к ним относятся лечебные учреждения и гостиницы. Кондиционеры, расположенные в офисных помещениях, действуют по иному принципу, конденсат из них удаляется практически сразу, что способствует уменьшению шансов развития легионелл. Кроме легионелл, в системах кондиционирования развивается множество иных колоний бактерий, плесневелых грибов, которые вместе с взвешенной пылью, находящейся в помещениях, способны проникать в дыхательную систему людей, при этом вызывая ряд респираторных заболеваний. При вдыхании мелкодисперсные частицы $PM_{2,5}$ способны проникнуть в нижние отделы легких и достигать альвеол. Ультрамелкодисперсные частицы, диаметром до 0,1 мкм, могут проникать сквозь стенки альвеол, попадая в кровеносные сосуды и другие органы [5]. Учитывая, что практически в каждом помещении имеются системы кондиционирования воздуха, масштабы угроз выглядят весьма значительно.

От размера, формы и химического состава пылевых частиц зависит их воздействие на организм человека. Крупнодисперсная пыль имеет свойства оседать на незначительных расстояниях от источника загрязнения. Наиболее опасной является пыль с размерными частицами менее 2,5 мкм и 10 мкм. В отличие от крупнодисперсной, мелкодисперсная пыль способна длительное время удерживаться во взвешенном состоянии, преодолевать значительные расстояния от источников выброса, при этом оседая гораздо медленнее [6].

Нами был исследован дисперсный состав пыли в сплит - системе DANTEX (рис. 1,2), расположенной в жилом помещении на наличие мелкодисперсных частиц пыли (рис. 3) при помощи микроскопического метода с использованием программного комплекса SPOTEXPLORER 2018 [7].



Рис.1,2 – авторские фото сплит-системы DANTEX, фильтры изучаемой сплит-системы



Рис.3. - Фото пыли, зафиксированной на фильтрах

Также был проведен анализ дисперсного состава пыли в трех точках поверхности фильтра, который показал, что размер частиц пыли в пробе, полученной с поверхности фильтра сплит - системы составляет от 1,8 мкм до 98 мкм. Из результатов (рис. 4) следует, что в среднем доля частиц $PM_{2.5}$ – 0,07%, PM_{10} – 1%, от 10 мкм до 30 мкм - 4%, от 30 мкм до 50 мкм – 55%, от 50 мкм до 100 мкм – 40%. На основании этого можно сделать вывод, что содержание мелкодисперсной пыли в отобранной пыли составляет не более 1 %.

Проведенные исследования (рис. 4) показали, что интегральные функции распределения объемов частиц по эквивалентным диаметрам с наибольшей точностью могут быть описаны кусочно – линейной функцией, состоящей из трех звеньев: участки от 0 до 2,5 мкм, от 2,5 до 30 мкм и более 30 мкм. На каждом из этих участков в вероятностно-логарифмической сетке интегральные функции распределения описываются прямыми линиями. По аналогичной методике при помощи аспираторов была взята пыль на уровне зоны дыхания человека, т.е. на высоте 1,5 м.

Сравним наличие доли мелкодисперсных фракций в каждой из групп. Важной характеристикой для пыли является закономерность распределения

ее мелкодисперсной части, т.е. частиц меньше 10 мкм. Для этого проведем исследования методом «рассечения», который заключается в том, чтобы исключить из рассмотрения частицы более 10 мкм и рассматривать только частицы, которые относятся к мелкодисперсным (менее 10 мкм) [8].

В результате применения метода «рассечения» [8] получили, что интегральные функции распределения, выполненные отдельно для частиц до 10 мкм, для пыли из фильтра сплит – системы и пыли из воздуха кондиционируемого помещения оказываются достаточно близки, и расхождение, как правило, не превышает 10%. Этот факт может быть использован для оценки характеристик мелкодисперсной пыли в воздухе за определенный период работы.

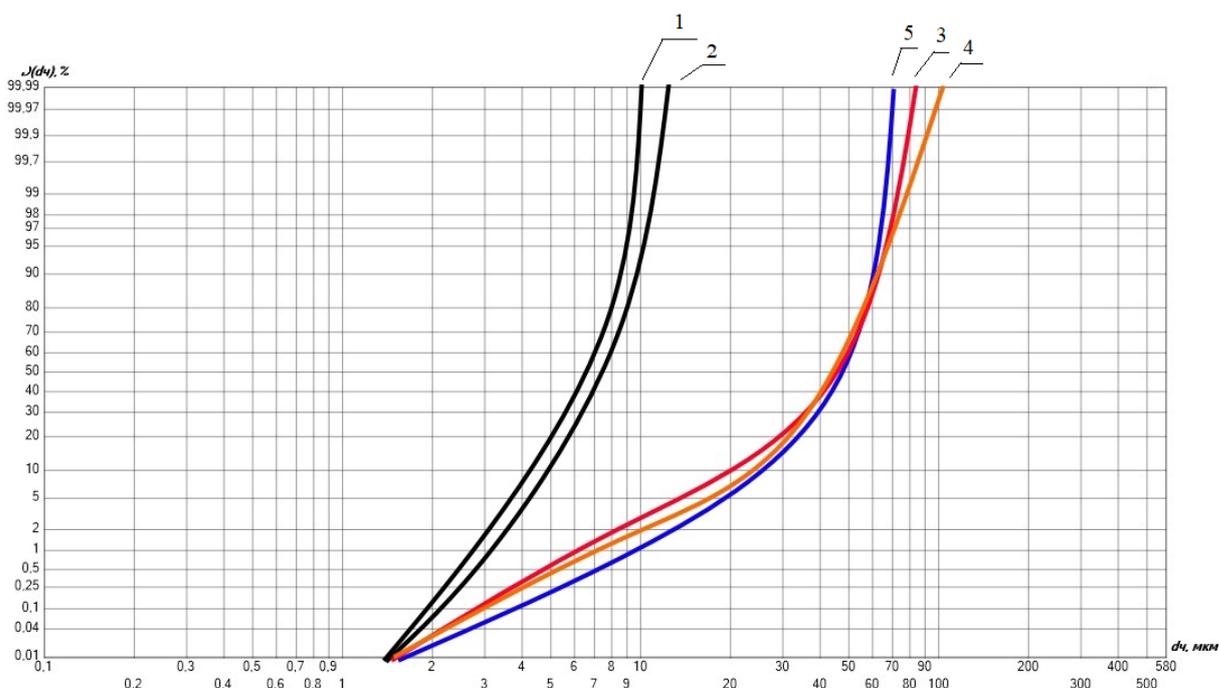


Рис.4. – Интегральные функции распределения массы частиц по диаметру для пыли, отобранной: 1, 2 – в воздухе кондиционируемого помещения, 3,4,5 - в фильтре сплит-системы

Таким образом, как следует из приведенных результатов исследования, частицы пыли в кондиционируемых помещениях по эквивалентным диаметрам существенно меньше частиц, отобранных в фильтрах сплит -

системы. Однако законы распределения только для мелкодисперсной пыли размером менее 10 мкм в обоих случаях близки, и результаты исследования мелкодисперсной пыли в фильтре сплит – системы могут позволить оценить состав мелкодисперсной пыли в помещении в среднем за большой промежуток времени.

Литература

1. Козуля С. В. Роль сплит-систем в бактериальном загрязнении воздуха помещений // Вестник физиотерапии и курортологии. 2013. №4. URL: cyberleninka.ru/article/n/rol-split-sistem-v-bakterialnom-zagryaznenii-vozduha-pomescheniy
2. Ross C., Menezes J. R., Svidzinski T. I., Albino U. Studies on Fungal and Bacterial Population of Airconditioned Environments. Brazilian Archives of Biology and Technology. 2004. № 5. pp. 827-835
3. Ермаченко А. Б., Кротов В. С. Гигиеническое обоснование целесообразности нормирования влияния взвешенных частиц в атмосферном воздухе с учетом их фракционного состава // Гигиена населенных мест. 2013, № 62, 46–49 с.
4. Азаров В.Н., Блинцова Л.А., Гасайниева А. Г., Гасайниева М. Г. Магомедкамилов Т.Ш., Лихонос А.В., Заурова Ф. Х. Микробное исследование мелкодисперсной пыли в кондиционерах офисных помещений // Инженерный вестник Дона, 2019, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5581
5. Борисов, Л. Б. Медицинская микробиология, вирусология, иммунология. 4-е изд. перераб. и доп. Медицинское информагентство, 2005, 735 с.
6. 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/magazine/archive/n4y2015/3350.

7. Азаров В.Н., Стреляева А.Б., Добринский Д.Р., Козловцева Е.Ю., Жукова Н.С., Азаров А.В., Николенко Д.А., Ковтунов И.А., Сахарова А.А. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2019617903 от 24 июня 2019 г. Российская Федерация SPOTEXPLORER 2018. ВолгГТУ, 2019, 7с.

8. Богомолов А.Н., Белогуров Д.В., Нестеренко А.В., Тихонова М.М. Применение метода «рассечения» при дисперсионном анализе пыли, поступающей в атмосферный воздух города // Инженерный вестник Дона, 2016, № 4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2016/3875.

References

1. Kozulya S. V. Vestnik fizioterapii i kurortologii. 2013. №4. URL: cyberleninka.ru/article/n/rol-split-sistem-v-bakterialnom-zagryazne-nii-vozduha-pomescheniy

2. Ross C., Menezes J. R., Svidzinski T. I., Albino U. Brazilian Archives of Biology and Technology. 2004. № 5. pp. 827-835.

3. Ermachenko A.B., Krotov V.S. Gigiena naseleennyh mest. 2013, № 62, pp. 46–49.

4. Azarov V.N., Blincova L.A., Gasajnieva A. G., Gasajnieva M. G. Magomedkamilov T.SH., Lihonosov A.V., Zaurova F. H. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5581

5. Borisov, L. B. Medicinskaya mikrobiologiya, virusologiya, immunologiya. [Medical microbiology, virology, immunology]. 4-e izd. pererab. i dop. Medicinskoe informagenstvo, 2005, 735 p.

6. Azarov V.N., Barikaeva N.S., Nikolenko D.A., Solov'eva T.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2015, №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2015/3350.



7. Azarov V.N., Strelyaeva A.B., Dobrinskij D.R., Kozlovceva E.YU., ZHukova N.S., Azarov A.V., Nikolenko D.A., Kovtunov I.A., Saharova A.A. Svid. o gos. registracii programmy dlya EVM № 2019617903 ot 24 iyunya 2019 g. Rossijskaya Federaciya SPOTEXPLORER 2018. VolgGTU, 2019, 7s.

8. Bogomolov A.N., Belogurov D.V., Nesterenko A.V., Tihonova M.M. Inzhenernyj vestnik Dona, 2016, № 4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2016/3875.