

Микробное исследование мелкодисперсной пыли в кондиционерах офисных помещений

В.Н. Азаров¹, Л.А. Блинова², А.Г. Гасайниева¹, М.Г. Гасайниева¹,

Т.Ш. Магомедкамилов², А.В. Лихоносов¹, Ф.Х. Заурова¹

¹ *Волгоградский государственный технический университет*

² *Волгоградский государственный медицинский университет*

Аннотация: Представлены данные о влиянии на здоровье человека пыли из офисных систем кондиционирования. Проведены исследования микробного и дисперсного состава пыли.

Ключевые слова: мелкодисперсная пыль, дисперсный анализ, система кондиционирования, здоровье человека, бактерия, грибок, мукор, аспергилл, пеницилл.

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 и 10 мкм.

Мелкодисперсная пыль способна долгое время находиться во взвешенном состоянии и переноситься на дальние расстояния. В связи с этим, воздух помещений содержит химические загрязнители (формалин, диоксид азота и т.д.), инфекционные агенты (вирусы, грибы, бактерии) и аллергены (клещевые, эпидермальные, микогенные и т.д.).

Значительную часть времени человек проводит в помещениях, поэтому особый интерес представляет микробная пыль, заселяющая различные помещения и оказывающая воздействие на здоровье человека. Для защиты от внешних воздействий человечество активно использует системы кондиционирования, очищающие воздух в помещениях. Несмотря на то, что кондиционеры облегчают нашу жизнь и приносят заметную пользу, они также несут опасность здоровью человека. Эпидемиологи выяснили, что во многих устройствах кондиционирования содержатся бактерии легионеллы [3]. Следует отметить, что подобная проблема возникает в основном там, где

существуют разветвленные централизованные системы кондиционирования воздуха там, где вода отстаивается некоторое время и контактирует с подаваемым в воздуховоды воздухом. Прежде всего, это гостиницы и лечебные учреждения. Офисные кондиционеры действуют по другому принципу: из них конденсат удаляется сразу, что уменьшает шансы развитию легионелл. Кроме легионелл, в кондиционерах развивается множество других колоний бактерий и плесневелых грибов, которые вместе с витающей в помещениях пылью способны проникать в дыхательную систему вызывая респираторные заболевания. Если вспомнить, что практически каждое помещение оборудовано системой кондиционирования воздуха, то масштабы угрозы начинают выглядеть весьма внушительно.

В связи с этим, мы провели исследования микробного и дисперсного состава пыли в кондиционерах офисных помещений на предмет наличия патогенных организмов и мелкодисперсных частиц пыли. Для проведения исследований выбраны кондиционеры офисных зданий, установленные на первом, втором и третьем этажах.

Бактериологическому исследованию была подвергнута пыль (налет) с внутренних фильтров кондиционеров. Забор исследуемого материала осуществлялся стерильными ватными тампонами в форме смыва с дальнейшим непосредственным посевом на питательные среды:

Мясо-пентонный агар (МПА) – среда общего назначения, обеспечивающая рост большинства бактерий для изучения общей обсемененности.

Желточно-солевой агар (ЖСА) – элективная среда, используемая для выделения клинически значимых культур стафилококков. Кроме того, эта среда является и дифференциально-диагностической, так как присутствие яичного желтка позволяет выявить фермент лецитиназу (лецитовителлазу), который образуют патогенные стафилококки.

Сабуро - плотная питательная среда для выращивания патогенных грибов, дрожжей и ацидофильных бактерий.

Учет результатов осуществлялся по культуральным свойствам (количество, размер, поверхность, наличие пигмента, консистенция, ровность или неровность краев и так далее) фактически выросших колоний (клетки, КОЕ – колониобразующие единицы) микроорганизмов и морфологическим, тинкториальным свойствам в микропрепаратах, приготовленных из типовых колоний и окрашенных по методу Грамма.

Анализ результатов микробиологических исследований пыли из систем кондиционирования показал, что в фильтрах кондиционеров обитают многочисленные колонии бактерий и плесневелых грибов. Описание бактериальных колоний и плесневелых грибов приведено в табл. 1.

Таблица 1

Результаты бактериологических исследований

Номер кондиционера	Питательные среды, культуральные свойства		
	ЖСА	МПА	Сабуро
1	Многочисленные мелкие, белые, плоской формы, блестящие колонии с ровными краями,	Бациллярный рост	По всей поверхности рост плесневелых грибов воздушного, субстратного мицелия.

Продолжение таблицы 1

2	1-29 колоний с плоскими ровными краями, светло-бежевой окраски, плотные. 2-бациллярный рост, плоской, неравномерной, формы, светло-бежевой окраски. 3-многочисленные плоские колонии, неравномерной формы.	По всей поверхности сливающийся, плоский рост с кислым запахом, бежево белого цвета.	По всей поверхности рост плесневелых грибов воздушного, субстратного мицелия.
3	1- 8 колонии с ровными краями, белой окраски, без лецитиназной активности. 2- 13 колоний с ровными краями, желто-бежевой окраски, без лецитиназной активности.	1-плоский бежево-белый рост по всей поверхности. 2- 30 колоний ровной, плоской формы, оранжевого цвета. 3- 4 колонии мелкой выпуклой формы, с ровными краями, желтой окраски.	По всей поверхности рост плесневелых грибов воздушного, субстратного мицелия.

Нахождение в таких помещениях, повышает риск заболевания человека. На основании, морфологических, тинкториальных и культуральных свойств выявили следующие морфологические группы бактерий, грибов и их предполагаемую принадлежность к роду (таб. 2).

Таблица 2

Результаты микроскопических исследований

Номер №	Морфологические и тинкториальные свойства		
	ЖСА	МПА	Сабуро
1	Грамположительные гроздевидные кокки (Staphylococcus spp.).	Грамположительные крупные палочки (Bacillus spp.)	Плесневые несептированные и септированные гифальные грибы, образующие мицелий - Mucor spp. Penicillium spp.
2	Коринеформные грамположительные палочковидные бактерии псевдодифтеройды (Corynebacterium spp.). Грамположительные крупные палочки (Bacillus spp.)	Грамположительные крупные палочки (Bacillus spp.)	Плесневые несептированные гифальные грибы, образующие мицелий - Mucor spp.
3	Грамположительные кокки (Staphylococcus spp.).	Грамположительные крупные палочки (Bacillus spp.) Грамположительные гроздевидные кокки (Staphylococcus spp.).	Плесневые септированные гифальные грибы, образующие мицелий - Aspergillus spp.

Полученные результаты исследования показали, наличие таких грибов как: мукор, аспергилл, пеницилл, бациллярных и грамположительных (коринеформные и палочковидные бактерии, стафилококки) бактерий. Каждый из перечисленных микроорганизмов вызывает различные заболевания в зависимости от его вида, кратковременной (в течение часов

или дней), и долговременной (в течение месяцев или лет) экспозиции. Спора легко попадает в легочную альвеолу, так как ее размеры достигают 2-2,5 мкм [4]. Одно из ведущих положений, как аэроаллергены помещений, занимают микромицеты. Хорошо известно, что микромицеты принимают участие в патогенезе различных заболеваний человека. Они могут быть возбудителями микозов, участвовать в развитии микогенной аллергии, аллергического бронхолегочного аспергиллеза, аллергического «грибного» риносинусита и т.д. Людям в иммунодепрессивном состоянии достаточно всего лишь, несколько десятков грибковых спор, чтобы серьезно заболеть[5]. Аспергилл, мукор и пеницилл, вызывают различного рода микозы (кожи, ногтей, уха, верхних дыхательных путей и легких, генерализованная инфекция с образованием очагов во внутренних органах).

Для исследования дисперсного состава пыли применялась усовершенствованная методика микроскопического анализа с применением программы ПК и программы цифровой обработки отсканированного изображения Dust[6,7,8,9]. Данные представлены в вероятностно-логарифмической шкале, в виде интегральных кривых распределения частиц пыли по диаметрам (рис.3). Представлены микрофотографии частиц пыли (рис. 1,2).

Дисперсный анализ показал, что диапазон крупности пыли в пробе, взятой с поверхности фильтра кондиционера 1-го этажа (рис.4, график 2), составляет 1,2-21 мкм, d50-18, содержание частиц диаметром 10 мкм - 30% и диаметром 2,5 мкм - 1%. Для пробы, взятой с кондиционера 2-го этажа (рис.4, график 1), диапазон крупности пыли составляет 1,2-13 мкм, d50-9мкм, содержание частиц диаметром 10мкм - 65% и диаметром 2,5мкм - 2%. Пробу, с кондиционера 3-го этажа взять не получилось, так как видимой пыли на фильтре не было обнаружено.

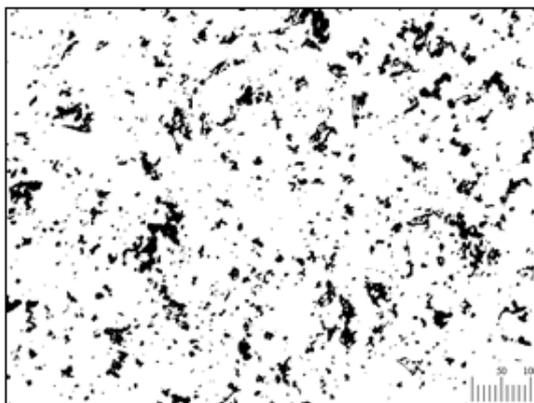


Рис. 1. – Микрофотография частиц пыли с кондиционера 1-го этажа.

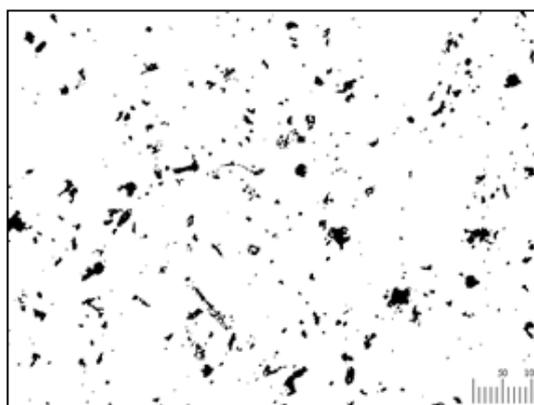


Рис. 1. – Микрофотография частиц пыли с кондиционера 2-го этажа.

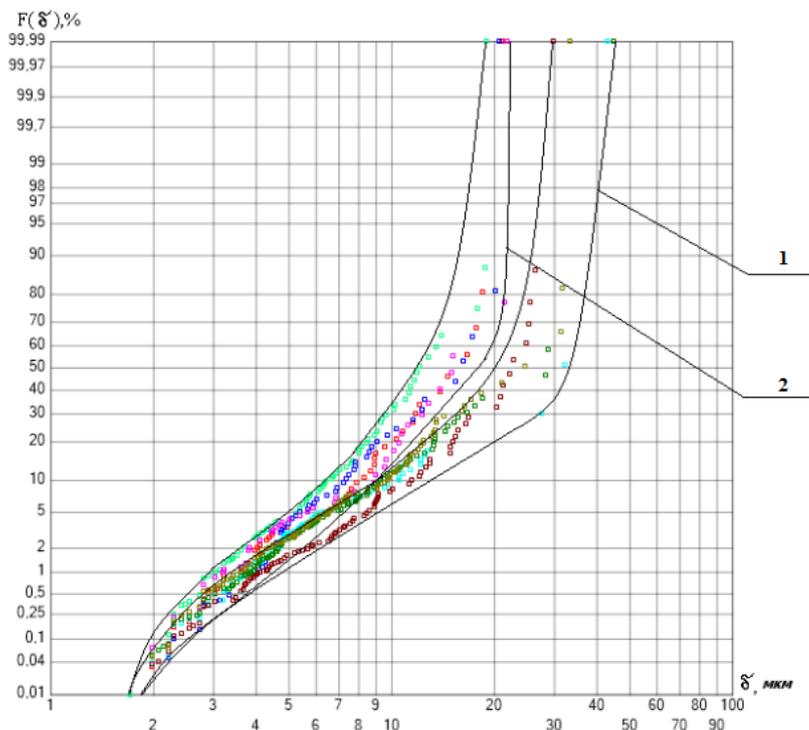


Рис.3. – Интегральная кривая распределения частиц пыли по диаметрам:
1 – кондиционер №1 (1-й этаж); 2 – кондиционер №2 (2-й этаж).

Каждый компонент воздушного аэрозоля сам по себе может и не оказывать патогенного воздействия на здоровье человека. Однако при совместном существовании в воздухе помещений многие составляющие, даже в очень низких концентрациях, усиливают действие другого компонента на организм человека. Пребывание человека длительное время в помещениях, где в воздухе находится пусть даже очень низкая концентрация этих веществ, может способствовать к развитию сенсibilизации у лиц генетической предрасположенности к атопии. При этом экспозиция всех веществ, которые в течение года вдыхает человек, может не превышать 1-10 мкг/год [10].

Результаты исследования показывают, что микробное число в помещениях зависит от этажа, на котором установлен кондиционер. Также наличие крупных фракций пыли уменьшается с увеличением высоты, на которой установлен кондиционер.

Литература

1. 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.a; Pope, C. Arden IIIb; Dockery, Douglas W.c; Wang, Yuna; Ezzati, Majidd; Dominici, Francesca // *Epidemiology*. – 2013. – Vol. 24. – Iss. 1. – pp. 23–31. doi:0.1097/EDE.0b013e3182770237. Air Pollution
2. 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. Black P.N., Udy A.A., Brodie S.M. Sensitivity to fungal allergens is a risk factor for life-threatening asthma // *Allergy*. 2000. V.55. pp.501-504.
4. Ross M.A., Curtis L., Scheff P.A., Hryhorczuk D.O., Ramakrishnan V., Wadden R.A., Persky V.W. Association of asthma symptoms and severity with indoor bioaerosols // *Allergy*. 2000. V.55. pp.705-711.
5. Savilahti R., Uitti J., Roto P., Laippala P., Husman T. Increased prevalence of atopy among children exposed to mold in a school building // *Allergy*. 2001. V.56. pp.175-179.
6. Азаров, В.Н. Снижение выбросов систем обеспыливания с использованием дисперсионного анализа пыли в стройиндустрии // *Инженерный вестник Дона*, 2015. №1 (часть 2) URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_95_azarov.pdf_2cedb04647.pdf.
7. Азаров В.Н., Кошкарев С. А., Николенко М. А. Снижение выбросов систем обеспыливания с использованием дисперсионного анализа пыли в стройиндустрии // *Инженерный вестник Дона*, 2015, №1 (часть 2). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2838.
8. 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.
9. Азаров В.Н., Кошкарев С.А., Николенко М.А. К определению фактических размеров частиц пыли выбросов стройиндустрии и строительства // *Инженерный вестник Дона*, 2015, №1 (часть 2). URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1p2y2015/2858.
10. Pomes A. Intrinsic properties of allergens and environmental exposure as determinants of allergenicity // *Allergy*. 2002. Vol. 57. pp.673-679.

References

1. Correia, Andrew W.a; Pope, C. Arden IIIb; Dockery, Douglas W.c; 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. 54-56.
3. Black P.N., Udy A.A., *Allergy*. 2000. V.55. pp. 501-504.
4. Ross M.A., Curtis L., Scheff P.A., Hryhorczuk D.O., Ramakrishnan V., Wadden R.A., Persky V.W., *Allergy*. 2000. V.55. pp. 705-711.
5. Savilahti R., Uitti J., Roto P., Laippala P., Husman T., *Allergy*. 2001. V.56. pp. 175-179.
6. Azarov. V.N. *Inženernyj vestnik Dona (Rus)*, 2015, №1 (part 2). URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_95_azarov.pdf_2cedb04647.pdf.
7. Azarov V.N., Koshkarev S. A., Nikolenko M. A. *Inženernyj vestnik Dona (Rus)*. 2015. №1 (part 2). URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1p2y2015/2338.
8. Azarov V.N., Barikayeva N.S., Nikolenko D.A., Soloviev T.V. *Inženernyj vestnik Dona (Rus)*. 2015, №4. URL: ivdon.ru/magazine/n4y2015/3350.
9. Azarov V.N., Koshkarev S.A., Nikolenko M.A. *Inženernyj vestnik Dona (Rus)*. 2015. №1 (part 2). URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1p2y2015/2858.
10. Pomes A. *Allergy*. 2002. Vol. 57. pp. 673-679.