

Системы механической вентиляции: опасности качества воздуха

В. Г. Караджи, канд. техн. наук

В. Ф. Ткаченко, инженер

Ключевые слова: ионизация, аэроион, вентиляция

Одним из важнейших для существования человека условий является наличие в воздухе легких отрицательно заряженных ионов. В природе такие аэроионы присутствуют обязательно, именно поэтому легко дышится в хвойном лесу, в горах. В помещениях же наблюдается сильный дефицит аэроионов. Это связано, во-первых, с сильным поглощением аэроионов в системах приточной вентиляции (в т. ч. в фильтрах и теплообменниках), во-вторых, наружный воздух, особенно в городах, содержит много вредностей и мало легких аэроионов. Эту проблему обязательно надо решать инженерными методами.

Общие положения

Эта тема – дефицит аэроионов в воздухе помещения – для нашей страны не новая. Наш соотечественник А. Л. Чижевский значительную часть своей жизни посвятил изучению ионизации воздуха и ее воздействия на человека [1, 2]. Приведем без купюр цитату автора, взятую из работы 1959 года [2]: «Автор этих строк в 1918 году организовал опытное изучение вопроса о влиянии на организм животных только положительных и только отрицательных ионов, полученных искусственно. Постановка опытов в такой форме сразу же открыла замечательное различие в биологическом действии ионов:

отрицательные ионы воздуха оказали биологически благотворным фактором, положительные ионы воздуха чаще всего оказывали неблагоприятное или даже вредное действие на организм. По нашей рекомендации врачи применили отрицательные ионы к лечению ряда заболеваний человека и получили отличные результаты. Ионы воздуха были названы нами аэроионами, процесс их возникновения – аэроионизацией, лечение ими – аэроионотерапией. Эта терминология укрепилась в мировой науке».

Легкие отрицательные аэроионы представляют собой молекулы комбинаций составляющих воздух газов с присоединенными к ним электронами. Легкие

положительные аэроионы, как правило, представляют собой положительно заряженные молекулы комбинаций составляющих воздух газов. Тяжелые аэроионы состоят из большого числа молекул жидкой или твердой фазы с большим количеством единичных зарядов (заряд электрона). В работе [3] показано, какое количество зарядов может прикрепиться к частице, витающей в воздухе, в зависимости от ее размеров (рис. 1).

В обзорной статье [4] проанализировано большое количество публикаций, посвященных отрицательной ионизации воздуха и ее влиянию на растения, животных и человека – в основном это положительное влияние. В статье

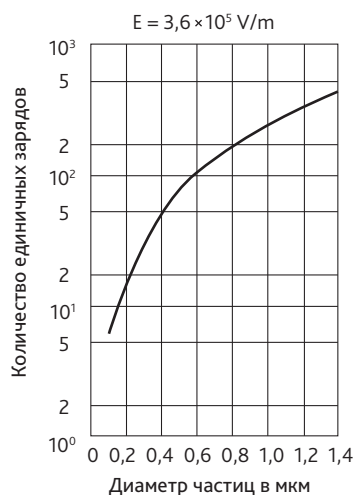


Рис. 1. Пример зависимости количества зарядов, прикрепляющихся к частице, от ее размеров (см. [3])

приведена обобщенная картина молекулярных преобразований воздуха (рис. 2) с образованием легких отрицательных аэроионов (NAI) в результате трех видов его обработки: естественно-природные условия, коронный разряд, эффект Ленарда (образование отрицательных ионов в результате действия сил трения в воде). Некоторые различия состава

отрицательных аэроионов в разных исследованиях могут быть связаны с условиями экспериментов.

Важно отметить существенный момент: и в работах А. Л. Чижевского, и в обзоре [3], а также во многих других работах четко

«...механическая вентиляция значительно ухудшает аэроионный состав воздуха. В приточном воздухе, пока он проходит через вентилятор и по воздуховодам, нейтрализуются легкие отрицательно заряженные ионы, которые присутствуют в живом воздухе снаружи. Как правило, загородное жилье устраивается в зеленых зонах, уровень легких отрицательных ионов там близок к оптимальному (1500–2000 легких отрицательных ионов на 1 см³). Например, в хвойном лесу показатель 3000–4000, примерно такой же уровень наблюдается на берегу моря. Такая концентрация аэроионов является для человека оптимальной. Воздух считается здоровым, а человек чувствует себя бодрым, в то время как механические способы транспортировки воздуха связаны с перемещением воздуха вдоль электропроводных поверхностей, заряды легких отрицательных ионов нейтрализуются этими протяженными поверхностями, и воздух в помещение поступает со значительно меньшей концентрацией легких отрицательных ионов».

А. Л. Наумов «Инженерные системы малоэтажных зданий. Часть 2. Системы климатизации» (АВОК, № 2, 2014) [10].

обозначено, что отрицательные аэроионы положительно влияют на здоровье человека. У Чижевского же написано, что положительные аэроионы влияют на человека скорее в худшую сторону. В СанПиН 2.2.4.1294-2003 [5] нормируется наличие отрицательных и положительных аэроионов с коэффициентом униполярности от 0,4 до 1. Из этого документа не ясно – нужна ли отрицательная ионизация воздуха и полезна ли она? Это принципиальный момент, и с ним надо разбираться специалистам.

Отметим важные моменты работ [1, 2, 4] и других источников, которые полезны для специалистов, проектирующих системы вентиляции.

1. Наличие в воздухе отрицательно заряженных аэроионов является существенным условием здоровья и жизни человека. Поэтому обработка воздуха, находящегося или поступающего в помещение, должна включать его отрицательную ионизацию. Отсюда следует важный вывод, что надо производить ионизацию приточного воздуха, подаваемого

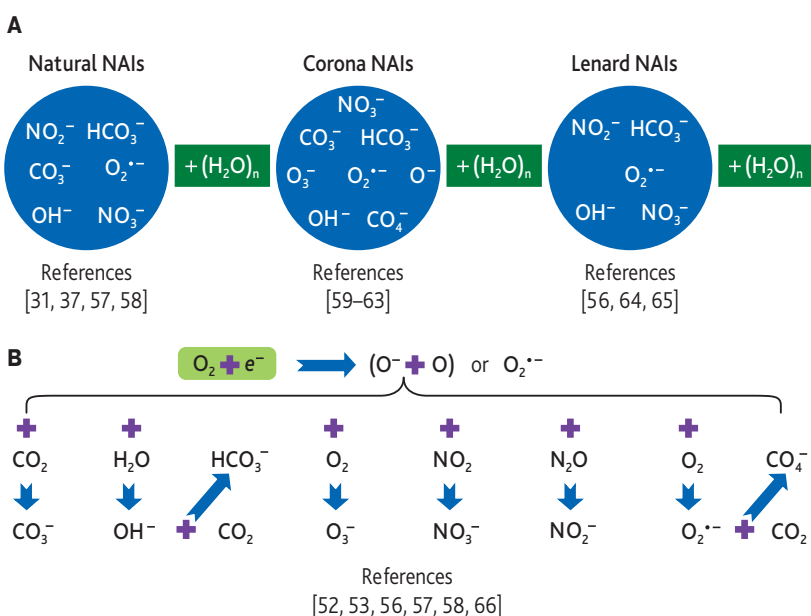


Рис. 2. Разновидности отрицательных аэроионов (NAI), генерируемых различными методами (естественным, коронным разрядом, эффектом Ленарда), и эволюция отрицательных аэроионов на базе кислорода. А – составы отрицательных аэроионов; В – эволюция отрицательных аэроионов на основе кислорода. Голубые стрелки отображают процессы трансформации отрицательных аэроионов. Подробности см. в оригинальных статьях [4]

в помещение снаружи, и рециркуляционную ионизацию находящегося в помещении воздуха. Таким образом, приточные установки должны включать определенным образом расположенные секции отрицательной ионизации приточного воздуха.

2. Каждый человек, находящийся в помещении, является источником тяжелых аэроионов и естественных вредностей, бактерий, вирусов и т. д. Это продукты жизнедеятельности, которые выделяются человеком в окружающий воздух через кожу и в первую очередь системой дыхания. Эти продукты могут длительное время находиться в помещении во взвешенном состоянии и непредсказуемо распространяться диффузией и всевозможными разновидностями воздушных потоков. При этом малые частицы получают заряд и превращаются в тяжелые аэроионы, которые имеют свойство благодаря заряженности объединяться в более крупные частицы (до определенного размера, когда между ними начинают преобладать силы отталкивания). Эти тяжелые аэроионы вредны для человека, поскольку могут засорять дыхательную систему и уничтожать легкие отрицательные аэроионы.

3. Находящееся в помещении оборудование может быть источником вредностей, например озона с концентрацией выше допустимых пределов.

4. Наружный воздух, попадающий в помещение через систему вентиляции в городах, содержит большое количество твердых частиц и газообразных вредностей.

5. В обзоре [4] отмечается, что при коронной ионизации жизнь отрицательных аэроионов составляет несколько секунд. Но это сильно зависит от чистоты

воздуха. Если воздух чистый, без аэрозолей, то жизнь легких аэроионов может достигать до 100 секунд.

6. Очень интенсивная очистка помещений от пыли малых размеров (порядка 1–2 мкм) может осуществляться с помощью отрицательных аэроионов, запущенных в помещение [4]. Это может оказаться важным фактором в нынешних условиях, когда коронавирусы – возбудители ковида попадают в помещение, преодолевая, в частности, фильтры низкой степени очистки, типичные для приточных систем [6].

7. Из работы А. Л. Чижевского [2]: *«В связи с развитием кондиционирования воздуха возник вопрос о включении аэроионов в число элементов кондиционированного воздуха. Фильтры кондиционеров поглощают все аэроионы наружного воздуха и, следовательно, выходящий из кондиционера воздух не содержит легких аэроионов отрицательной полярности, т. е. является биологически воздухом мертвым».*

Также следует сказать несколько слов об озоне, который всегда в тех или иных количествах генерируется установками коронного разряда, что считается вредным побочным эффектом, с которым необходимо бороться. Целый ряд исследований был посвящен лечебным и бактерицидным свойствам озона, и при тенденции возрастания количества инфекционных простудных заболеваний в мире его генерация вместе с ионизацией воздуха может быть (в пределах, не превышающих ПДК) полезной. Так, в [6] приводятся данные исследований, говорящие о том, что сама по себе ионизация не приводит к уничтожению микробиологических объектов (вирусов, бактерий), но сочетание ионизации (только высоких

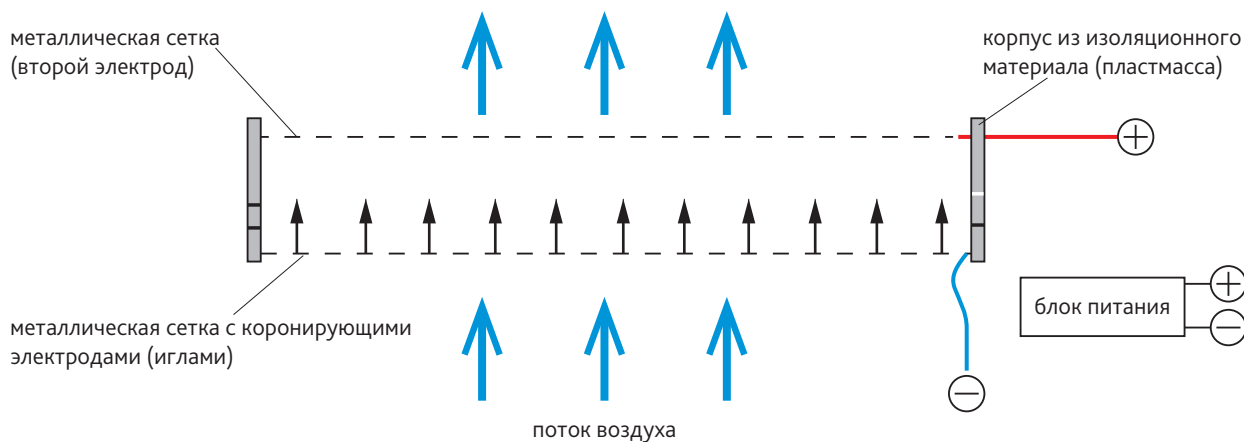
уровней, порядка 1–3 млн ионов на см³) и озонирования (в пределах ПДК) приводят к сильному угнетению биообъектов.

Опираясь на приведенные выше основные результаты предыдущих исследований, можно делать определенные выводы по конкретным вариантам реализации технических решений для обеспечения отрицательной ионизации воздуха в помещениях.

Очевидным техническим решением является классическая электроэфлювиальная люстра («люстра Чижевского»), но это не всегда возможно в конкретном помещении. Если присутствие электроэфлювиальной люстры в помещении по каким-либо соображениям нежелательно, блоки ионизации можно устанавливать в приточных вентиляционных воздуховодах недалеко от выходных отверстий (воздуховод длиной 15 м поглощает почти все легкие аэроионы вследствие адсорбции аэроионов стенками воздуховода [1]).

В любом случае установка устройств ионизации в воздуховод – задача сложная, поэтому был разработан ряд устройств (1-й ряд), которые являются более компактными и перемещаемыми. В их основе корпус-воздуховод из изоляционного материала (дерево или пластмасса) с системой электродов внутри, обеспечивающих ионизацию.

Еще один негативный момент применения классического варианта («люстра Чижевского») связан с тем что данная конструкция имеет только коронирующие электроды, а «осадительным» электродом для пыли, которая всегда присутствует в том или ином количестве, является все окружающее пространство (стены, мебель, люди и т. д.). В предлагаемых вариантах



■ Рис. 3. Схема ионизатора воздуха

компоновки пыль частично осаждается на одном из внутренних (условно его можно назвать «осадительным» по аналогии с электрофильтрами) электродов и на стенках воздуховода.

Кроме того, разработан ряд устройств (2-й ряд), обеспечивающих как ионизацию, так и фильтрацию воздуха в помещениях. Осаждение пыли в этих устройствах осуществляется на сплошную металлическую пластину противоположного коронирующему электроду потенциала как за счет электростатического осаждения, так и за счет изменения направления потока (инерционный фильтр). Очевидно, степень ионизации при прочих равных условиях здесь ниже, чем в устройствах первого вида, зато производится эффективная очистка воздуха.

Все рассматриваемые устройства в то же время являются и вентиляторами малой производительности на основе «электрического ветра» [3], достаточной для большинства бытовых, а часто и производственных применений – например, в офисных помещениях, – так что устройство дополнительных вентиляторов в конструкции описываемых приборов не требуется.

В основе обоих видов устройств – запатентованная по соотношению размеров [7–9] система электродов: коронирующий

игольчатый электрод под отрицательным высоковольтным потенциалом и второй под положительным потенциалом в виде металлической сетки или пластины, образующие неоднородное электрическое поле.

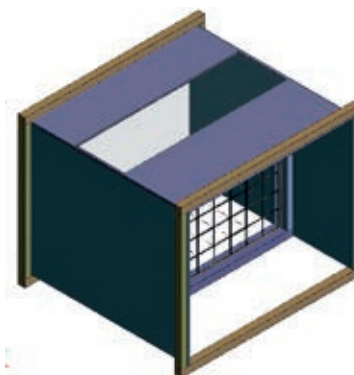
Далее подробно описана конструкция этих двух классов устройств. Первый – вентиляторы-ионизаторы воздуха, второй – вентиляторы/ионизаторы/очистители воздуха.

Описания конкретных устройств ряда 1

1. На выходе воздуховода системы вентиляции в обслуживаемое помещение устанавливается секция ионизации воздуха на основе отрицательного коронного разряда (схема на рис. 3). Частичное озонирование воздуха в секции, не превышающее предельно допустимых норм, способствует уничтожению микробиологических объектов, запахов, остатков пыли после фильтра грубой очистки в фильтрах приточной установки. Перед вводом установки в эксплуатацию следует проверить концентрацию озона в рабочей зоне при выключенной и работающей установке. Испытания показали практическое отсутствие озона на расстоянии 1 м и более от секции ионизации. Можно

выпускать секции коронного разряда с размерами, связанными с размерами выходов воздухопроводов установок вентиляции. Для оптимальной обработки воздуха следует использовать поперечные сечения секций, обеспечивающие небольшие скорости воздуха, соответствующие поперечным сечениям приточных установок. Для питания устройства разработан источник высокого напряжения (20–30 кВ) как отдельный блок с питанием от сети 220 В, мощность до 100 Вт.

2. Для использования в офисах или других помещениях с пребыванием существенного количества людей можно предложить рециркуляционную фильтро-вентиляционную установку, включающую входной воздушный фильтр класса G4 или F5, прямооточный вентилятор (осевой или канальный) с низкими скоростями потока на выходе,



■ Рис. 4. Общий вид рециркуляционной установки вентиляции/ионизации

секцию ионизатора/озонатора воздуха, описанную в п. 1. Секция ионизации/озонирования разработана, в данный момент обрабатывается размерный ряд по производительности. Если высокая производительность не требуется, секцию ионизации можно использовать в режиме рециркуляции отдельно, без дополнительных фильтров и вентилятора. Примерная компоновка такого устройства показана на рис. 4. Для питания системы электродов применяется источник высокого напряжения, описанный в п. 1.

3. Миниатюрный ионизатор-озонатор воздуха по схеме на рис. 3 с электропитанием от аккумулятора или USB и зарядкой по USB предназначен для мобильного индивидуального использования (рис. 5). Прибор вешается на шею и подает обработанный озоном внутри прибора и ионизированный воздух непосредственно в область рта/носа. Такое устройство можно применять вместо используемых в настоящее время неудобных масок в общественном транспорте, магазинах, кинотеатрах и т. п. Заряда



■ Рис. 5. Миниатюрный индивидуальный ионизатор

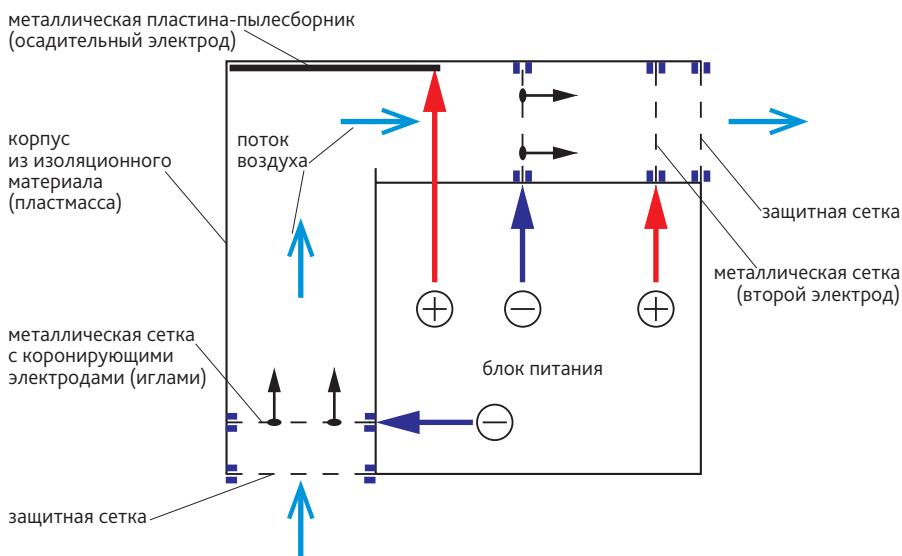
аккумулятора устройства хватает на три часа непрерывной работы, чего в большинстве случаев достаточно для использования в течение поездки, совещания, посещения массового мероприятия и т. п. При стационарном использовании (на рабочем месте) для питания, зарядки (подзарядки) устройства может использоваться любое зарядное устройство мобильного телефона, USB-разъем персонального компьютера или ноутбука. В этом режиме одновременно с работой производится подзарядка аккумулятора. Устройство работает в любом положении. Несмотря на используемое в устройстве высокое напряжение

(9–10 кВ), оно совершенно безопасно в использовании как за счет ограничения разрядного тока, так и за счет узких (щелевых) отверстий воздуховода, что исключает случайное прикосновение к электродам устройства.

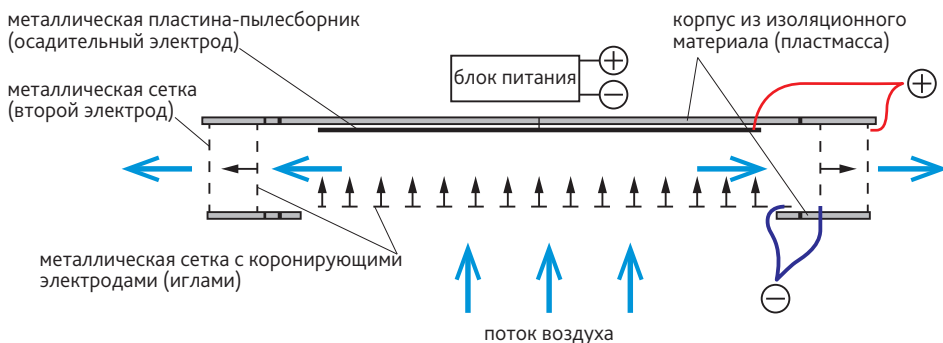
Описания конкретных устройств ряда 2

1. Для индивидуального использования в домашних условиях или для применения в больничной палате можно предложить рециркуляционную фильтро-вентиляционную установку малой производительности. Установка разработана, изготовлены образцы. Она является двухкаскадной (схема на рис. 6), обеспечивает в режиме рециркуляции фильтрацию пыли, устранение запахов, разрушение микробиологических объектов. Отрицательные ионы распространяются на расстояние до 1 м. В домашних условиях она может быть использована для фильтрации и ионизации воздуха в комнате или туалете. В палатах установка может использоваться для индивидуального пользования пациентов.

2. Для обработки и очистки воздуха производственных и общественных помещений разработан электростатический воздухоочиститель, схема которого показана на рис. 7, а общий вид на рис. 8. Блок, установленный в потолке или подвешенный к нему (рис. 8), вытягивает и очищает загрязненный воздух. Система работает в режиме рециркуляции на базе электростатического коронного разряда и не нуждается в принудительной подаче воздуха вентилятором. Как и в предыдущих случаях, устраняются микробиологические



■ Рис. 6. Схема фильтро-вентиляционного ионизатора



■ Рис. 7. Схема электростатического воздухоочистителя



■ Рис. 8. Электростатический воздухоочиститель, общий вид

объекты, дым, запахи. Установка отработана. Блок озонирования/ионизации может использоваться самостоятельно в помещениях, предназначенных для курения, или общественных туалетах для борьбы с микробиологическими объектами и неприятными запахами. Питание воздухоочистителя осуществляется от источника высокого напряжения, описанного в п. 1 предыдущего раздела.

Литература

1. Чижевский А. Л. Аэроионификация в народном хозяйстве. – М.: Стройиздат, 1989.
2. Чижевский А. Л. Руководство по применению ионизированного воздуха в промышленности, сельском хозяйстве и медицине: Методические указания при пользовании аэроионификационными установками «Союзтехники». – М.: Госпланиздат, 1959.
3. Криштафович И. А., Криштафович Ю. А. Ионный ветер и его применения. – 2013. – URL: <http://tersus-i.ru/file/biblio/Ionnyj-veter-i-ego-primenenija.pdf>.
4. Jiang S.-Y., Ma A., Ramachandran S. Negative air ions and their effects on human health and air quality improvement // Int. J. Mol. Sci. – 2018. – № 19. – С. 2966. – doi:10.3390/ijms19102966.
5. СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений».
6. Kowalski W. J. Aerobiological engineering handbook: A guide to airborne disease control technologies. – NY, McGraw-Hill, 2006.
7. Аленичев А. В., Караджи В. Г., Ткаченко В. Ф. Локальный вентилятор-ионизатор. Патент на изобретение № 2132974, 10.06.1999.
8. Аленичев А. В., Караджи В. Г., Ткаченко В. Ф. Локальный ионизационный фильтр. Патент на изобретение № 2132747, 10.06.1999.
9. Аленичев А. В., Караджи В. Г., Ткаченко В. Ф. Вентилятор-ионизатор. Свидетельство на полезную модель № 10851, 16.08.1999.
10. Наумов А. Л. Инженерные системы малоэтажных зданий. Часть 2. Системы климатизации // АВОК. – 2014. – № 2.



ЛЕГКОЕ РЕШЕНИЕ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ

ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ
ВОЗДУХА



Москва, улица Тимирязевская, 1, строение 4.

Тел.: (495) 981 1515, (499) 755 1515.

Факс: (495) 981 0117.

Санкт-Петербург, улица Разъезжая, 12, офис 43.

Тел.: (812) 441 3530. Факс: (812) 441 3535.

www.ARKTIKA.ru