

УДК. 613.648; 613.63; 613.14/15

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ «СВЕЖЕГО» ВОЗДУХА В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Ким К.К., Спичкин Г.Л., Колоколов П.Э.

*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора
Александра I, Санкт-Петербург*

Актуальность проблемы

Уровень комфорта проживания человека в замкнутом помещении напрямую зависит от характеристик внутреннего воздуха. Несмотря на то, что качество воздуха описывается системой известных количественных параметров, человек воспринимает окружающую его атмосферу субъективно, оценивая «свежесть» эмоционально. Однако понятно, что в массовом порядке энергоёмкие и затратные системы комфортного кондиционирования в повсеместную практику войдут еще не скоро.

Решение проблемы повышения качества внутреннего воздуха и создания ощущений свежести воздуха заключается в его специальной аэроионной обработке.

Обеспечение качественного воздуха в закрытых помещениях связано с рядом эксплуатационных и функциональных особенностей:

- наличие значительного долговременного скопления людей на небольших пространствах и, как следствие, высокие плотности микробиологического, органического и аэрозольного (пылевого) загрязнения,
- наличие большого количества помещений, без естественной солнечной радиации, в которых полностью отсутствуют факторы, присущие «качественному» воздуху – легкие аэроионы, озон, влажность и концентрация кислорода в оптимальных «природных» концентрациях.

Воздух, поступающий в такие помещения по вентиляционным системам, как правило, очищается от пыли и, в зависимости от требований к температурному режиму, нагревается, или охлаждается.

Результаты многочисленных отечественных и зарубежных исследований воздушной среды закрытых помещений, в которых сконцентрировано большое количество народа, демонстрируют, что, несмотря на наличие воздухоочистительных фильтров, уровни основных загрязнителей воздуха внутри помещений превышают таковые в наружном воздухе в 70 - 100 раз. Человек, длительное время пребывающий в таких условиях, подвергается хроническому воздействию множества токсичных агентов. Современные системы вентиляции и кондиционирования (СВиК) способны существенно повысить качество воздуха, очистив его от основных фракций аэрозолей (пыли) и, частично, от газообразных поллютантов, а также поддерживать оптимальные параметры микроклимата в помещениях. Однако, такие системы не могут войти в повседневную практику из-за их энергоёмкости и достаточно высокой стоимости.

Но, даже применяя СВиК, некоторые параметры воздушной среды, как правило, остаются без внимания специалистов по управлению качеством воздуха закрытых помещений. Подвергаясь фильтрации и проходя по вентиляционным воздуховодам воздух теряет ионы и озон. Деионизированный и деозонированный воздух «денатурирован», лишен нативных свойств.

Синдром «мертвого воздуха» часто проявляется у людей, вынужденных длительное время находиться в атмосфере деионизированного и деозонированного воздуха. Сегодня очевидно, что дефицит, а чаще всего, практически полное отсутствие легких ионов и озона в воздухе закрытых помещений, характеризующихся большим скоплением народа, является основной причиной возникновения недомоганий,

головных болей, головокружений, хронической усталости, расстройств сна, аллергических проявлений у людей, пребывающих в таких помещениях длительное время. Люди уверенно заявляют, что им «душно», хотя концентрация кислорода в воздухе нормативная.

Человек, как высший примат, эволюционно адаптирован к природному воздуху, обладающему определенными физико-химическими свойствами, и который мы определяем как чистый, свежий, целебный. Можно сказать, что такой воздух содержит своего рода энергоносители. К таким природным энергоносителям относятся легкие отрицательные ионы кислорода (отрицательные аэроионы) и озон – так называемые «активные формы кислорода» (АФК), присутствие которых во вдыхаемом воздухе в «природных» концентрациях придает ему особое ощущение свежести. АФК являются катализаторами биологических процессов на всех без исключения уровнях организма, начиная с молекулярного; они необходимы для нормального (здорового) функционирования. Адекватное восприятие организмом физических нагрузок при сохранении оптимальных показателей работы отдельных систем и органов, полноценный обмен веществ возможны только в присутствии АФК во вдыхаемом воздухе. Именно поэтому наиболее полезны прогулки на открытом воздухе. Благоприятное биологическое действие атмосферного озона и аэроионов реализуется лишь при их «природных» концентрациях, значения которых значительно ниже предельно допустимых нормативов. В данном случае действует универсальный принцип: малые («природные») дозы АФК вызывают стимулирующий эффект, высокие дозы – угнетающий.

Нормализация ионно-озонного режима помещений

Искусственная ионизация и озонирование воздуха («реактивация воздуха») в последние годы все шире используется для улучшения качества воздушной среды в закрытых помещениях. Задача нормализации ионно-озонного режима помещений сводится к обеспечению в воздухе помещения концентраций АФК, близких к природным показателям.

Действующие в РФ для воздушной среды помещений максимально допустимый уровень аэроионов как отрицательной, так и положительной полярности - 50000 ионов/см³, предельно допустимая концентрация для озона – 100 мкг/м³. При превышении указанной концентрации озон, являющийся самым мощным природным окислителем, становится крайне опасным из-за своей токсичности. Перенасыщение же вдыхаемого воздуха легкими отрицательными кислородными ионами, являющимися супероксид - анион радикалами, ведет к разбалансировке электрофизиологических параметров организма и нарушению нейроэндокринных и биохимических регуляторных механизмов.

Когда мы говорим, что воздух ионизирован, это значит, что некоторая (очень небольшая) часть газовых молекул воздуха несет электрический заряд отрицательного или положительного знака. При нормальных условиях в 1 см³ воздуха содержится около $2,7 \cdot 10^{19}$ молекул. Чистый атмосферный воздух насыщен легкими кислородными ионами каждого знака в концентрациях 1000-5000 ионов/см³ (лесной и морской воздух), 5000 – 10000 ионов/см³ (воздух горных курортов), 10000 – 50000 ионов/см³ (воздух у водопада), а также, озоном с концентрацией до 40 мкг/м³. Создавая в помещении с помощью систем искусственной ионизации и озонирования воздуха «природные» уровни АФК, имеется полная гарантия исключения неблагоприятных эффектов для здоровья человека и животных. С психологической точки зрения целесообразно не превышать при этом порог ощущения запаха озона, который может значительно варьироваться в зависимости от индивидуальной чувствительности, но в

среднем составляет 18-20 мкг/м³; тогда «реактивация» не будет восприниматься людьми, как принудительное изменение химического состава воздуха. По гигиеническим показателям и в соответствие с санитарными нормами (Санитарно-гигиенические нормы допустимых уровней ионизации воздуха СанПиН 2.2.4.1294-03 от 16 июня 2003 года) представляется оптимальным создание в зоне дыхания человека концентрации легких аэроионов в пределах 1000-5000 ионов/см³, озона – 10-15 мкг/м³. При повышении физических и психоэмоциональных нагрузок возможно увеличение концентраций АФК в воздухе, при этом допустимые уровни не должны быть превышены, особенно в течение длительного времени.

Таким образом, система искусственной ионизации и озонирования воздуха, будучи абсолютно безопасной, создаст у личного состава эмоциональное ощущение свежести и чистоты воздуха. Отметим сразу, что это будет не обман человека, а личная эмоциональная оценка. На этих оценках базируется так называемые «зоны комфорта» - комбинации физических параметров воздушной среды, которые более 80% испытуемых людей определяли эмоционально как комфортные.

Биологическое действие АФК на организм человека

Биологическое воздействие АФК воздуха на организм – явление многостороннее, поликомпонентное и разнонаправленное. Некоторые исследователи сравнивали влияние ионов воздуха с эффектом витаминов и гормонов, подчеркивая колоссальный отклик организма на ничтожные дозы действующего агента. А.Л. Чижевский называл легкие отрицательные аэроионы (ЛОАИ) витаминами воздуха.

Значительный экспериментальный материал (табл. 1), полученный на человеке, свидетельствует о том, что в подавляющем большинстве случаев ЛОАИ действуют противоположно легким положительным аэроионам (ЛПАИ) и, при их примерном равенстве в природных условиях, обеспечивают некое равновесие с точки зрения их влияния на физиологические процессы в организме.

Таблица 1

Параметр	ЛОАИ	ЛПАИ
Число эритроцитов	увеличение	уменьшение
Гемоглобин	повышение	снижение
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)	уменьшение	увеличение
Артериальное давление у гипертоников	уменьшается	увеличивается
Артериальное давление у гипотоников	повышение	снижение
Частота сердечных сокращений	уменьшение	увеличение
Амплитуда зубца Т на электрокардиограмме	уменьшение	увеличение
Морфологические и физико-химические свойства крови	нормализация	-
Окислительно-восстановительные процессы в тканях	ускорение	угнетение
Скорость регенерации тканей (в т.ч. костной)	увеличение	уменьшение
Легочная вентиляция в состоянии покоя	усиление	ослабление
Водный обмен и диурез	нормализация	-
Сахар крови (особенно у диабетиков)	снижение	повышение
Возбудимость мускулатуры	усиление	ослабление
Функциональная деятельность коры головного мозга	нормализация	-

Установлена способность ЛОАИ повышать устойчивость организма к недостатку кислорода, витаминов, холоду, бактериальной интоксикации, к статической и динамической работе. Интенсивная кислородная ингаляция с отрицательной ионизацией используется для быстрого восстановления и реабилитации персонала, занятого интенсивным трудом. Данный метод применения высоких доз ионизированного кислорода для профессионалов был назван джет-тренинг (реактивная тренировка).

Показан выраженный благоприятный эффект ЛОАИ при общей слабости, снижении физической и умственной работоспособности, при бессоннице, головных болях любой этиологии, аллергических проявлениях, неврозах. Продемонстрировано положительное влияние ЛОАИ на когнитивные способности (повышение внимания и восприятия) и поведенческие реакции (антистрессорное и антидепрессивное действие). ЛОАИ активизируют метаболизм, стабилизируют процессы вегетативной регуляции.

Согласно одной из современных парадигм развития патологии, коагуляция (сгущение) тканей, в том числе крови, начинает развиваться при потере тканью отрицательного электрического заряда, а при восстановлении заряда отрицательной полярности до номинальных значений восстанавливается нормальное физиологическое состояние ткани. В данном контексте аэроионизация выступает как один из простых и эффективных способов предотвращения и обращения патологических изменений в организме.

Несмотря на то, что именно отрицательные аэроионы оказывают столь позитивное влияние на физиологические процессы в организме, искусственная ионизация воздуха должна обеспечиваться ионами обеих полярностей с некоторым преобладанием ионов отрицательной полярности (в соответствии с СанПиН 2.2.4.1294-03 концентрация отрицательных ионов должна превышать концентрацию положительных ионов в 1 – 1,6 раза). Примерно такой баланс отрицательных и положительных ионов наблюдается и в природных условиях, что является, пожалуй, самым весомым аргументом в дискуссии о целесообразности применения для искусственной ионизации только отрицательных ионов или ионов обеих полярностей.

Кроме того, при искусственной униполярной ионизации в воздухе помещения накапливается униполярный избыточный заряд, оседающий на незаземленные предметы. При определенных условиях (низкая влажность воздуха, близкое нахождение от источника униполярной ионизации, изолирующие полы и обувь) на человеке, находящемся в данном помещении, также может быть наведен электрический заряд. Потенциал этого заряда зависит от геометрических параметров человека, а точнее, от его электрической емкости, прямо пропорционален скорости движения ионизированного воздуха и обратно пропорционален подвижности аэроионов. При скорости ионизированного воздуха 0,5 м/с на человеке, со средним ростом 1,7 м и средней комплекции, может наводиться заряд, величина потенциала которого достигает 3 – 4 кВ. Это может приводить не только к неприятным болезненным ощущениям при прикосновении человека к заземленным предметам или предметам, обладающим значительной электрической емкостью, но и к возникновению наведенных электрических токов в теле человека из-за градиента потенциала между различными частями тела.

Как правило, в закрытом помещении вследствие незначительной влажности воздуха и наличия предметов, способных генерировать электростатические заряды (синтетика, шесть, мониторы компьютеров и т.д.), изначально присутствуют наведенные заряды, причем, как положительной, так и отрицательной полярности. При искусственной ионизации воздуха биполярная ионизация не вызывает дополнительного

усиления потенциалов зарядов одной из полярностей, но обеспечивает эффективную нейтрализацию уже наведенных ранее зарядов.

При небольших «природных» концентрациях $10 - 20 \text{ мкг/м}^3$ озон усиливает окислительно – восстановительные реакции в организме, оказывает мощное стимулирующее воздействие на антиоксидантную систему организма, улучшает обмен веществ в клетках. Озон действует намного лучше всякого рода синтетических иммуномодуляторов. Биологическое действие малых доз озона изучено не столь подробно, как аэроионов. Тем не менее, убедительно доказано, что озонирование подаваемого в закрытое помещение воздуха в концентрации 20 мкг/м^3 достоверно снижало количество жалоб личного состава на ощущение духоты, недостаток свежего воздуха, повышенную утомляемость; при этом достоверно улучшалось самочувствие, активность и настроение личного состава.

Экспериментально показано, что вдыхание воздуха, обогащенного озоном с концентрацией 55 мкг/м^3 ($0,55 \text{ ПДК}$), в течение 5 минут у группы испытуемых (мужчины 18-32 лет) приводило, по сравнению с контрольной группой, дышавшей деозонированным воздухом, к снижению латентного периода двигательной реакции, увеличению мышечной выносливости кистей рук, повышению продолжительности и общей выносливости при работе на велоэргометре, активизации восстановительных процессов после физической нагрузки, в частности, к укорочению времени восстановления частоты сердечных сокращений.

При использовании АФК, как одного из важнейших параметров системы управления качеством воздушной среды в помещении, необходимо помнить, что положительное воздействие на организм ионов и озона возможно в том и только в том случае, если приточный воздух предварительно отфильтрован.

Необходимо заметить, что при искусственном озонировании воздуха должно обеспечиваться равномерное заполнение озоном объема всего помещения для того, чтобы гарантированно исключить накопление озона в отдельных зонах помещения выше уровня оптимально установленных концентраций.

Ввиду того, что техника очистки воздуха в вентиляционных системах развита достаточно хорошо на современном уровне, по – видимому, является целесообразным дооснащение вентиляционных систем специальными устройствами, обеспечивающими «природное» качество воздуха – ионизаторами и озонаторами. Именно по этому пути начинают идти некоторые ведущие зарубежные фирмы - производители кондиционеров и воздухоочистителей - LG, Panasonic и др.

Заключение

Малые «природные» концентрации легких аэроионов и озона, как компонентов природного чистого воздуха, оказывают на организм человека общеукрепляющее, тонизирующее действие, оптимизируя основные функциональные показатели состояния организма, особенно при выполнении повышенных физических и психоэмоциональных нагрузок. Использование искусственной ионизации и озонирования воздуха в закрытых помещениях с большим скоплением народа с целью нормализации и реактивации воздуха, лишенного активных форм кислорода, будет способствовать «оздоровлению» воздушной среды, благоприятному воздействию на организм, улучшению самочувствия при выполнении психофизических нагрузок.