

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИОНИЗАЦИИ И ОЗОНИРОВАНИЮ ВОЗДУХА ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

**С.И. Бурцев, д.т.н., ЗАО «БЮРО ТЕХНИКИ
кондиционирования и охлаждения»,**

А.А. Варгаузин, ЗАО «МЭЛП»,

**А.А. Дударев, к.м.н., ФГУН «Северо-Западный научный
центр гигиены и общественного здоровья»**

Роспотребнадзора, Санкт-Петербург;

**Г.Л. Спичкин, к.т.н., Санкт-Петербургский государствен-
ный политехнический университет**

Современные системы вентиляции и кондиционирования способны в целом решить проблему очистки воздуха и поддержания оптимальных параметров микроклимата в помещениях. При этом некоторые параметры воздушной среды, как правило, остаются без внимания специалистов по управлению качеством воздуха помещений. Подвергаясь фильтрации и проходя по протяженным вентиляционным воздуховодам, атмосферный воздух теряет ионы и озон. Деионизированный и деозонированный воздух лишен естественных природных свойств, ощущения чистоты и свежести, которое и определяется присутствием в нем аэроионов и озона – активных форм кислорода (АФК), естественных энергоносителей воздуха.

Изучение проблемы ионизации и озонирования воздуха имеет многолетнюю историю (Чижевский А.Л., 1933, 1999; Васильев Л.Л., 1960; Минх А.А., 1963; Губернский Ю.Д. и др., 1976, 1978).

Наличие в воздухе достаточной концентрации легких ионов является одним из важнейших аспектов качества воздуха и «здоровой» среды обитания в целом. Аэроионы и озон являются катализаторами нейро-эндокринных, иммунных, ферментативных процессов в организме. Длительный и тем более хронический дефицит легких ионов и озона в окружающем и во вдыхаемом воздухе может приводить к серьезным нарушениям здоровья. Синдром «закрытых помещений», синдром «большого здания» часто проявляется у работников современных офисов, где созданы наиболее благоприятные условия, в том числе, по критерию чистоты воздуха.

О пользе для здоровья аэроионов и озона, их биологическом действии на организм, гигиенических аспектах ионизации и озонирования мы уже писали в недавней публикации журнала (Дударев А.А. и др., 2005) и в других изданиях (Бурцев С.И. и др., 2002; Дударев А.А. и др., 2002, 2004).

Искусственная ионизация и озонирование воздуха («реактивация воздуха») с использованием ионизаторов и озонаторов все шире используются для улучшения качества воздушной среды жилых и офисных помещений.

С 2003 года в Российской Федерации введены в действие новые «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений» (СанПиН 2.2.4.1294-03). По сравнению с действовавшими с 1980 года «Санитарно-гигиеническими нормами допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений» (СГН 2152-80) настоящие нормы имеют некоторые преимущества, но по существу остаются не доработанными.

В качестве нормируемых показателей ионизации воздуха СанПиН-03 устанавливает:

Нормируемые показатели	Концентрация аэроионов, ρ (ион/см ³)		(коэффициент униполярности), $У$
	положительной полярности	отрицательной полярности	
Минимально допустимые	$\rho^+ \geq 400$	$\rho^- > 600$	$0,4 \leq У < 1,0$
Максимально допустимые	$\rho^+ < 50\ 000$	$\rho^- \leq 50\ 000$	

Сергей Иванович Бурцев родился в 1952 году. В 1975 г. с отличием окончил Ленинградский технологический институт холодильной промышленности и был оставлен на кафедре кондиционирования воздуха на должности инженера. Закончил аспирантуру и защитил кандидатскую диссертацию, в 1985 году ему присвоено звание доцента.

В 1987 году защитил докторскую диссертацию, спустя год избран на должность профессора кафедры МА и СК, в 2000 году стал заведующим кафедрой кондиционирования воздуха Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. Автор около 100 публикаций и многих изобретений.

Научно-педагогическую работу успешно сочетает с предпринимательской деятельностью. С.И. Бурцев – основатель и председатель совета директоров ЗАО «Бюро техники и кондиционирования воздуха».

Профессор С.И. Бурцев – вице-президент АВОК Северо-Запад, член редакционного и научно-технического советов редакции научно-технического журнала «Инженерные системы».

Дударев Алексей Анатольевич, родился 22 марта 1964 года. Окончил Ленинградский санитарно-гигиенический медицинский институт в 1987 г. В 1993 г. защитил кандидатскую диссертацию, к.м.н. 16.11.2006 защитил докторскую диссертацию. Заведующий отделом гигиены труда ФГУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора. Сфера научных интересов – гигиенические аспекты качества воздуха помещений.

Спичкин Георгий Леонидович. Родился 19.02.1953. Окончил Ленинградский политехнический институт в 1976 г. В 1986 г. защитил кандидатскую диссертацию, к.т.н. Заведующий научно-исследовательским сектором газоразрядных устройств кафедры инженерной электрофизики и техники высоких напряжений Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Сфера научных интересов – газоразрядные процессы, технологии и устройства.

Для
ные кр
норм
Мак
Мак
тимье
тались
поляри
который
для нор
помещ
Значит
чета со
разног
поляри
коэффи
предст
ние чис
отрица
1,0 оз
в поме
чем пол
разниц
Кроме
кает «...
жители
местах,
тростат
возле м
отпадае
фициен
ла, рабо
этих раб
следует
трация с
Однак
существо
ионы об
в равни
люционн
биополяр
Задач
ного со
сводится
мещения
природн
санитарн
Преде
ция для
а предел
трация оз
пребыван
где содер
ного из п
лителя –
становитс
ных усло
как прави

Для сравнения приводим аналогичные критерии предыдущих санитарных норм (СГН 2152-80):

индивидуальной чувствительности 18-20 мкг/м³ и составляет величину на уровне 10-20 мкг/м³.

Уровни	число ионов в 1 см ³ воздуха		П (показатель полярности)
	n ⁺	n ⁻	
Минимально необходимый уровень	400	600	- 0,2
Оптимальный уровень	1500-3000	3000-5000	от - 0,5 до 0
Максимально допустимый уровень	50 000	50 000	от - 0,5 до + 0,5

Максимально и минимально допустимые уровни ионизации воздуха остались неизменными для ионов обеих полярностей; оптимальный уровень, который являлся хорошим ориентиром для нормализации аэроионного режима помещений, исчез из нового норматива. Значительно упростилась система расчета соотношений количеств аэроионов разного знака заряда. Коэффициент полярности заменен в СанПиН-03 на коэффициент униполярности У, который представляет собой простое отношение числа положительных ионов к числу отрицательных. Диапазон У от 0,4 до 1,0 означает, что отрицательных ионов в помещении должно быть больше, чем положительных, при этом данная разница может достигать 2,5 крат. Кроме того, п. 2.6. СанПиН-03 допускает «... отсутствие аэроионов положительной полярности» «... на рабочих местах, где имеются источники электростатических полей», т.е. например, возле мониторов ПК. Таким образом, отпадает необходимость расчета коэффициентов соотношения для персонала, работающего с компьютерами, для этих рабочих мест основное внимание следует уделять определению концентрации отрицательных ионов.

Однако в природе униполярности не существует, воздух всегда содержит ионы обоих знаков заряда примерно в равных пропорциях, и человек эволюционно адаптирован к вдыханию биполярно заряженного воздуха.

Задача нормализации ионно-озонного состава воздуха помещений сводится к обеспечению в воздухе помещения концентраций АФК, близких к природным, а также удовлетворяющих санитарным нормам.

Предельно допустимая концентрация для озона составляет 100 мкг/м³, а предельная среднесуточная концентрация озона – 30 мкг/м³. Длительное пребывание человека в помещении, где содержание озона – самого мощного из природных элементов окислителя – превышает эти значения, становится небезопасным. В природных условиях концентрация озона, как правило, не превышает порога

Создавая в помещении с помощью аппаратов искусственной ионизации и озонирования воздуха «природные» концентрации АФК, получают полную гарантию исключения неблагоприятных эффектов для здоровья человека. С психологической точки зрения целесообразно не превышать при этом порог ощущения запаха озона, тогда насыщение воздуха молекулами озона не будет восприниматься людьми как принудительное изменение химического состава воздуха.

Итак, будем считать, что оптимальные условия для дыхания обеспечиваются при создании в зоне дыхания человека концентрации легких аэроионов на уровне 1000-3000 ионов/см³, а озона – 10-15 мкг/м³. При повышении физических и психоэмоциональных нагрузок людей, находящихся в помещении, возможно увеличение концентраций АФК в воздухе, при этом допустимые уровни (по озону 100 мкг/м³, по ионам 50000 ионов/см³) не должны быть превышены, особенно в течение длительного времени. Тогда можно с большой степенью вероятности утверждать, что улучшение воздушной среды в жилых и производственных помещениях, а также в транспорте, путем обогащения его аэроионами и озоном в «природных» концентрациях может существенно повысить работоспособность, уменьшить утомляемость, улучшить здоровье и подарить человеку несколько дополнительных лет активной жизни.

Основные требования, предъявляемые к устройствам генерации аэроионных потоков и озона, или только аэроионных потоков в воздухе помещения, сводятся к следующему.

Во-первых, устройства не должны создавать в воздухе помещения локальных зон, в частности, вблизи мест, где могут продолжительное время находиться люди, с повышенными концентрациями ионов и озона. Также не должно быть застойных зон, где бы озон мог накапливаться до значений, превышающих предельно допустимые (с ионами, к счастью, такого произойти не может – в зонах, где подвижность

воздуха стремится к нулю, также стремительно падает концентрация аэроионов). Зачастую рециркуляционные воздухоочистители с функциями озонирования и ионизации воздуха, создавая локально направленную струю воздуха, не в состоянии выполнить данное требование, а потому продолжительное нахождение вблизи выхода таких устройств становится небезопасным.

Во-вторых, воздух, насыщаемый активными формами кислорода, должен быть предварительно очищен от аэрозольных загрязнителей. На наш взгляд, концепция некоторых систем очистки, заключающаяся в создании в воздухе помещения избыточного количества униполярных ионов с целью зарядки аэрозолей и их последующего выноса из зоны дыхания людей и оседания на поверхности окружающих нас предметов, стен и потолка помещений, неверна, а реализуемый метод очистки просто небезопасен для здоровья. Дело в том, что при этом аэрозоль не выводится из помещения. Кроме того, зарядка аэрозольных загрязнителей способствует усилению их проникновения в дыхательные пути, что оказывает неблагоприятный эффект на здоровье. Именно поэтому воздух в помещении должен быть предварительно очищен.

Представляется, что наиболее корректным является встраивание устройств генерации АФК в системы приточно-вытяжной вентиляции, так как только применение приточно-вытяжной вентиляции способно обеспечить относительно равномерное распределение АФК по помещению и исключить возможность накопления АФК в его отдельных воздушных зонах. Желательно устанавливать устройства генерации АФК после фильтрационного оборудования и камеры статического давления, обеспечивающей выравнивание воздушного потока по скорости, на незначительном расстоянии от выходной вентиляционной решетки или системы раздачи воздуха в помещение. Это вызвано ограничением, связанным с потерей аэроионов во время их транспорта по воздуховодам, как металлическим, так и диэлектрическим. Причем, наиболее критичным параметром, влияющим на гибель аэроионов, является длительность транспорта.

Эксперименты показывают, что для воздуховодов диаметром 100-200 мм характерное время, в течение которого концентрация аэроионов снижается в 2 раза, составляет 2-3 с.

Поэтому расстояние от места установки устройства генерации аэроионов до места выхода ионизированного воздушного потока в помещение при средней скорости потока по воздуховоду 5 м/с не должно превышать 10 м. Следует заметить, что транспорт униполярных ионных потоков по воздуховодам практически вообще не осуществим вследствие электростатического запыления ионного потока униполярным объемным зарядом.

Устройства генерации активных форм кислорода могут и должны найти свое место в следующих областях применения:

- на выходе систем приточной вентиляции после предварительной очистки воздуха от аэрозолей (пыли),
- на выходе систем кондиционирования воздуха,
- в системах коллективного распределения воздуха,
- на выходе систем персонального воздухооборота при формировании воздушных зон с нормируемыми характеристиками АФК,
- на выходе систем формирования локального микроклимата на рабочем месте офисного сотрудника,
- на выходе систем подачи воздуха глубокой очистки, поступающего в виде ламинарных потоков в «чистые» комнаты электронного, фармацев-

тического и медицинского производства, ряд помещений медицинского назначения (операционные и реанимационные палаты), пищевого и некоторых других видов промышленности.

Выбор конструкции устройства генерации АФК зависит от идеи конкретного применения.

В настоящее время по заказу компании «БЮРО ТЕХНИКИ кондиционирования и охлаждения» предприятием ЗАО «МЭЛП» (медицинские и экологические приборы), входящим в состав научно-технологического парка Санкт-Петербургского государственного Политехнического университета, при консультативной поддержке и содействии специалистов федерального государственного учреждения науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора разработаны и отлажены в производстве несколько модификаций и конструкций устройств, предназначенных для генерации АФК. Их основные технические характеристики и назначения указаны в таблице 5.

Во всех моделях ГБИ (кроме модели ГБИ-01) предусмотрена программируемая установка характеристик эффективности ионизации, а в модели ГБИ-02 – еще и установка характерис-

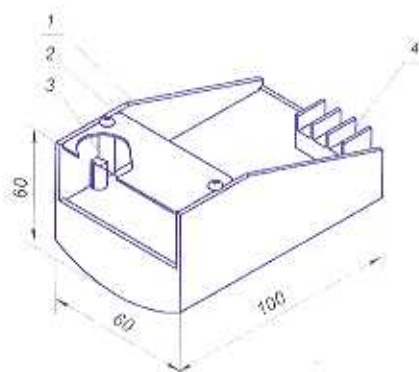


Рис. 1. Генератор биполярных ионных потоков ГБИ-01, устанавливаемый в воздуховоды круглого сечения диаметром от 100 до 200 мм.

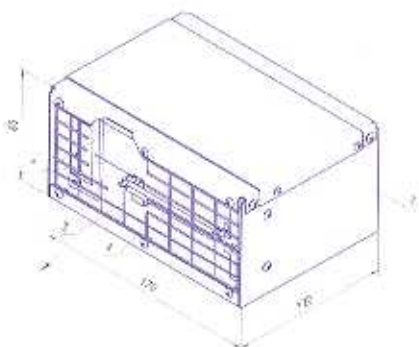


Рис. 2. Ионизационно-озонаторный комплекс ГБИ-02, встраиваемый в воздуховоды прямоугольного сечения.

Таблица 5.

Модель	Концентрация отрицательных аэроионов на выходе устройства, ионов/см ³	Концентрация положительных аэроионов на выходе устройства, ионов/см ³	Концентрация озона на выходе устройства, мкг/м ³	Апертура потока воздуха на выходе устройства, насыщенного АФК, мм	Область применения
1	2	3	4	5	6
ГБИ-01	10000 – 50000	10000 – 30000	-	70x20	системы формирования локального микроклимата и персонального воздухооборота
ГБИ-02	30000 – 300000	30000 – 300000	10 – 20	120x50	системы приточной вентиляции и кондиционирования воздуха
ГБИ-03	30000 – 300000	30000 – 300000	-	100x30 200x30	системы коллективного распределения воздуха
ГБИ-04 (технологическая)	30000 – 300000	30000 – 300000	-	100x100 400x1200	системы подачи воздуха глубокой очистки в виде ламинарных потоков

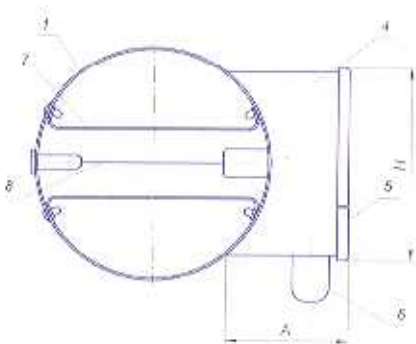
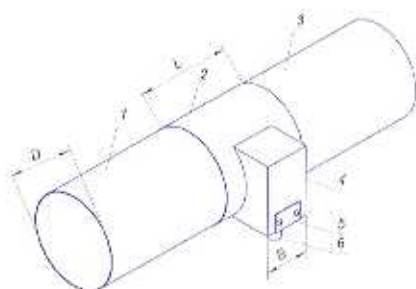


Рис. 3. Генератор биполярных ионных потоков ГБИ-03, встраиваемый в воздуховод круглого сечения диаметром 160-400 мм приточной вентиляции и расположение его коронирующих электродов в воздуховоде.

тики э
озона.
для л
расти
с учет
возду
ваются
элект
скорос
электр
влияни
ции и
в стол
концен
тельно
показы
измене
возду
0,5-5 м
Конс
торов,
ния в с
(модел
предста
твенно.
Модел
полнос
воздух
лого и
креплен
ся с по
липкия
морзев
Конс
модели
что блок
высоков
защитны
эксплуа
условия
в частно
ности. И
тикового
лишь вы
электрод
ческого
пластич
и клемм
водов э
размеры
100x60x6
Корпу
выполне
имеет за
решетки
воздушн
реактор
выполнен
бочек, в
вольные
от сечен
воздуха
электрод
2 до 4. При
родах раз
170x85x12

тики эффективности электросинтеза озона. Данные регулировки введены для получения заданных характеристик ионизации и озонирования с учетом реальных величин расхода воздушного потока, в который встраиваются коронирующие и озонирующие электроды устройств, т.к. линейная скорость воздуха в зоне расположения электродов оказывает существенное влияние на характеристики ионизации и озонирования. Приведенные в столбцах 2 и 3 таблицы 5 значения концентраций аэроионов отрицательной и положительной полярности показывают возможный диапазон их изменения в зависимости от скорости воздушного потока в воздуховоде 0,5-5 м/с.

Конструктивное выполнение генераторов, предназначенных для встраивания в системы приточной вентиляции (модели ГБИ-01, ГБИ-02 и ГБИ-03), представлено на рис.1, 2, 3, соответственно.

Модели ГБИ-01 и ГБИ-02 – модели, полностью устанавливаемые внутрь воздухопроводов, соответственно, круглого и прямоугольного сечения. Их крепление в воздуховоде производится с помощью ленты с двусторонним липким слоем и/или с помощью саморезов.

Конструктивной особенностью модели ГБИ-01 (рис. 1) является то, что блок электропитания, в том числе высоковольтный трансформатор залит защитным компаундом, что позволяет эксплуатировать данную модель в условиях, отличных от нормальных, в частности, при повышенной влажности. Из залитого компаундом пластикового корпуса 1 наружу выведены лишь высоковольтный коронирующий электрод 3, защищенный от механического воздействия заземленной пластиной 2 из нержавеющей стали, и клеммник для подключения проводов электропитания. Габаритные размеры устройства не превышают 100x60x60 мм.

Корпус модели ГБИ-02 (рис. 2) выполнен из нержавеющей стали, имеет заднюю и переднюю защитные решетки, расположенные поперек воздушного потока. Газоразрядный реактор для электросинтеза озона выполнен на основе кварцевых трубочек, в которые вставлены высоковольтные электроды. В зависимости от сечения воздуховода и расхода воздуха количество коронирующих электродов может варьироваться от 2 до 4. При двух коронирующих электродах размеры модели не превышают 170x85x120 мм.

Модель ГБИ-03 (рис. 3) выполнена в виде металлической вставки 2 диаметром, соответствующим диаметру воздуховода 1, 3 (соединение вставки с фрагментами воздуховода – ниппельное). Коронирующие электроды 7, 8 размещены внутри вставки, блок электропитания 4, имеющий кабельный ввод 6 и съемную крышку для подключения электропитания 5, выполнен снаружи вставки 2. Длина вставки L составляет 100 мм, размеры блока электропитания АхВхВ не превышают 50x100x60 мм.

Коэффициент перекрытия (отношение площади сечения введенных элементов устройств внутри воздуховода, перпендикулярное к вектору скорости воздушного потока, к площади сечения воздуховода) для моделей ГБИ-01 и ГБИ-02 не превышает 25%, для модели ГБИ-03 – 5 %.

Устройства генерации биполярных ионных потоков не только обеспечивают коррекцию аэроионного фона в помещении, но и выполняют помимо этого еще одну важную задачу. Биполярные ионные потоки нейтрализуют наведенные электростатические заряды, изначально накапливающиеся на мониторах ПК и телевизоров, одежде людей, синтетических покрытиях и т.д., что особенно актуально в отопительный сезон, когда относительная влажность может падать до 15-25 %.

На устройства генерации ионных потоков серии ГБИ имеется гигиеническое заключение.

В заключение еще раз хочется отметить, что в настоящее время появились недорогие, разрешенные к применению устройства генерации АФК различного назначения, выпускаемые под торговой маркой ИОККИ (ионизационно-озонаторные комплексы канального исполнения).

Их применение полностью решает задачи корректировки аэроионного состава воздуха в помещениях в соответствии с утвержденными санитарными нормами, которые никто не отменял, но и никто особенно не старался выполнять, по-видимому, потому, что до сих пор устройства генерации АФК на рынке отсутствовали.

Наверное, пришло время пересмотреть свое отношение как к выполнению соответствующих санитарных норм с формальной точки зрения, так и к качеству воздуха помещений, где мы обитаем, по существу. Устройства генерации АФК должны найти достойное применение при проектировании новых зданий, строительстве и реконструкции старых зданий общественного и производственного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурцев С.И., Коркин В.Д., Дударев А.А. Жизнь в задыхающихся домах // ж. Кондиционирование, Вентиляция, Отопление и Водоснабжение. Профессиональное приложение к еженедельнику «Стройка»: ПРОдвижение, № 4, март 2002, с. 34-41.
2. Васильев Л.Л. Влияние атмосферных ионов на организм. Ленинград, 1960.
3. Губернский Ю.Д., Дмитриев М.Т. Атмосферный озон и ионы – основные компоненты свежести воздуха // Природа. – 1976. – № 9. – С. 21-31.
4. Губернский Ю.Д., Исмаилова Д.И. Гигиеническая значимость ионно-озонного комплекса в условиях жилых и общественных зданий // Вестник АМН СССР. – 1978. – № 8. – С. 49-53.
5. Дударев А.А., Турубаров В.И. Актуальные проблемы гигиенического нормирования ионов в воздухе // ж. Медицина труда и промышленная экология. – 2002. – № 9, 2002, с. 35-39.
6. Дударев А.А., Крупкин Г.Я., Турубаров В.И., Бурцев С.И., Карцев В.В., Никитина В.Н., Дубейковская Л.С., Маркова О.Л. Комплексный подход к гигиенической оценке и управлению качеством воздушной среды современных офисных помещений // ж. Медицина труда и промышленная экология. – 2004. – № 1, с. 37-40.
7. Дударев А.А., Бурцев С.И., Турубаров В.И., Спичкин Г.Л. Искусственная ионизация и озонирование воздуха // научно-технический журнал «Инженерные системы, АВОК Северо-Запад». – 2005. – № 1 (21), с. 56-59.
8. Минх А.А. Ионизация воздуха и ее гигиеническое значение. Гос. изд-во мед. лит-ры. Москва, 1963.
9. Проблемы ионификации. Труды ЦНИЛИ. – Под ред. проф. А.Л. Чижевского. Т. 1-4., Коммуна, Воронеж, 1933.
10. СанПиН 2.2.4.1294-03. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 11 с.
11. СГН № 2152-80. Санитарно-гигиенические нормы допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений, 1980 г.
12. Чижевский А.Л. Аэроионы и жизнь. Беседы с Циолковским, – М. 1999.

НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

АВОК – Северо-Запад

2006

№ 4 (25)

- ОТОПЛЕНИЕ
- ВЕНТИЛЯЦИЯ
- КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА
- ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ
- ХОЛОДОСНАБЖЕНИЕ
- ГАЗОСНАБЖЕНИЕ
- ВОДОСНАБЖЕНИЕ
- АВТОМАТИЗАЦИЯ
- ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ВОЗДУХОТЕХНИКА



Производство
Проектирование
Монтаж

СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ



Тел.: (495) 448 00 00/447 05 24
Факс: (495) 799 96 26/448 56 51



E-mail: info@voztech.ru
www.voztech.ru

