

“ГЕНЕРАТОРЫ ОЗОНА, КОТОРЫЕ ПРОДАЮТСЯ КАК ОЧИСТИТЕЛИ ВОЗДУХА: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ”

1. Опасность озона

Производители и продавцы генераторов озона часто используют вводящие в заблуждение термины для обозначения озона. Такие термины, как “энергизованный кислород” или “чистый воздух”, внушают покупателям, что озон – это полезный сорт кислорода. Некоторые федеральные агентства приняли гигиенические стандарты или рекомендации по ограничению воздействия озона на людей. Эти ограничения суммируются в Таблице 1.

| Таблица 1. Воздействие озона на здоровье и стандарты | | |
|---|---|--|
| Воздействие на здоровье | Факторы риска | Гигиенические стандарты |
| <p>Потенциальный риск:</p> <ul style="list-style-type: none"> • угнетение дыхательной функции; • астматические приступы; • раздражение гортани и кашель; • боль в грудной клетке и укороченное дыхание; • высокая восприимчивость к респираторным инфекциям. | <p>Предполагаемые факторы, увеличивающие риск и серьезность последствий для здоровья:</p> <ul style="list-style-type: none"> • увеличение концентрации озона в воздухе; • увеличение продолжительности воздействия; • физическая активность, увеличивающая частоту дыхания; • имеющиеся легочные болезни. | <p>Food and Drug Administration устанавливает выход озона от медицинской техники внутри помещений не более 0.05 ppm.</p> <p>Occupational Safety and Health Administration требует, чтобы воздействие озона на работающего не превышало не 0.1 ppm в течение 8 часов.</p> <p>National Institute of Occupational Safety and Health рекомендует верхний предел 0.1 ppm для любого времени воздействия</p> <p>EPA’s стандарт качества окружающего воздуха требует, чтобы максимальная концентрации 8-часового воздействия была не более 0.08 ppm</p> |

1ppm = 2.15 мг/м³

2. Могут ли генераторы озона эффективно контролировать загрязнения воздуха в помещениях

Некоторые производители и продавцы утверждают, что озон устраняет почти все вредные химические загрязнения в реакциях, в результате которых образуются диоксид углерода и вода.

Это дезинформация, так как:

- Во-первых обзор научных исследований показывает, что для многих химических соединений, часто встречающихся в воздушной среде помещений, реакции с озоном могут протекать с характерным временем месяцы и годы. Практически озон не реагирует с этими соединениями. Несмотря на заявления некоторых продавцов, озонные генераторы не эффективны в нейтрализации оксида углерода или формальдегида
- Во-вторых, для многих соединений, с которыми озон действительно эффективно реагирует, в результате реакций образуется многообразие вредных или раздражающих вторичных продуктов (Weschler et al., 1992a, 1992b, 1996; Zhang and Lioy, 1994). Например, в лабораторных экспериментах реакции озона с продуктами выделения из новых ковров снижалось содержание этих веществ, включая те, которые ответственны за запах новых ковров. Однако в результате реакций с озоном образуется множество альдегидов и суммарная концентрация органических веществ в воздухе возрастает быстрее, чем уменьшается в результате реакций с озоном (Weschler, et. al., 1992b). Кроме альдегидов, реакции с озоном могут увеличивать концентрацию в воздухе муравьиной кислоты (Zhang and Lioy, 1994). Эти вторичные продукты могут вызывать раздражение легких. Некоторые из вторичных продуктов реакций озона с органическими соединениями сами химически активны и способны образовывать раздражающие или едкие вторичные продукты (Weschler and Shields, 1996, 1997a, 1997b).
- В третьих, озон не может удалять частицы (т.е. пыль и пыльцу) из воздуха, включая те, частицы, которые могут вызывать аллергию. Однако, некоторые генераторы озона объединяются с генераторами ионов или ионизаторами в одном устройстве. Ионизатор – это устройство, которое рассеивает в воздухе отрицательные (и или положи-

тельные) ионы. Эти ионы прилипают в воздухе к частицам, сообщая им отрицательный (или положительный заряд), таким образом, что частицы могут прилипнуть к близлежащим поверхностям – стенам или мебели или к другим частицам и осесть из воздуха. В недавних экспериментах было показано, что ионизаторы менее эффективны в осаждении частиц пыли, табачного дыма, пыльцы или спор грибов, чем фильтры или электрофильтры (Shaughnessy et al., 1994; Pierce, et al., 1996).

Очевидно, что в концентрации не превышающей гигиенические стандарты озон неэффективен в нейтрализации многих веществ, являющихся источником запахов.

- Озон не показал эффекта в уменьшении концентрации (запаха) формальдегида (Esswein and Boeniger, 1994). Из результатов других экспериментов следует, что озон способен маскировать, но не устранять запах человеческого тела (Witheridge and Yaglou, 1939). Считается, что озон не может быть полезен для устранения запаха в вентиляционных системах зданий (ASHRAE, 1989).
- С другой стороны, убедительно показано, что некоторые запахообразующие вещества реагируют с озоном. Например, в ряде экспериментов было показано, что озон активно реагирует с некоторыми веществами, ответственными за запах новых ковров. Предполагается, что озон реагирует с акролеином – одним из наиболее пахучих и раздражающих соединений, найденных в старом табачном дыме (US EPA, 1995).

В концентрации не превышающей гигиенические стандарты озон неэффективен в инактивации вирусов, бактерий, грибов и других биологических загрязнителей.

- Предполагается, что низкие уровни концентрации озона могут снижать концентрацию возбудителей болезней и препятствовать росту микроорганизмов. Однако при этом концентрация озона должна быть в 5-10 раз больше, чем по гигиеническим стандартам, для того, чтобы озон мог достаточно эффективно инактивировать воздух и препятствовать выживанию и регенерации микроорганизмов после его удаления (Dyas, et al., 1983; Foarde et al., 1997).

- Даже при высокой концентрации озон может быть не эффективным при воздействии на микроорганизмы, находящиеся в порах материалов, таких как обшивка трубопроводов или потолочное покрытие (Foarde et al, 1997). Другими словами, озон может задерживать развитие микроорганизмов, но не производит полной инактивации микроорганизмов в воздухе, до тех пор, пока его концентрация не становится опасной для присутствующих в помещении людей. И даже при высокой концентрации микроорганизмы, находящиеся в порах материала, не инактивируются.

3. Могут ли генераторы озона нанести вред, если пользоваться рекомендациями производителей?

На рынке присутствует множество типов и моделей генераторов озона, которые отличаются по производительности. Результаты некоторых контрольных испытаний показывают, что концентрация озона может превышать величины, регламентируемых стандартами, даже в том случае, если пользователь действует по инструкции производителя.

- В одном из исследований (Shaughnessy and Oatman, 1991) большой генератор озона, который рекомендовался производителями для площадей “вплоть до 3000 кубических футов”, помещался в комнату объемом 350 кубических футов и работал на верхнем пределе. Концентрация озона в помещении быстро достигала 0.5 – 0.8 ppm, что 5-10 раз больше, чем предписано нормами.
- В исследовании, проведенном EPA, несколько разных устройств помещались в комнаты, в которых двери могли быть открытыми или закрытыми, а вентиляционная система могла быть включена или выключена. Результаты исследований показали, что на верхнем пределе производительности при закрытых дверях зачастую генерируется концентрация 0.2 – 0.3 ppm. При открытых дверях в смежной комнате достигалась концентрация 0.12-0.2 ppm. На других пределах производительности концентрация в основном не достигала предельных гигиенических норм.
- Обычная концентрация озона в помещении, обусловленная концентрацией в наружном воздухе, - 0.01-0.02 ppm, но она может достигать и величин 0.03-0.05 ppm (Hayes, 1991; U.S. EPA, 1996b; Weschler et al., 1989, 1996; Zhang and Liou; 1994). Эта концентрация

может складываться с концентрацией, обусловленной работой генераторов озона и тем самым увеличивать риск вредного воздействия.

4. В чем трудность контроля дозы озона?

Реальная концентрация озона, производимого генератором, зависит от многих факторов. Концентрация озона может возрасти в том случае, если используется более мощный генератор или более чем один генератор, если генератор помещен в малый объем, а не в большой объем, если двери в помещении закрыты, а не открыты, если в помещении меньше, а не больше материалов и мебели, которые адсорбируют озон или реагируют с ним, и при условии, что наружная концентрация озона мала, то концентрация озона в помещении тем меньше, чем больше вентиляция наружным воздухом.

Близость человека к генератору озона также влияет на дозу. Концентрация максимальна у выходного окна генератора и уменьшается с удалением от него.

Производители и продавцы советуют потребителю соотносить свойства устройства с пространством или пространствами, в котором оно используется. К несчастью, рекомендации некоторых производителей относительно соответствия устройства размеру помещения не гарантируют того, что концентрация озона в помещении не превысит гигиенические нормы.

Генераторы озона проходят контрольные испытания, в ходе которых устанавливается выход озона. Выход озона у этих устройств обычно не пропорционален положению регулятора. Таким образом, среднее положение регулятора не означает, что выход озона равен среднему между минимальным и максимальным уровнями. В некоторых испытанных устройствах генератор на максимальном уровне выдавал концентрацию в 10 раз больше, чем в среднем положении. Инструкции производителя некоторых устройств связывают положение регулятора с размером помещения. Однако, размер помещения – это только фактор, влияющий на уровень озона в помещении.

Дополнительно к определению положения регулятора в зависимости от размера помещения, пользователю предлагается уменьшить выход озона в том, случае, если он ощущает его запах. К сожалению, способность людей различать запах озон сильно различается, и способность человека ощущать запах озона быстро деградирует в присутствии озона. В то время как запах

озона свидетельствует о том, что концентрация слишком высока, отсутствие запаха не гарантирует безопасность.

По крайней мере один производитель предлагает устройство с сенсором озона, который включает и выключает генератор озона в соответствии с гигиеническими стандартами. EPA в настоящее время оценивает эффективность и надежность этих сенсоров и планирует дальнейшие исследования с целью совершенствования понимания обществом химии озона в помещениях.

5. Может ли озон использоваться в необитаемом пространстве?

Высокие концентрации озона в воздухе, в отсутствие людей иногда используются для дезинфекции и очистки воздуха от химических и биологических загрязнителей или запахов (например после пожара). Однако, сравнительно немного известно относительно вторичных продуктов подобных реакций (Dunston and Spivak, 1997).

В том случае, если для этих целей используются высокие концентрации озона, то необходимо обеспечить безопасность людей и животных. Кроме того, озон неблагоприятно воздействует на домашние растения, и повреждает материалы, такие как резина, изоляция проводов, ткани, произведения искусства.