

СОДЕРЖАНИЕ

Почти все про озон.....	3
Часто задаваемые вопросы.....	4
1. Термины и определения	6
2. Общие сведения.....	7
2.1. Озонирование жилых и общественных помещений.....	9
2.2. Очистка воздуха в производственных помещениях.....	9
2.3. Демеркуризация помещений.....	10
2.4. Продление сроков хранения плодоовощной продукции	11
2.5. Применение озонирования в холодильной технологии.....	12
2.6. Применение озонирования в молочной промышленности.....	12
2.7. Обработка зерна	15
2.8. Санация воздуха помещений	16
2.9. Ветпрофилактика заболеваний животных и птицы.....	17
2.10. Санитарная обработка кормов	18
2.11. Озонирование мясных и рыбных продуктов.....	18
2.12. Применение озоновых технологий при производстве инкубационных яиц и санитарной обработке пищевых яиц	19
2.13. Борьба с мышами и крысами	20
2.14. Пылевые (домашние) клещи.....	20
2.15. Обработка озоном салонов автомобилей.....	20
2.16. Применение озонных технологий в пчеловодстве	21
2.17. Применение озона в технологии выращивания огурцов в теплицах	22
2.18. Применение озона в сыродельном производстве	22
2.19. Обработка грибниц	22
2.20. Применение озона в дерматологии и косметологии	23
3. Прямоточные озонаторы	24
3.1. Озонатор "Озон-01П".....	25
3.2. Озонатор "Озон-5П".....	27
3.3. Озонатор "Озон-60П".....	29
3.4. Озонатор "Озон-90П".....	32
4. Как выбрать нужную модель озонатора	34
5. Рекомендуемый способ обработки помещений	35
5.1. Обработка озонатором "Озон-01П".....	35
5.2. Обработка озонаторам "Озон-5П", "Озон-60П", "Озон-90П"	35
Литература	36

ПОЧТИ ВСЕ ПРО ОЗОН



Часто задаваемые вопросы

❖ *Что мы знаем об озоне?*

Озон (от греческого *ozon* – пахнувший) – газ голубого цвета с резким запахом, сильный окислитель.

❖ *Как образуется озон в природе?*

Озон образуется из молекулярного кислорода (O_2) при электрическом разряде или под действием ультрафиолетового излучения. Вы почувствуете запах озона после грозы, когда он образуется при электрическом разряде.

❖ *Почему воздух после грозы кажется чище?*

Озон окисляет примеси органических веществ и обеззараживает воздух, придавая приятную свежесть (запах грозы).

❖ *Каково действие на вирусы?*

Озон подавляет (инактивирует) вирусы как вне, так и внутри клетки, частично разрушая его оболочку, прекращая способность к размножению.

❖ *Как проявляется бактериальные свойства озона при воздействии на микроорганизмы?*

При воздействии озона на микроорганизмы, в том числе на дрожжи, локально повреждается мембрана, что приводит к их гибели или невозможности размножаться. Отмечено повышение чувствительности микроорганизмов к антибиотикам. Экспериментально установлено, что газообразный озон убивает все виды бактерий, вирусов, плесневых и дрожжевых грибов и простейших. Время действия озона от 5 минут до одного часа.

❖ *Могут ли быть опасными соединения, образующиеся в жилых помещениях при озонировании воздуха?*

В результате озонирования помещения происходит резкое снижение содержащихся в воздухе токсичных веществ, происходит его очистка от вирусов и бактерий, увеличивается содержание в нем кислорода.

❖ *Не является ли озон вредным для клеток организма человека?*

При концентрациях озона выше предельно допустимых (ПДК) нахождение в помещении человека и животных не допустим. Входить в помещение можно после самопроизвольного распада озона до уровня ниже ПДК. В таких концентрациях озон совершенно безвреден.

❖ *Какие концентрации озона в воздухе считаются предельными?*

Безопасными являются концентрации озона ниже 30 мкг/м^3 .

❖ ***Как быстро разлагается озон в воздухе?***

Скорость разложения озона в воздухе зависит от температуры и степени загрязнения воздуха в помещении. Как правило, концентрация озона уменьшается на половину через каждые 10 минут. При разложении озона образуется кислород.

❖ ***Эффективно ли применение озонирования воздуха для устранения запахов прокуренных помещений и помещений после ремонта (запахи краски, лака)?***

Да, эффективно. Озон легко справляется с этой проблемой.

❖ ***Каковы сравнительные характеристики дезинфекции при использовании ультрафиолетовых установок, хлора и озонаторов?***

Озон уничтожает бактерии и вирусы в 2,5...6,0 раз эффективнее ультрафиолетовых лучей и в 600...2000 раз эффективнее хлорсодержащих реагентов.

❖ ***Нужно ли озонировать воздух в помещениях с кондиционерами?***

После прохождения воздуха через кондиционеры и нагревательные приборы в нем снижается содержание кислорода и не снижается уровень токсичных компонентов. К тому же старые кондиционеры сами являются источниками загрязнений и заражений. "Синдром закрытых помещений" – головная боль, усталость, частые респираторные заболевания. Озонирование таких помещений просто необходимо.

❖ ***Для чего озонируют продукты питания?***

Обработка продуктов питания (овощи, фрукты, мясо, рыба и т.д.) озоно-воздушной смесью позволяет в значительной степени увеличить продолжительность их сохранности.

❖ ***Не разрушает ли озон питательные вещества, содержащиеся в овощах, мясе, фруктах?***

Все питательные вещества и витамины сохраняются.

1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Озон – газ (O_3), модификация кислорода, обладающий сильными окислительными свойствами, нестабильное соединение, медленно распадающееся на молекулярный кислород.

Озонатор – прибор, вырабатывающий озон из кислорода, содержащегося в атмосферном воздухе.

Прямоточный озонатор – озонатор, вырабатывающий озон из воздуха, забираемого непосредственно из помещения, где он установлен.

Концентрация озона – масса озона, содержащегося в единице объема газа, измеряется в единицах: $мкг/л$, $мг/м^3$, $г/м^3$.

Равновесная концентрация озона – концентрация озона, установившаяся в помещении при длительной работе в нем озонатора.

Озонирование – обработка воздуха в помещении озонатором.

Абсолютная влажность воздуха – масса паров воды, содержащихся в единице объема воздуха, измеряется в $г/м^3$.

Максимальная абсолютная влажность воздуха – максимальная масса паров воды, которая может находиться в воздухе при данной температуре; чем больше температура воздуха, тем больше максимальная абсолютная влажность.

Относительная влажность воздуха – содержание паров воды в воздухе по отношению к максимальной абсолютной влажности воздуха при данной температуре (зависит от температуры), измеряется в процентах, %.

Точка росы – температура, при которой в воздухе с данной абсолютной влажностью пары воды начинают конденсироваться (выпадать в виде росы), измеряется в градусах Цельсия, $^{\circ}C$.

ПДК (предельно допустимая концентрация) – максимально допустимая концентрация токсичных веществ (например, озона), которая безопасна для жизни и здоровья человека.

Дезодорация – удаление неприятных запахов.

Детоксикация – удаление из воздуха токсичных веществ.

Санация – удаление из воздуха и поверхностей патогенных микроорганизмов, вызывающих болезни у животных и человека.

Демеркуризация – очистка помещения от паров ртути.

Дезинфектант – вещество, с помощью которого производится санация помещения.

Дезинсекция – очистка помещений от вредных насекомых.

Дератизация – очистка помещений от вредных грызунов.

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Озонирование замкнутых объемов (помещений, боксов, холодильных камер, овощехранилищ и т. д.) предпринимается с различными целями, например: дезодорация; детоксикация; биологическая очистка или санация; демеркуризация; увеличение сроков хранения овощей, фруктов, иной продукции; предупреждения плесневения сырокопченых колбас и т. п.

Воздух жилых и производственных помещений часто далек от идеального с точки зрения воздействия на здоровье человека и животных. Он часто бывает загрязненным как химическими веществами, так и патогенной микрофлорой.

Исследованиями последних лет установлено, что часто в помещениях, где живут и работают люди, воздушная среда загрязняется окисью и двуокисью азота, формальдегидом, сероводородом, фенолом, стиролом, нафталином, толуолом, эфирами, спиртами и многим другим. Откуда же взялись эти вещества? Нередко токсические вещества попадают при промышленном строительстве в железобетон, строительные материалы, особенно если в них используются шлаки и другие отходы. А бывает, что и сами жильцы при ремонте, перестройке помещений злоупотребляют продукцией бытовой химии: красками, лаками, полимерными материалами. Кстати, и при постоянном курении в помещении токсичные вещества, содержащиеся в дыме, адсорбируются различными строительными материалами, а затем снова выделяются в воздух.

Конечно, в настоящее время есть и приточно-вытяжная вентиляция и кондиционеры, но часто бывает этого не достаточно. На помощь в этом случае приходит озон. Под его воздействием происходит образование более низкомолекулярных веществ, соединений с иной адсорбционной способностью по сравнению с исходными. Более низкомолекулярные соединения с пониженной адсорбционной способностью быстрее удаляются из жилого помещения непосредственно при озонировании, а некоторые из них окисляются с образованием двуокиси углерода, паров воды и других легко удаляемых веществ.

Кондиционирование и многоступенчатая очистка воздуха вызывает резкое (по сравнению с атмосферой) уменьшение как нейтрального, так и ионизированного озона. Это может быть одной из причин воздушного дискомфорта в кондиционируемых помещениях, так как после прохождения атмосферного воздуха через кондиционирующее устройство (камеры орошения, калориферы, фильтры тонкой очистки) концентрация озона в нем снижается в 30 раз, а доля легких отрицательных ионов озона и кислорода уменьшается с 80% до 1...2%. В связи с этим в помещениях с кондиционированным воздухом возникает необходимость в искусственном его озонировании.

Особенно широко озонирование может применяться в аграрном производстве.

Животноводство:

- ❖ дезинфекция сточных вод (10...100 г/м³);
- ❖ дезинфекция помещений и оборудования (30...500 мг/м³);

- ❖ создание благоприятной среды по бактерицидной обеспеченности помещений (10...15 мг/м³)
- ❖ стимуляция развития и терапия (0,8...1,5 мг/м³).

Растениеводство:

- ❖ стимуляция роста и развития при промышленном выращивании грибов (10...20 мг/м³);
- ❖ стимуляция ростовых процессов в теплицах (10...30 мг/м³);
- ❖ предпосевная стимуляция семян (10...30 мг/м³);
- ❖ дезинфекция и дезинсекция семян (500...1000 мг/м³);

Переработка и хранение:

- ❖ сушка зерна (5...40 мг/м³);
- ❖ повышение качества пшеничной муки (50...100 мг/м³);
- ❖ повышение сохранности мясной и овощной продукции при хранении (10...15 мг/м³);
- ❖ дезинсекция зерна при хранении (100...500 мг/м³);
- ❖ снижение содержания токсинов в фуражном зерне (1000...3000 мг/м³).

Ниже приведены литературные данные различных применений озона в быту и производстве.

2.1. Озонирование жилых и общественных помещений

Установлено, что токсическое действие озона проявляется при 5...10-ти кратном превышении его содержания по сравнению с природным воздухом (30...40 мкг/м³). Установлено также, что при добавлении в кондиционированный воздух озона в концентрациях 10...15 мкг/м³ отмечается положительное влияние на функцию дыхания: частота дыхания становится реже, возрастает жизненная емкость и максимальная вентиляция легких. Кроме того, к концу рабочего дня у работников наблюдается некоторое снижение систолического артериального давления, в несколько раз снижается количество жалоб на «недостаток» в служебных помещениях кислорода (духоту). Рекомендуются обработка помещений (особенно плохо вентилируемых) перед началом рабочего дня, а затем каждые 3...4 часа с созданием концентрации менее 0,1 мг/м³.

При необходимости рекомендуется периодическая обработка помещений озоном с концентрацией значительно большей, чем ПДК. В этом случае обработка производится в отсутствие в помещении людей и животных. При такой обработке:

- производится профилактика инфекционных заболеваний, передающихся воздушно-капельным путем;
- уничтожаются различные бактерии, вирусы гриппа, гепатита, СПИДа, туберкулеза;
- уничтожение вредных соединений, неприятных запахов, табачного дыма (озон в отличие от освежителей воздуха не маскирует запахи, подавляя их другими, а разрушает и нейтрализует цепи молекул, производящих раздражающее действие);
- уничтожение грибков, плесени и различных неприятных запахов и дыма после пожара в различных производственных, жилых, лечебных, гостиничных и бытовых помещениях (включая салоны автомобилей).

2.2. Очистка воздуха в производственных помещениях

В Гигиенический норматив ГН-1-1.725-98 "Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека" включены вещества: акриламид, бензол, винилхлорид, бензопирен, формальдегид, трихлорэтилен, стирол, отработанные газы дизельных двигателей, бутadiен, винил бромид, сланцевые масла, оксид этилена и др. Безопасных доз ПДК для этих веществ не существует – все контакты опасны и вызывают злокачественные опухоли.

Существует множество технологических процессов с доказанной канцерогеноопасностью:

- деревообработка и мебельное производство, другие производства с использованием фенолформальдегидных и карбамид-формальдегидных смол;

- производственная экспозиция к радону;
- производство изоприлового спирта, производство кокса, газификация угля;
- производство технического углерода, изделий из графита;
- агломерационные фабрики, металлургическое производство;
- производство алюминия;
- производство табачных изделий.

Существующие газоочистные технологии вентиляционных выбросов сложны и дорогостоящи, а технологий для очистки воздуха в рабочей зоне вообще нет.

Суть метода очистки воздуха заключается в создании рециркуляционного контура в рабочей зоне производственного помещения. Озон, взаимодействует с органическими загрязнителями в реакционной зоне, деструктивно окисляет их до безвредных (менее вредных, чем исходные) или при полном окислении до CO_2 и H_2O . Далее воздух из реакционной зоны подается на фильтр-деструктор, в котором происходит сорбция продуктов озонолиза и разложение остаточного озона до уровня ПДК. Очищенный воздух снова подается в помещение.

Такая технология позволяет осуществлять:

- химическую очистку воздуха от паров и газов (фенола, формальдегида, ацетона, стирола, толуола, бензапирена, нефтепродуктов, бензола, метана и других загрязнителей органической химии, находящихся в воздухе рабочей зоны);
- подавление неприятных запахов (сероводорода, аммиака, меркаптанов, сульфатов, крезол, аминов и пр.).



Рис. 1. Комплекс для рециркуляционной обработки озоном

2.3. Демеркуризация помещений

Нередко серьезный урон здоровью наносят пары ртути, когда с ней небрежно обращаются. Ртуть особенно легко адсорбируется самыми различными материалами и очень медленно удаляется из помещения. Обычные химические методы очистки от этого тяжелого металла не очень эффективны. Часто ни проветривание, ни ремонт в таких случаях не помогают, т. к. иногда имеется

необходимость уменьшить загрязненность ртутью в 500...1000 раз. И здесь на помощь приходит озон. Под воздействием озона происходит снижение адсорбционной способности ртути. Кроме того, равновесное давление паров кислородных соединений ртути значительно ниже, чем у металлической ртути. Это означает, что жидкая ртуть, под воздействием озона покрывается пленкой в виде оксидов и солей и, хотя и остается в помещении, но в воздушную среду ее пары не поступают.

2.4. Продление сроков хранения плодоовощной продукции

Применение озона, являющегося сильным окислителем, для хранения плодоовощной продукции способствует резкому снижению обсемененности ее поверхности гнилостной микрофлорой, снижает уровень метаболических процессов и препятствует ее прорастанию, т. е. устраняет основные причины порчи сельскохозяйственной продукции, давая значительный экономический эффект.

В литературе приводятся примеры, подтверждающие это. Так известно, что из заложенного в хранилище картофеля часть «законно» списывается как потери. Отходы кажутся неизбежными из-за гниения в первую очередь травмированных картофелин, которые заражают и соседей. Получить после хранения больше здоровых клубней, чем поступило в хранилище, казалось бы, невозможно, так же как увеличить число после вычитания. И тем не менее... Во Всероссийском научно-исследовательском и экспериментально-конструкторском институте продовольственного машиностроения эксперименты привели к такому именно парадоксальному результату. Продували через решетчатый пол бурты картофеля раз в месяц воздухом, обогащенным озоном. При гниении же клубней выделяется углекислый газ, присутствие которого в атмосфере хранилища оценивалось газоанализаторами, информировавшими о необходимости увеличить приток озона.

Специалисты надеялись таким путем просто снизить процент порчи картофеля, а получилось так, что не только не стало больше гнилых клубней, но «излечились» те, которые были заложены в плохом состоянии.

Озонный метод пригоден для хранения и другой овощной продукции, однако, следует отметить, что для каждого ее вида необходим подбор времени обработки, дозы озона. В литературе описывается пример, когда в стеклянных банках свежие огурцы, крыжовник, кусочки арбуза, обработанные озоном, без сахара и соли, без консервантов хранились несколько лет.

В одной из работ рассматриваются качественные изменения, происходящие в картофеле и в охлажденном говяжьем мясе при хранении с применением озона. Для установления режимов озонирования картофеля проведена серия опытов по определению влияния озона на микрофлору, вызывающую порчу, в частности на чистые культуры микробов *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Phytoftora infestans*. Озонирование микробов *Fusarium solani* и *Rhizoctonia solani* в режиме 12...15 мг/м³ периодическое по 3...6 часов в сутки ежедневно, и непрерывно до 48 часов замедляет их развитие, уменьшая скорость роста в 3...5 раз. Установлено, что

рост гриба *Phitoftora infestans* (фитофтора) подавляется полностью при озонировании в течение 6...10 часов при концентрации озона 15...18 мг/м³.

Приведенные выше исследования также показали, что обработка продуктов озоном не ухудшает их питательные свойства и вкусовые качества.

2.5. Применение озонирования в холодильной технологии

На 25-й сессии Управляющего Совета Программы ООН по окружающей среде констатировалось, что из-за неэффективного использования и хранения в общемировом масштабе около половины продовольствия выбрасывается в связи с потерей качества. На сегодняшний день на холодильных предприятиях для предотвращения порчи продуктов, сохранения их качества в процессе холодильной обработки и осуществления санитарно-гигиенических мер по безопасности тары и оборудования в основном применяются химические методы.

Однако существующие методы малоэффективны и затратны. К тому же использование современных препаратов для поддержания асептических условий небезопасно. В процессе их использования образуются диоксины, фураны, обладающие выраженным канцерогенным действием.

В настоящее время на производство холода приходится не менее 15% мирового потребления электроэнергии. Только для Москвы и Московской области, где площадь холодильных складов составляет около 500 тысяч м², на производство холода требуется до 250 МВт электроэнергии. Значительным резервом энергосбережения является повышение температуры в камерах хранения при условии, исключающем потери качества продукции.

Одним из путей снижения энергоемкости холодильного оборудования, повышения эффективности хранения является применение озонирования. При холодильном хранении в сочетании с озонированием можно повысить температуру в камере на 1...10 °С, а в некоторых случаях и выше.

Обработка свежих овощей озono-воздушной смесью с различной концентрацией озона в сочетании с холодом приводит к существенному уменьшению потерь от гниения, позволяет регулировать интенсивность дыхания, замедлять их созревание и перезревание при хранении и подготовке к реализации. Увеличение сроков хранения по сравнению с традиционными методами составляет 1,5...2,0 раза.

2.6. Применение озонирования в молочной промышленности

Молочные продукты занимают значительное место в пищевом рационе человека. Вместе с тем молоко представляет собой скоропортящийся продукт и благоприятную среду для развития возбудителей различных пищевых инфекций и микроорганизмов, вызывающих отравление. Микробное заражение молока приводит к порче готового продукта. Еще большую опасность, чем порча продуктов, представляет собой инфицирование пищевого сырья во время переработки и последующего попадания в готовые пищевые продукты промышленного производства токсичных микроорганизмов.

Были проведены исследования по обработке помещений молочных заводов с целью улучшения санитарно-гигиенических условий производства и сроков хранения молочной продукции. В результате дезинсекции производственных помещений при концентрации озона 60 мг/м^3 в течение 6,5 часов численность микрофлоры снижается на 85%. Дезинсекцию необходимо проводить не реже 2 раз в неделю для достижения положительного результата, влияющего на микробиологические процессы, происходящие при производстве продукции.

Практически технология обработки цехов молочного завода заключалась в следующем:

- озонатор «Озон-60П» устанавливался в вентиляционной камере, возле заборника воздуха центральной приточной вентиляции;
- приточная вентиляция разводила посредством воздуховодов поток воздуха с озоном по помещению равномерно (объем помещения 1600 м^3);
- обработка помещения озоном производилась без присутствия людей в нем в утреннее время до смены в течение 30 минут и в обеденное время в течение 15 минут;
- персонал в помещение допускался после достижения в нем концентрации озона ниже $C_{ПДК}$ (через 30 минут).

Анализ эффективности обработки воздуха помещений озоном проводился на среде агара в чашках Петри. На рисунке 2 изображена чашка Петри после контакта с воздушной средой, не обработанной озоном. На среде агара хорошо видны колонии плесневелых грибов (25 колоний черного цвета) и колонии дрожжей (16 колоний кремового цвета).

После двукратного применения озонирования количество колоний плесени уменьшилось вдвое, а количество колоний дрожжей – в несколько раз (см. рисунок 3).

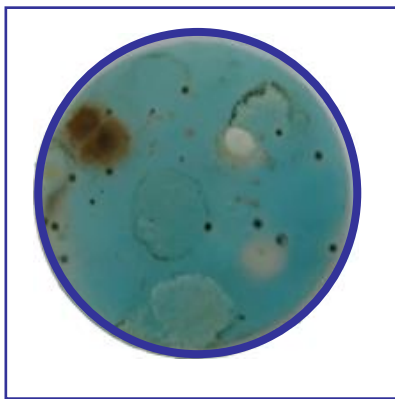


Рис. 2. Цех, проба до обработки озоном

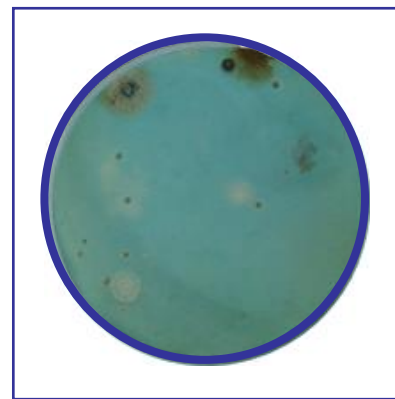


Рис. 3. Цех, проба после двукратной обработки озоном

Пятикратное применение озонирования привело к уменьшению плесени до одной колонии, а колонии дрожжей исчезли вовсе, что подтверждает фотография чашки Петри, изображенной на рисунке 4

Анализ пробы воздуха помещения цеха молочного завода, взятая через неделю, при двухразовой обработке озоном в течение суток, показал, что воздушная среда стала практически чистой. Это подтверждается фотографией чашки Петри, изображенной на рисунке 5. На фотографии видно, что на среде агара отсутствуют колонии как грибов, так и дрожжей (белые пятна – это пузырьки воздуха в среде агара).

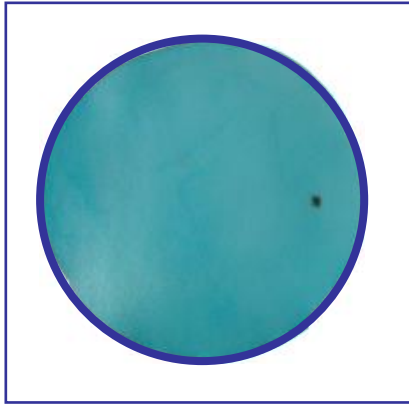


Рис. 4. Цех, проба после пятикратной обработки озоном

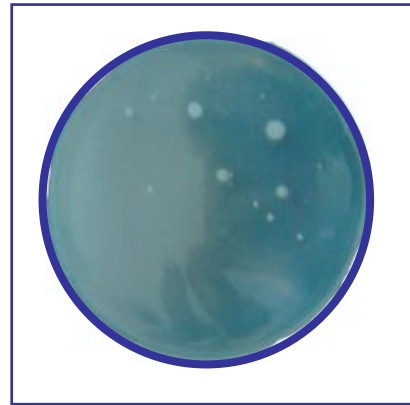


Рис. 5. Цех, проба после обработки озоном в течение недели

Таким образом, за короткий срок (всего одна неделя) озонированием удалось полностью очистить воздушную среду цеха завода от присутствия в нем плесневелых грибов и дрожжей. В настоящее время производится только периодическая ежедневная обработка цеха.

Обработка иных помещений меньшего объема производилась озонатором «Озон–5П». Так, например, творожный цех объемом 180 м³ обрабатывался этим озонатором, расположенным непосредственно в помещении цеха по той же схеме, что и основной цех. Результаты анализа проб воздуха до и после обработки озоном приведены на рисунках 6 и 7. Эффект обработки очевиден.

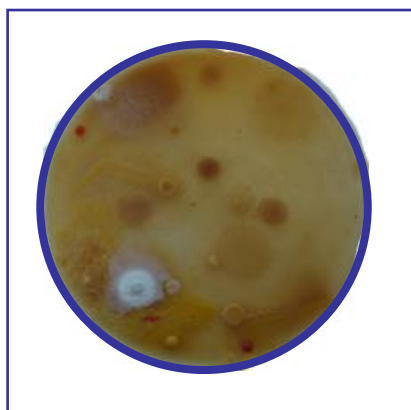


Рис. 6. Творожный цех, проба до обработки озоном

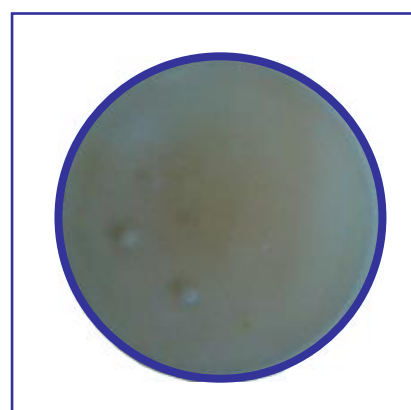


Рис. 7. Творожный цех, проба после двукратной обработки озоном

Из приведенных выше результатов обработки помещений молочного завода озоном показали, что озонирование является эффективным методом обеззараживания воздуха и вполне способно заменить обработку ультрафиолетовым излучением. При этом обеспечивается полная эффективность обеззараживания и безопасность процесса обработки. Следует отметить так же простоту и удобство процесса обработки воздуха с использованием озонаторов.

2.7. Обработка зерна

Озон, как активный дезинфектант, может применяться для увеличения сроков хранения зерна различной влажности.

Проводились сравнительные испытания с использованием сухих и влажных семян пшеницы, овса, ржи и ячменя. Программа исследований предусматривала вентилирование семян наружным воздухом и озонированным с последующим хранением, а также высушивание до кондиционной влажности после завершения хранения.

Результаты исследований показали, что применение озono-воздушной смеси в процессах послеуборочной обработки семян и зерна позволяет:

- увеличить срок безопасного хранения семян (зерна) в 1,5...2 раза по сравнению с вентилированием материала наружным воздухом и тем самым соответственно предотвратить порчу и потери зернового материала (данный технологический прием наиболее подходит для хозяйств, не располагающих необходимыми сушильными мощностями, например, в фермах и крестьянских хозяйствах; это позволяет производить послеуборочную обработку зерна сушилками меньшей производительности и тем самым снизить капитальные затраты на их приобретение);
- повысить качество семенного материала (энергию прорастания и всхожесть) при незавершенном периоде его послеуборочного дозревания;
- озono-воздушная смесь освобождает зерновую массу (особенно влажную и засоренную) от насекомых и вредителей, отпугивает грызунов и птиц;
- после окончания срока безопасного временного хранения материала влажностью 19% и более рекомендуется его дополнительное одно-двукратное вентилирование озono-воздушной смесью с концентрацией озона 15...20 мг/м³, что увеличивает срок безопасного хранения на 15...20%;
- озонированный материал после временного хранения рекомендуется высушивать в установках активного вентилирования низкотемпературным (до 35 °С) озонированным (3...5 мг/м³) теплоносителем, что обеспечивает повышение всхожести семян и снижение длительности процесса сушки до 25% с соответствующим уменьшением энергозатрат.

Предлагается схема обработки зерна с целью дезинсекции озоном с применением озонатора "Озон-90П", приведенная на рисунке 8.

В виду того, что производительность осевого вентилятора, встроенного в озонатор, составляет не более 300 м³/час, а производительность напорного вентилятора может быть на много больше, гофрированный воздуховод, отходящий от озонатора, не следует подсоединять непосредственно к его входу. Следует оставлять зазор таким образом, чтобы напорный вентилятор, забирая воздух из помещения, забирал и озono-воздушную смесь, выходящую из гофрированного воздуховода.

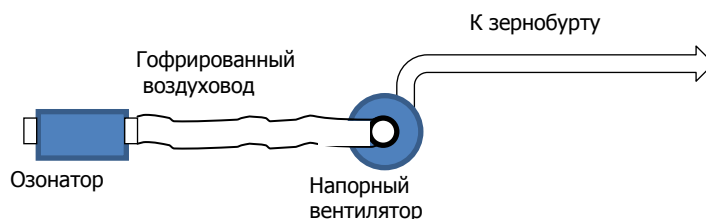


Рис.8. Схема обработки зерна

Время обработки (экспозиция), цикличность обработки подбирается эмпирически, путем забора проб на наличие насекомых-вредителей.

2.8. Санация воздуха помещений

Еще в 1874 году создатель первой Российской школы гигиенистов профессор А. П. Доброславин предложил использовать озон как лучшее средство для обеззараживания воздуха от патогенной микрофлоры. Позднее, в 1886 году, Н. К. Келдыш изучил бактерицидное действие озона и пришел к выводу, что озонирование является наилучшим методом дезинфекции помещения с целью улучшения гигиенического состояния воздуха.

Озон, являясь метастабильной аллотропической модификацией кислорода, обладает сильнейшими окислительными свойствами. Его окислительный потенциал намного превосходит потенциал иных окислителей, таких как хлор, перекись водорода и т. д. Действие озона на различные виды и формы микрофлоры, одноклеточные организмы по своему механизму одинаково и сводится к разрушению мембран и поверхностного слоя протоплазмы клеток. Он оказывает губительное действие на простейшие и даже многоклеточные организмы. С точки зрения экологии озон является идеальным реагентом, так как самопроизвольно в течение непродолжительного времени распадается до кислорода.

В процессе решений той или иной задачи озонирования необходимо в обрабатываемом объеме создать вполне определенную пороговую концентрацию озона, при которой наблюдается эффект озонирования.

Особенно это играет определяющую роль при санации. Так при 60-минутной обработке для инактивации гриппозного вируса требуется концентрация озона 0,0002 мг/л, тогда как для разрушения стафилококка – не менее 0,001 мг/л.

Стерилизующее действие озона на бактерии, находящиеся на перевязочном материале (вата, марля), достигается при воздействии озона в течение 45...60 минут концентрацией не менее 20 мг/л.

Концентрации около 0,03 мг/л угнетают процессы размножения и роста плесневых грибов и дрожжей, концентрации около 1,5 мг/л разрушают их вегетативные формы, а концентрации свыше 20 мг/л разрушают споры.

Выживаемость тестовых культур при озонировании приведена так же в таблице 1.

Таблица 1

Концентрация озона мг/м ³	Экспозиция, мин											
	2,5	5,0	7,5	10,0	20,0	30,0	2,5	5,0	7,5	10,0	20,0	30,0
	Шигеллы (<i>Sh. sonnei</i>)						Сальмонеллы (<i>S. java</i>)					
5	–	0,81	–	0,56	0,24	0,06	–	0,78	–	0,74	0,57	0,37
15	–	0,71	–	0,21	0,00	0,00	–	0,66	–	0,49	0,00	0,00
25	0,47	0,10	–	0,00	0,00	0,00	0,51	0,09	–	0,01	0,00	0,00
35	0,40	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,08	0,002	0,00	0,00	0,00
45	0,26	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,02	0,001	0,00	0,00	0,00
	2,5	5,0	7,5	10,0	20,0	30,0	2,5	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0
	Стафилококк (<i>St. aureus</i>)						Антропоид (<i>B. cereus</i>)					
5	–	0,68	–	0,41	0,32	0,21	–	0,55	–	0,21	–	0,08
15	–	0,65	–	0,19	0,03	0,00	–	0,53	–	0,14	–	0,03
25	0,41	0,28	–	0,05	0,00	0,00	0,64	0,36	–	0,03	–	0,00
35	0,40	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,28	0,07	0,01	0,01	0,00
45	0,16	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,11	0,01	0,00	0,00	0,00
	1,0	2,5	5,0	10,0	20,0	30,0	2,5	5,0	7,5	10,0	20,0	30,0
	Кишечная палочка (<i>E. coli</i>)						Дикие дрожжи, молочно- и уксусно-кислые бактерии (<i>Micrococcus</i> , <i>Sarcinia</i> , <i>Lactobacillus</i>)					
5	–	–	1,00	0,93	0,85	0,39	–	1,00	–	1,00	0,90	0,63
15	–	–	1,00	0,56	0,37	0,00	–	1,00	–	0,71	0,40	0,00
25	0,19	0,09	0,05	0,00	0,00	0,00	0,53	0,27	–	0,07	0,00	0,00
35	0,15	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00	0,44	0,20	0,11	0,00	0,00	0,00
45	0,1	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,1	0,00	0,00	0,00	0,00

2.9. Ветпрофилактика заболеваний животных и птицы

Большое значение в птицеводческих и животноводческих комплексах имеет профилактическая дезинфекция оборудования, помещений, тары и др. По окислительному действию озон значительно превосходит другие известные окислители и это выдвигает его на первый план как высокоэффективное средство дезинфекции.

В экспериментальных условиях испытывали действие озона в различных дозах на микроорганизмы, находящиеся на твёрдых поверхностях и в воздухе. Изучали действие озона на поверхности, заражённые кишечной палочкой и гемолитическим стафилококком, а также на распылённые в воздухе кишечную палочку и сарцину. Было установлено, что озон в концентрации 10 мг/м³

оказывает высокое губительное действие в отношении бактериальных частиц капельной фазы и пылевой фазы.

2.10. Санитарная обработка кормов

Санитарная обработка кормов является очень важным профилактическим мероприятием для предотвращения распространения инфекций в хозяйствах. Микрофлора кормов занимает особое положение в санитарно-гигиеническом аспекте питания, поскольку корма, зараженные патогенными микроорганизмами, часто являются причиной массовых заболеваний и гибели птицы и животных.

Озонирование как способ санитарной обработки кормов, прежде всего, ставит своей целью предотвратить заражение или разрушить микрофлору и её токсины. Санитарной обработке могут быть подвергнуты кукуруза, пшеница, ячмень, овёс, комбикорма, а также корма животного происхождения.

Для обработки рекомендуемое содержание озона составляет 100 мг/м^3 , время контакта – 2 часа. Биологическая ценность кормов после озонирования возрастает за счёт активирующего действия на белковые кормовые структуры, что повышает усвояемость организмом аминокислот белков. Кроме того, озон разрушает плесени и их токсины. Результаты исследований указывают на то, что использование озона для обработки кормового зерна увеличивает его усвояемость на 15%.

2.11. Озонирование мясных и рыбных продуктов

В ряде стран мясные и рыбные продукты перед упаковкой, хранением и реализацией подвергаются санитарной обработке, заключающейся орошении хлорсодержащими растворами. Данный способ не всегда эффективен и способствует накоплению хлорсодержащих соединений в продуктах.

Санитарная обработка мясных и рыбных продуктов с применением озонирования характеризуется высокой эффективностью и хорошо сочетается с остальными технологическими операциями. При этом она особенно эффективна при использовании холода.

Эффект озонирования определяется длительностью действия и концентрацией озона. Наиболее оптимальные параметры озонирования при хранении охлаждённого мяса и рыбы находятся в пределах 15 мг/м^3 при экспозиции 2...3 часа в сутки. Применение более высоких доз озона приводит к окислению пигментов, что вызывает обесцвечивание мяса. Хранение мяса и рыбы при постоянном и периодическом воздействии озона способствует предотвращению плесневения, порчи и лучшему сохранению питательных и вкусовых свойств.

Срок сохранения мяса и рыбы в охлаждённом или замороженном состоянии увеличивается в 2...3 раза.

В Санкт-Петербургской государственной академии холода и пищевых технологий проведены исследования по изучению влияния озона на хранение полу копчёных колбас. Установлено, что для хранения полу копчёных колбас (краковская высшего сорта в натуральной оболочке и украинская первого сорта в

искусственной оболочке) в озонируемой среде необходима концентрация озона $10...15 \text{ мг/м}^3$ при ежедневном озонировании по 3 часа в начальный период хранения в течение 5 суток. Сроки хранения при температурах 4°C и -2°C составляют соответственно 25 и 70 суток, а в отсутствии озонирования сроки хранения колбас составляют 15 и 30 суток соответственно. После окончания первоначального цикла озонирования достаточно применять озон концентрацией $4...6 \text{ мг/м}^3$ по 3 часа в день периодически через 3...5 суток.

2.12. Применение озоновых технологий при производстве инкубационных яиц и санитарной обработке пищевых яиц

При обработке озоном инкубационных яиц эффективность дезинфекции достигает 92...98%, бактериальная обсемененность скорлупы уменьшается в 5...8 раз, вывод суточного молодняка и его сохранность повышаются на 1,0...2,0%. Установлено, что результирующая концентрация озона в птицеводческих помещениях составляет $15...20 \text{ мг/м}^3$. Этого достаточно для уничтожения основных видов микрофлоры в течение 15 минут.

Важнейшим преимуществом использования озона для дезинфекции яиц в инкубатории (на яйцескладе) является то, что при такой обработке на яичной скорлупе, таре и упаковочных материалах не остается каких-либо веществ, вредных для человека. Применение для обеззараживания яиц других дезинфицирующих средств, прежде всего химических реагентов, может быть опасно: например, хлор дает побочные негативные эффекты, многие моющие препараты (поверхностно-активные вещества) обладают кумулятивными свойствами, формалин – канцерогенен.

Отдельные виды микроорганизмов (сальмонелла, плесневые грибки и др.), а также продукты их жизнедеятельности, попадающие через яйца и мясо в пищу человека, опасны для его здоровья. Исследования показывают, что уже спустя 3...5 часов после сбора яиц большое количество микроорганизмов, попавших на скорлупу, проникает внутрь их и становится недоступным для дезсредств. Одним из наиболее пригодных дезсредств для ранней дезинфекции скорлупы яиц (непосредственно после сбора в птичниках) является озон.

Концентрацию озона в камере, где уложены предназначенные для дезинфекции яйца, можно варьировать в больших пределах от $0,1 \text{ г/м}^3$ и более. При концентрации озона до $0,3 \text{ г/м}^3$ и времени обработки 1 час достигается высокая степень дезинфекции скорлупы. При оценке пищевых свойств обработанных яиц не было обнаружено отклонений от нормы.

Обработка яиц озоно-воздушной смесью в процессе хранения становится удобным и эффективным технологическим приемом в яичном производстве. Он позволяет озонированным пищевым яйцам длительное время (25...30 суток) сохранять высокое качество, присущее диетическим куриным яйцам в первые дни после снесения.

Плесневые грибки и микрофлора в кормах для птиц вырабатывают токсины, которые создают угрозу их здоровью. Обеззараживание кормов озоном позволяет

значительно снизить наличие в них токсинов и микрофлоры, повышает биологическую ценность кормов. Применение озono-воздушной смеси с концентрацией озона 5...10 мг/м³ обеспечивает обеззараживание зерна.

При десятиминутной экспозиции и концентрации озона 2,5 г/м³ гибель плесени и спор составляет 95%.

2.13. Борьба с мышами и крысами

Проведённые исследования показывают, что гибель мышей и крыс зависит от концентрации озона и продолжительности воздействия. При воздействии озоном на животных они вначале приходят в возбуждение, но при длительном действии его наступает угнетение. Если в этой фазе прекратить воздействие озоном, то происходит восстановление здоровья. Часто при длительном воздействии даже малых концентраций озона мыши и крысы покидают обрабатываемые помещения.

При высоких концентрациях озона у животных наблюдаются значительные поражения дыхательного аппарата, которые носят необратимый характер. Смертельной дозой для мышей и крыс считается концентрация озона порядка 4 мг/м³ воздуха в течение суток. Однако для гарантированного успеха рекомендуется создать концентрацию озона 12 мг/м³ и выдерживать её 4 часа.

2.14. Пылевые (домашние) клещи

В течение года в доме на одну семью собирается до 20 кг пыли. Пыль – жилище для маленьких, невидимых домашних клещей. Эти микроскопические (от 0,1 до 0,25 мм) насекомые, населяющие диваны, кресла, ковры, подушки, декоративные шкуры животных и, питающиеся преимущественно кожными эпителиями человека, сами по себе не опасны, но отходы их жизнедеятельности вызывают астматические и аллергические приступы. После очистки пылесосом в коврах и матрацах остается 90% домашних клещей, так как они крепко цепляются за ткань и ворс.

Периодическая обработка помещений озоном позволяет полностью избавиться от этих невидимых монстров.

2.15. Обработка озоном салонов автомобилей

По имеющимся сведениям на московских и петербургских автомойках в настоящее время внедряется новая услуга – озонирование салонов автомобилей.

Довольно часто у автовладельцев возникает проблема неприятных запахов в салоне. Неприятный запах может даже служить значительному снижению цены при продаже автомобиля. Основными источниками стойких запахов в салоне автомобиля являются

- материалы, лаки, краски, обивка кресел (так называемый эффект нового автомобиля);
- табачный дым;

- авто-кондиционер;
- домашние животные;
- моющие и чистящие средства;
- плесень, грибки и бактерии;
- случайно разлитые вещества и др.

В числе ряда озонаторов, выпускаемых нашим предприятием, имеется портативный малогабаритная модель озонатора "Озон-5П-К5" ("Пульсар"), который может быть применен для озонирования салонов автомобилей.

Технология обработки салона автомобиля озоном с использованием данного озонатора следующая:

- озонатор программируется на время непрерывной работы в пределах 5...30 минут (точное время обработки может быть определено при эксплуатации);
- включается авто-кондиционер с забором воздуха из салона, что дает возможность дополнительного обеззараживания как самого кондиционера, так и салонного фильтра;
- озонатор устанавливается рядом с автомобилем, гибкая полихлорвиниловая трубка, отходящая от озонатора вводится в салон автомобиля через щель в приоткрытом стекле дверцы;
- включается озонатор;
- озонатор выключается автоматически, но двери автомобиля открываются спустя 20...30 минут – это время, за которое происходит распад озона.

В салоне еще некоторое время может ощущаться легкий запах озона, но он совершенно безвреден и вскоре исчезнет.

2.16. Применение озонных технологий в пчеловодстве

Ускорение весеннего развития посредством стимуляции роста пчелосемей, профилактика и лечение пчел является важной задачей в пчеловодстве. Анализ способов стимуляции развития, профилактики и лечения болезней пчел, приводит к выводу, что для достижения решения поставленных задач приемлема обработка пчелиных семей озоном.

В Кубанском государственном аграрном университете на опытной пасеке был поставлен эксперимент по воздействию озона на жизнедеятельность пчел, аскосфероз пчел и степень развития пчелиных семей в период весеннего наращивания.

В эксперименте было задействовано 210 пчелосемей: 192 семьи подвергались обработке озоном в 64 режимах, а 18 семей – контрольная группа. Результатом эксперимента является выявления оптимального режима обработки пчел при котором достигается увеличение степени развития пчелосемей на 40% в течение 24 суток. Наибольший эффект достигался при концентрации озона 30 мг/м³ в озono-воздушной смеси, поступающей в улей, при экспозиции 24 часа в сутки в течение 24 суток, т. е. при постоянной обработке.

В результате озонной обработки опытные пчелиные семьи силой на 40% превышающей силу контрольной группы имели к моменту первого медосбора больше пчел, участвующих в сборе нектара на 90%. Это обеспечило прибавку медопродуктивности на 25 килограмм за сезон.

Режимы и параметры обработки пчелиных семей озоном приведены в таблице 2.

Таблица 2

Режим	Концентрация озона, мг/м ³	Экспозиция, час	Кратность, раз
Стимуляция	30	24	24
Лечение аскосфероза	250	1	2
Лечение иных болезней	500	1	1

2.17. Применение озона в технологии выращивания огурцов в теплицах

На тепличном комбинате ЗАО "Красногорский" поливы в одной из теплиц производили озонированной водой. Концентрация озона в поливной воде составляла всего 0,2 мг/л. Полив озонированной водой продолжался до конца вегетации (два месяца). В этой теплице грунт не менялся уже 14 лет. Растения, обработанные озонированной водой в рассадный период, были более крепкими, имели большую высоту, а цвет листьев у них был интенсивно зеленым, более насыщенным, чем в контроле. Результат применения озона сказался очень быстро. Уже через две недели урожаи значительно возросли.

По окончании сезона исследовали корневую систему растений. Молодых галлов нематод на корнях не было, присутствовали только полуразложившиеся, желтые галлы. Озон, как сильный окислитель, вызвал гибель нематоды.

2.18. Применение озона в сыродельном производстве

Озонатор был установлен в камере созревания сыров, где поддерживалась температура +8...+10 °С и влажность 75...80%. Перед озонатором располагались три типа головок сыра: 1-я партия – свежая; 2-я партия – с красной плесенью; 3-я партия – с серой плесенью. Озонатор работал неделю с 20 часов до 8 часов утра.

Результаты эксперимента показали, что плесень на свежих головках не образовалась, а на других прекратила развитие и после удаления остатков (обтирка головок) в дальнейшем не появлялась.

Бактерицидные свойства озона, вырабатываемого озонатором, проявляется также в том, что стены, потолок и конструкции камеры созревания сыров освобождаются от плесени, которая даже без применения антисептиков больше не развивается.

2.19. Обработка грибниц

Наибольший вред шампиньонам причиняют клещи из родов *Tyroglyphus*, *Linopodes* и др. Полный цикл развития клещей при благоприятных условиях

(температуре 20...25 °С) продолжается 15...17 дней. Компост в стадии инкубации является очень благоприятной субстанцией для развития этих вредителей. Самки клещей откладывают в поверхностный слой грибного субстрата до нескольких сотен яиц, из которых появляются личинки. Затем эти личинки превращаются в так называемых нимф, а нимфы – во взрослых клещей. Личинки клещей наносят существенный вред грибам, повреждая их мицелий, а взрослые особи выгрызают ходы в плодовых телах грибов и уничтожают соединительные ризоморфы. Поврежденные плодовые тела становятся нездоровыми и погибают. В них интенсивно развиваются бактерии, вызывающие гнилостные процессы. Мерами борьбы с клещами являются санитарная (термическая, паром) обработка помещений и пастеризация субстрата (компоста).

Проведенные многочисленные эксперименты с применением озонаторов показали, что клещи гарантированно погибают.

2.20. Применение озона в дерматологии и косметологии

Даже самые современные фармакологические препараты, применяемые для лечения кожных болезней, обладают нежелательными побочными эффектами, особенно при длительном и нерациональном их применении. По этой причине все более настойчиво проявляется интерес к немедикаментозным методам лечения, которые могут заменить или существенным образом ограничить потребность в лекарственных препаратах и при этом эффективно воздействовать на различные стороны патологического процесса. Одним из таких методов является лечебное применение газовой смеси, содержащей озон, получившее значительное распространение в нашей стране и за рубежом.

Озонотерапия является методом окислительной терапии, находящим в последние годы все более широкое применение в клинической практике. Системное действие озонотерапии заключается в активизации антиоксидантной защиты организма и кислород-зависимых реакций, улучшение микроциркуляции крови. Кроме того, при наружном применении озоно-газовой смеси реализуются противовоспалительный и окислительный эффекты озона, обеспечивающие бактерицидное действие.

Наружная газация озоно-газовой смесью проводится с использованием специальных камер, изготовленных из озоностойких материалов (колпаков, мешков, сапогов). При местном применении озоно-газовой смеси необходимо помнить, что наиболее эффективное бактерицидное действие озона проявляется во влажной среде, поэтому перед выполнением процедуры поверхность очага повреждения увлажняют водой или физиологическим раствором. Камера заполняется озоно-газовой смесью, после чего смесь поступает в деструктор. Длительность процедуры от 15 до 30 минут. После окончания указанного времени, перед снятием пластиковый мешок продувается в течение 5...10 минут воздухом.

3. ПРЯМОТОЧНЫЕ ОЗОНАТОРЫ

Предприятие ООО «НПО Пульсар» выпускает несколько моделей прямоточных озонаторов. Среди них озонаторы: «Озон-01П», «Озон-5П», «Озон-60П», «Озон-90П» отличающиеся друг от друга мощностью.

Отличительной конструктивной особенностью прямоточных озонаторов является то, что они все снабжены собственными побудителями движения воздуха – встроенными вентиляторами осевой или центробежной конструкции. Вентилятор забирает воздух из внешней среды и подает его в генератор озона. В генераторе озона под воздействием высокого напряжения килгерцового диапазона происходит горение электрического разряда поверхностного типа, в котором и происходит синтез озона из кислорода, содержащегося в исходном воздухе.

Такого типа озонаторы не имеют системы подготовки воздуха и по этой причине синтезируют озono-воздушную смесь с низкой концентрацией озона в ней (до 1000 мг/м³). К тому же концентрация озона в некоторой степени еще зависит от влажности исходного воздуха. Тем не менее, такая конструкция отличаясь простотой и, как следствие, относительно низкой стоимостью, позволяет производить озono-воздушную смесь такого качества, которая имеет возможность решать многие задачи, которые описаны выше.

Озонаторы "Озон-60П" и "Озон-90П" на входе и выходе газовых потоков снабжены специальными стандартными горловинами, к которым имеется возможность крепления стандартных гибких гофрированных воздухопроводов диаметром 140 мм. Это позволяет: либо подавать от озонатора озono-воздушную смесь из помещения с более сухим воздухом в помещение с более влажным; либо, размещая озонатор в помещении с более влажным воздухом, подавать воздух в озонатор из помещения с более сухим воздухом.

3.1. Озонатор «Озон-01П»



Концентрация, производимого озона этим озонатором в зависимости от влажности воздуха в помещении, приведена в таблице 3.

Таблица 3

Относительная влажность	10%	15%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Температура, °C	23,0	23,0	23,0	22,5	21,0	20,0	18,5	17,0	16,0
Абсолютная влажность, г/м ³	2,1	3,1	4,2	6,0	7,0	8,6	9,0	10,1	11,2
Точка росы, °C	-3,0	-0,8	+0,8	+2,5	+6,0	+8,7	+9,6	+11,2	+12,2
Концентрация озона, мг/м ³	25	23	20	19	19	18	18	18	18

На рисунке 9 изображены графики значений равновесной концентрации озона C_p , рассчитанные по математической модели, для различной влажности воздуха при изменении объема помещения.

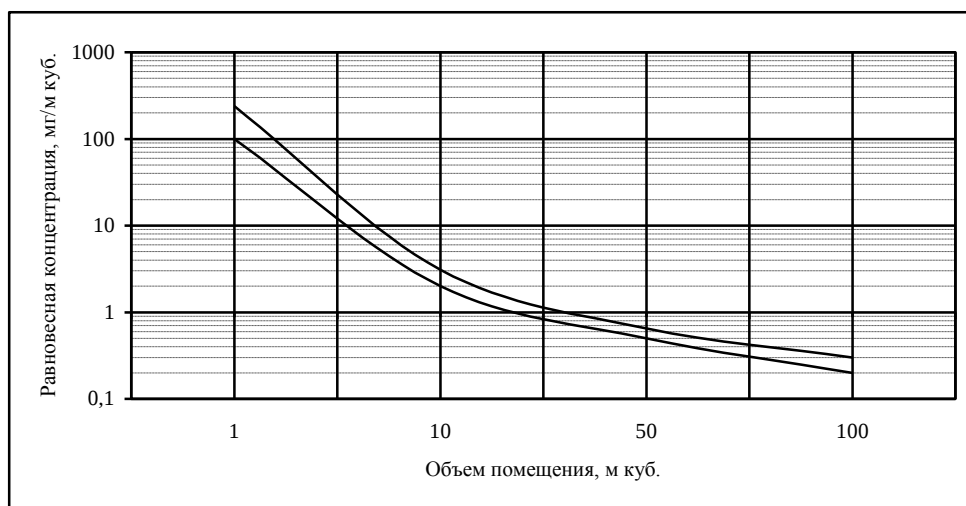


Рис. 9. Зависимость равновесной концентрации озона от объема помещения для различных влажностей (верхняя кривая – точка росы $-3,0 \dots +0,8$ °C, нижняя кривая – точка росы $+2,5 \dots +12,5$ °C)

Анализ полученных значений показывает, что практически все величины концентраций превышают значения ПДК=0,03 мг/м³. А это означает, что во время

обработки помещений указанными выше озонаторами длительное присутствие в них человека и животных не допускается.

Время, за которое в помещениях устанавливается концентрация равная 80% от равновесной ($0,8C_p$), приведено на графике, изображенном на рисунке 10.

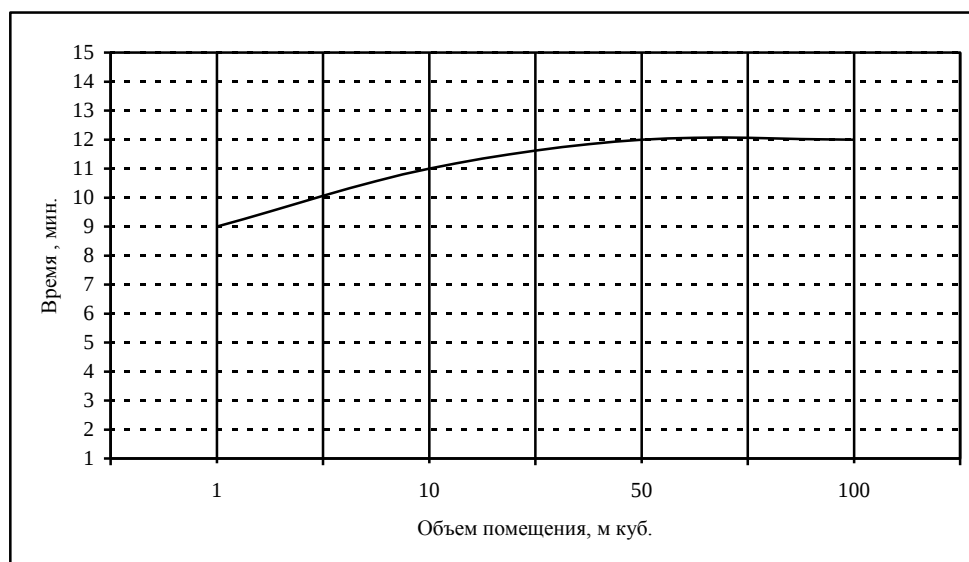


Рис. 10. График зависимости времени достижения 80% равновесной концентрации от объема помещения

После выключения озонатора озон в помещении достаточно быстро распадается, превращаясь в кислород. Динамика распада озона описывается формулой

$$C(t) = C_p \exp(-\lambda t). \quad (1)$$

Используя формулу (1), посчитаем время, прошедшее после выключения озонатора, через которое нахождение в обработанном озоном помещении безопасно для человека. Данные расчета приведены в таблице 4.

Таблица 4

Объем помещения, м³	1	10	50	100
Время распада озона до величины ПДК, мин	56	25	13	8

Эти результаты могут быть использованы для определения как максимально достижимой концентрации озона в помещении, так и времени достижения безопасных концентраций озона, когда нахождение человека и животных в помещении может быть безопасно.

3.2. Озонатор «Озон-5П»



Концентрация озона, производимая этим озонатором в зависимости от влажности воздуха, снятая экспериментально, приведена в таблице 5.

Таблица 5

Относительная влажность	10%	15%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Температура, °C	23,0	23,0	23,0	22,5	21,0	20,0	18,5	17,0	16,0
Абсолютная влажность, г/м ³	2,1	3,1	4,2	6,0	7,0	8,6	9,0	10,1	11,2
Точка росы, °C	-3,0	-0,8	+0,8	+2,5	+6,0	+8,7	+9,6	+11,2	+12,2
Концентрация озона, мг/м ³	140	120	110	98	95	95	93	92	92

Графически эта зависимость приведена на рисунке 11.

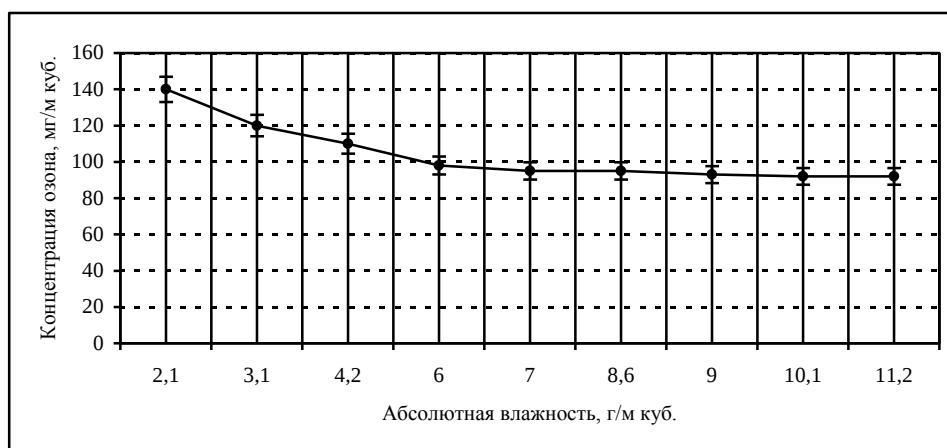


Рис.11. Зависимость концентрации озона от влажности

На рисунке 12 изображены графики значений равновесной концентрации озона C_p , рассчитанные по математической модели, для различной влажности воздуха при изменении объема помещения.

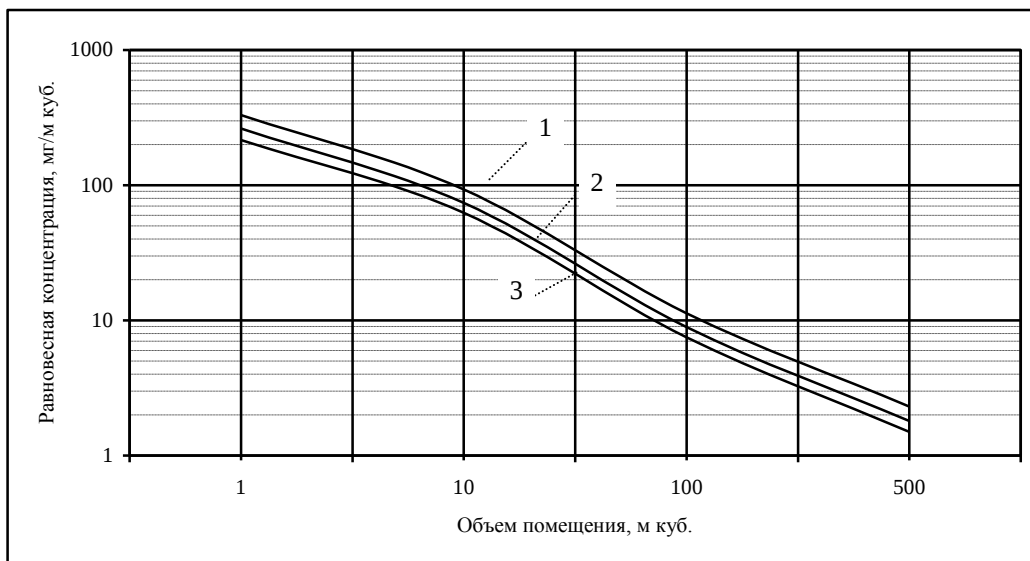


Рис. 12. Зависимость равновесной концентрации озона от объема помещения для различных влажностей (1 – точка росы $-3,0^{\circ}\text{C}$, 2 – точка росы $+0,8^{\circ}\text{C}$, 3 – точка росы $+2,5 \dots 12,5^{\circ}\text{C}$)

Анализ полученных значений показывает, что практически все величины концентраций превышают значения ПДК= $0,03 \text{ мг/м}^3$. А это означает, что во время обработки помещений указанными выше озонаторами длительное присутствие в них человека и животных не допускается.

Время, за которое в помещениях устанавливается концентрация равная 80% от равновесной ($0,8C_p$), приведено на графике, изображенном на рисунке 13.

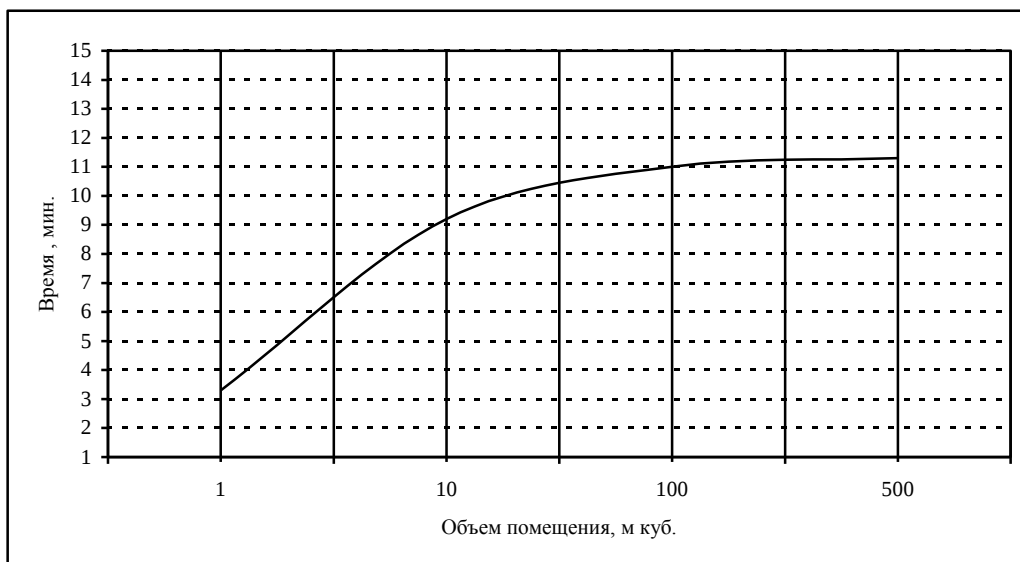


Рис. 13. График зависимости времени достижения 80% равновесной концентрации от объема помещения

Используя формулу (1), посчитаем время, прошедшее после выключения озонатора, через которое нахождение в обработанном озоном помещении безопасно для человека. Данные расчета приведены в таблице 6.

Таблица 6

Объем помещения, м ³	1			10		
Влажность воздуха при t=23 ⁰ С	10%	20%	30%...70%	10%	20%	30%...70%
Время распада озона до величины ПДК, мин	59	57	56	50	48	46
Объем помещения, м ³	100			500		
Влажность воздуха при t=23 ⁰ С	10%	20%	30%...70%	10%	20%	30%...70%
Время распада озона до величины ПДК, мин	35	32	31	25	21	20

Эти результаты могут быть использованы для определения как максимально достижимой концентрации озона в помещении, так и времени достижения безопасных концентраций озона, когда нахождение человека и животных в помещении может быть безопасно.

3.3. Озонатор «Озон-60П»



Концентрация озона, производимая этим озонатором в зависимости от влажности воздуха, снятая экспериментально, приведена в таблице 7.

Таблица 7

Относительная влажность	10%	15%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Температура, ⁰ С	23,0	23,0	23,0	22,5	21,0	20,0	18,5	17,0	16,0
Абсолютная влажность, г/м ³	2,1	3,1	4,2	6,0	7,0	8,6	9,0	10,1	11,2
Точка росы, ⁰ С	-3,0	-0,8	+0,8	+2,5	+6,0	+8,7	+9,6	+11,2	+12,2
Концентрация озона, мг/м ³	75	70	65	63	60	60	58	58	58

Графически эта зависимость приведена на рисунке 14.

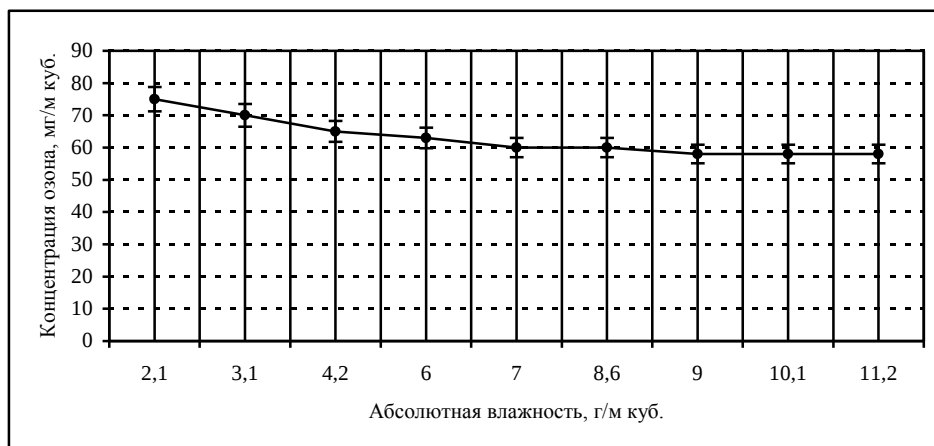


Рис.14 Зависимость концентрации озона от влажности

На рисунке 15 изображены графики значений равновесной концентрации озона C_p , рассчитанные по математической модели, для различной влажности воздуха при изменении объема помещения.

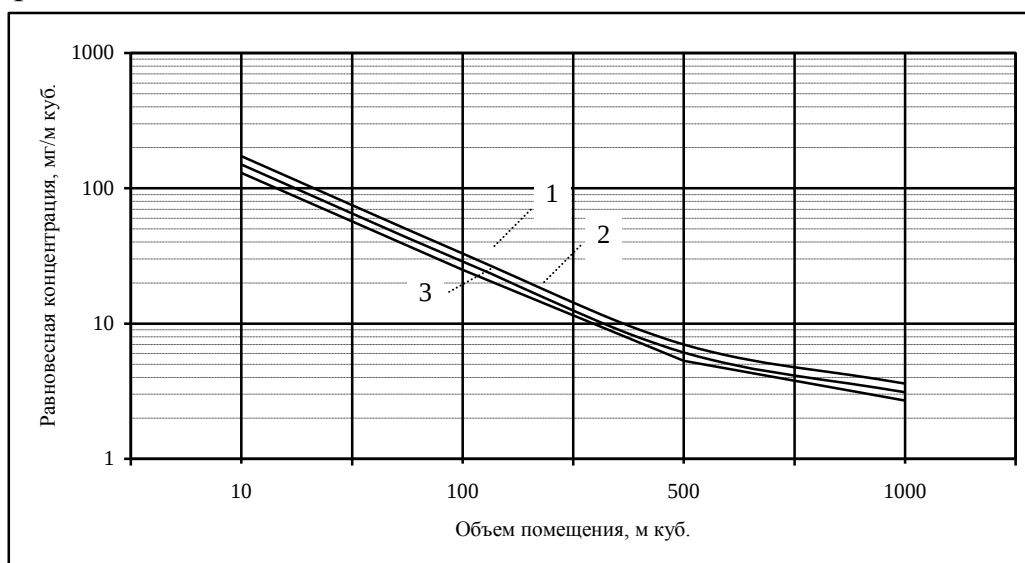


Рис. 15. Зависимость равновесной концентрации озона от объема помещения для различных влажностей (1 – точка росы $-3,0^{\circ}\text{C}$, 2 – точка росы $+0,8^{\circ}\text{C}$, 3 – точка росы $+2,5 \dots 12,5^{\circ}\text{C}$)

Анализ полученных значений показывает, что практически все величины концентраций превышают значения ПДК $= 0,03 \text{ мг/м}^3$. А это означает, что во время обработки помещений указанными выше озонаторами длительное присутствие в них человека и животных не допускается.

Время, за которое в помещениях устанавливается концентрация равная 80% от равновесной ($0,8C_p$), приведено на графике, изображенном на рисунке 16.

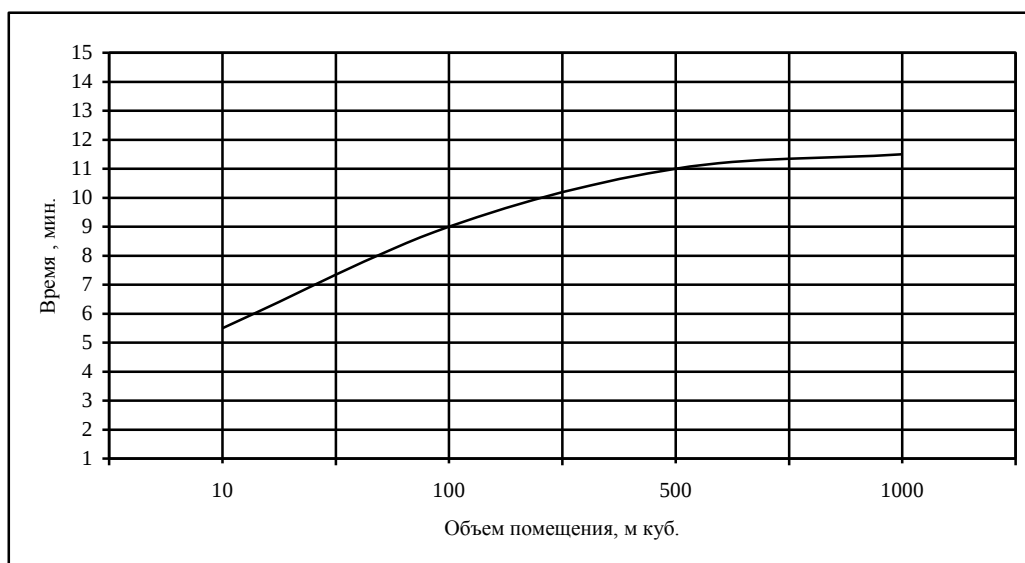


Рис. 16. График зависимости времени достижения 80% равновесной концентрации от объема помещения

Используя формулу (1), посчитаем время, прошедшее после выключения озонатора, через которое нахождение в обработанном озоном помещении безопасно для человека. Данные расчета приведены в таблице 8.

Таблица 8

Объем помещения, м³	10			100		
Влажность воздуха при $t=23^{\circ}\text{C}$	10%	20%	30%...70%	10%	20%	30%...70%
Время распада озона до величины ПДК, мин	54	53	52	42	41	40
Объем помещения, м³	500			1000		
Влажность воздуха при $t=23^{\circ}\text{C}$	10%	20%	30%...70%	10%	20%	30%...70%
Время распада озона до величины ПДК, мин	31	30	29	26	25	24

Эти результаты могут быть использованы для определения как максимально достижимой концентрации озона в помещении, так и времени достижения безопасных концентраций озона, когда нахождение человека и животных в помещении может быть безопасно.

3.4. Озонатор «Озон-90П»



Концентрация озона, производимая этим озонатором в зависимости от влажности воздуха, снятая экспериментально, приведена в таблице 9.

Таблица 9

Относительная влажность	10%	15%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Температура, °С	23,0	23,0	23,0	22,5	21,0	20,0	18,5	17,0	16,0
Абсолютная влажность, г/м ³	2,1	3,1	4,2	6,0	7,0	8,6	9,0	10,1	11,2
Точка росы, °С	-3,0	-0,8	+0,8	+2,5	+6,0	+8,7	+9,6	+11,2	+12,2
Концентрация озона, мг/м ³	300	280	260	250	240	235	230	230	230

Графически эта зависимость приведена на рисунке 17.

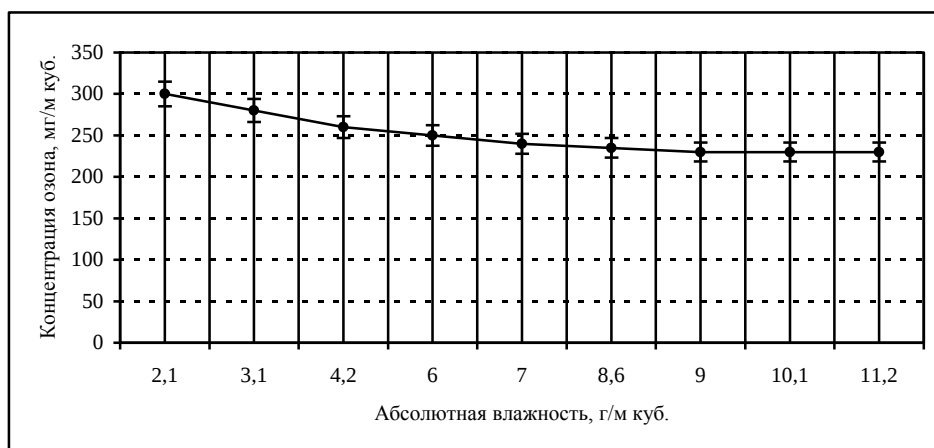


Рис.17 Зависимость концентрации озона от влажности

На рисунке 18 изображены графики значений равновесной концентрации озона C_p , рассчитанные по математической модели, для различной влажности воздуха при изменении объема помещения.

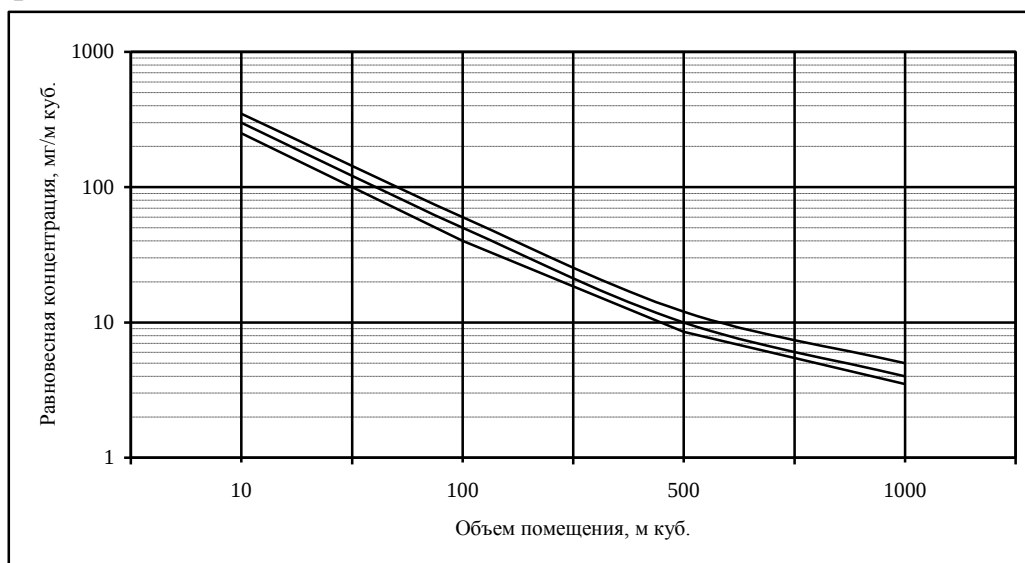


Рис. 18. Зависимость равновесной концентрации озона от объема помещения для различных влажностей (1 – точка росы $-3,0^{\circ}\text{C}$, 2 – точка росы $+0,8^{\circ}\text{C}$, 3 – точка росы $+2,5 \dots 12,5^{\circ}\text{C}$)

Анализ полученных значений показывает, что практически все величины концентраций превышают значения ПДК $= 0,03 \text{ мг/м}^3$. А это означает, что во время обработки помещений указанными выше озонаторами длительное присутствие в них человека и животных не допускается.

Время, за которое в помещениях устанавливается концентрация равная 80% от равновесной ($0,8C_p$), приведено на графике, изображенном на рисунке 19.

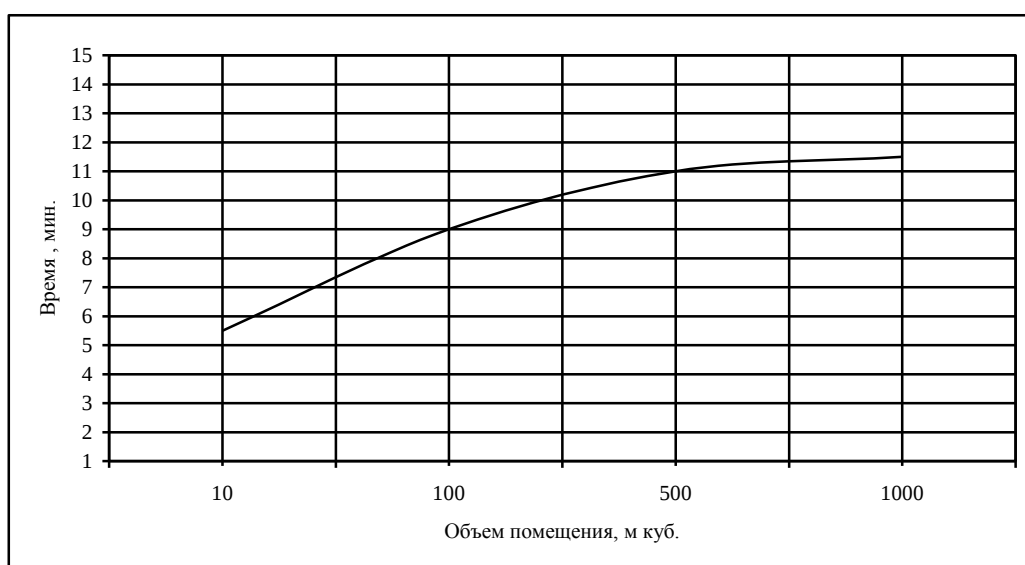


Рис. 19. График зависимости времени достижения 80% равновесной концентрации от объема помещения

Используя формулу (1), посчитаем время, прошедшее после выключения озонатора, через которое нахождение в обработанном озоном помещении безопасно для человека. Данные расчета приведены в таблице 10.

Таблица 10

Объем помещения, м ³	10			100		
Влажность воздуха при t=23 ⁰ С	10%	20%	30%...70%	10%	20%	30%...70%
Время распада озона до величины ПДК, мин	54	53	52	42	41	40
Объем помещения, м ³	500			1000		
Влажность воздуха при t=23 ⁰ С	10%	20%	30%...70%	10%	20%	30%...70%
Время распада озона до величины ПДК, мин	37	36	35	31	30	29

Эти результаты могут быть использованы для определения как максимально достижимой концентрации озона в помещении, так и времени достижения безопасных концентраций озона, когда нахождение человека и животных в помещении может быть безопасно.

4. КАК ВЫБРАТЬ НУЖНУЮ МОДЕЛЬ ОЗОНАТОРА

Разберем выбор нужной модели озонатора на конкретном примере. Допустим, что необходимо произвести дезинсекцию небольшого цеха на молочном предприятии. Объем помещения составляет 100 м³. Из литературных данных (см. п. 2.6) следует, что проблема решается, если создать в помещении концентрацию озона 60 мг/м³ при экспозиции 6,5 часов. Обратимся к характеристикам озонатора "Озон-60П". Из графика, изображенного на рисунке 15, следует, что в помещении объемом 100 м³ данный озонатор создает равновесную концентрацию озона 30 мг/м³. Это означает, что применение озонатора "Озон-60П" в данном случае не является оптимальным.

Обратимся к характеристикам озонатора "Озон-90П". Из графика, изображенного на рисунке 18, следует, что в помещении объемом 100 м³ данный озонатор создает равновесную концентрацию озона около 60 мг/м³. Это означает, что в данном случае следует применить озонатор "Озон-90П". Далее, из графика, изображенного на рисунке 19, определяем, что в нашем случае равновесная концентрация озона достигается после 9 минут работы озонатора. Затем следует запрограммировать таймер озонатора на работу в течение 6 часов 40 минут (к 6,5 часам добавляется время выхода на равновесную концентрацию) и включить озонатор.

Спустя установленное время озонатор по таймеру отключится. По таблице 9 определяем, что в данном случае время самопроизвольного распада озона до уровня ПДК составляет не менее 42 мину. Только спустя это время после отключения озонатора персоналу позволяется входить в помещение, где работал озонатор.

Как поступить, если с помощью выбранной модели озонатора нет возможности достигнуть необходимой для решения поставленной задачи

концентрации озона в помещении из-за его размеров (объем V)? В этом случае задача может быть решена одним из двух способов:

- 1) Определите по соответствующему графику максимальный объем, в котором необходимая равновесная концентрация достигается (V_0). Разделите V/V_0 , округлите полученное число до целого. В результате получите число N , которое соответствует количеству озонаторов данного типа для решения задачи. Озонаторы следует равномерно распределить по всему обрабатываемому помещению
- 2) Задачу можно решить при меньшей концентрации озона путем пропорционального увеличения времени экспозиции. Например, если достигается концентрация озона в два раза ниже необходимой, то время экспозиции нужно увеличить в два раза.

5. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОМЕЩЕНИЙ

5.1. Обработка озонатором «Озон-01П»

5.1.1. Установите озонатор на горизонтальной поверхности, на высоте не ниже половины расстояния между полом и потолком помещения. Поверхность не должна быть металлической (токопроводящей). Касание озонатора с токопроводящими предметами, в том числе и с грунтом должно быть исключено.

5.1.2. В соответствии с Паспортом на прибор, произведите подключение озонатора к сети питания и включите озонатор. Засеките по часам время начала работы озонатора.

5.1.3. Если обрабатываемое помещение имеет объем менее 100 м^3 , то в этом случае, убедившись, что озонатор работает нормально (появился характерный запах озона), всем присутствующим в помещении, включая животных, следует покинуть помещение. Двери в помещение следует прикрыть.

5.1.4. Спустя некоторое время (ко времени, определенному по графику, изображенному на рисунке 5, следует добавить 1...2 часа) войдите в помещение, выключите озонатор и снова покиньте помещение на время распада озона до уровня ПДК (определяется по таблице 2).

5.1.5. Если обрабатываемое помещение имеет объем более 100 м^3 , то в этом случае возможна его обработка в присутствии людей и животных, но при этом следует соорудить барьер (например, из предметов мебели), препятствующий приближению к работающему озонатору на расстояние ближе, чем 3 м.

5.2. Обработка озонаторами «Озон-5П», «Озон-60П» и «Озон-90П»

5.2.1. Установите озонатор на горизонтальной поверхности, на высоте не ниже половины расстояния между полом и потолком помещения. Поверхность не должна быть металлической (токопроводящей). Касание озонатора с токопроводящими предметами, в том числе и с грунтом должно быть исключено.

5.2.2. Удалите из помещения животных и комнатные растения.

5.2.3. В соответствии с Паспортом на прибор, произведите подключение озонатора к сети питания и запрограммируйте его отключение по реле времени (в озонаторе «Озон-5П» оно встроено в прибор, а к озонаторам «Озон-60П» и «Озон-90П» оно придается). Время обработки определяется путем прибавления 1...2 часов ко времени выхода на равновесную концентрацию (см. графики, изображенные на рисунках 13, 16 и 19).

5.2.4. Включите озонатор. Засеките по часам время начала работы озонатора.

5.2.5. Убедившись, что озонатор работает нормально (появился характерный запах озона), всем присутствующим в помещении следует его покинуть. Двери в помещение следует прикрыть.

5.2.6. Ко времени, на которое запрограммирована работа озонатора, следует добавить время распада озона до уровня ПДК (определяется по таблицам 4, 6, 8 и 10). Спустя это время вход в помещение разрешен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кривопишин, И.П. Озон в промышленном птицеводстве [Текст] / И.П. Кривопишин. - М.: Росагропромиздат, 1988. – С.175.
2. Болога, М.К. Электроантисептирование в пищевой промышленности [Текст] /М.К. Болога. – Кишинев. Штинца, 1988.
3. Колодязная, В. С. Хранение пищевых продуктов с применением озона [Текст] / В.С. Колодязная, Т. А. Супонина // Холодильная техника. – 1975. – №6. С. 39-41.
4. Малышева, А.Г. Методические основы изучения гигиенической безопасности при эксплуатации бытовых озонаторов [Текст] / А.Г. Малышева // Гигиена и санитария. –1994. – №9. – С. 42-46.
5. Безруких Е.Г., Гаврилюк А.П., Зайцев Н.К., Шабанов В.Ф. Расчет концентрации озона, создаваемой озонатором в замкнутом объеме. – Красноярск: ИФ СО РАН, 1996. –С. 25 .
6. Безруких Е.Г., Четвергов Н.А. Расчет динамических характеристик концентрации озона в воздухе помещений при работе в них озонаторов различной производительности. – Вестник Красноярского государственного университета. Физико-математические науки. 2005, 4, С.111-115.

Исп. Безруких Е. Г.