

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по применению озонаторов воздуха
«Озон-01П», «Озон-5П», «Озон-60П1» и «Озон-90П»
для обработки замкнутых объемов
(помещений, боксов, холодильных камер и т. д.)

КОНТАКТЫ: тел. 8-901-865-20-25, e-mail: uralzavod@yandex.ru

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: мг/л, мг/м³, г/м³.

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/м³.

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, °С.

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.

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 уменьшается с 80% до 1...2%.

В связи с этим в помещениях с кондиционированным воздухом возникает необходимость в искусственном его озонировании.

2.1. Озонирование жилых и общественных заведений

Установлено, что токсическое действие озона проявляется при 5...10-кратном превышении его содержания по сравнению с природным воздухом (20...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).

2.2. Демеркуризация помещений

Нередко серьезный урон здоровью наносят пары ртути, когда с ней небрежно обращаются. 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 ртуть в виде оксидов и солей хотя и остается в помещении, но в воздушную среду не поступает.

2.3. 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, обогащенном 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 *Phytoftora 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.

2.4.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.

2.5.Обеззараживание 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 решения 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	0,01	0,00
35	0,40	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,28	0,07	0,01	0,00	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
	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

2.6. 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.

2.7. Санитарная обработка кормов

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/м³, 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%.

2.8.Озонирование мясных и рыбных продуктов

Озон можно применять при длительном хранении мяса и рыбы. При этом он эффективен только 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/м³ 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.

2.9.Санитарная обработка пищевых яиц

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 ч. 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 г/м³

и более. При концентрации озона до 0,3 г/м³ и времени обработки 1 час достигается высокая степень дезинфекции скорлупы. При оценке пищевых свойств обработанных яиц не было обнаружено отклонений от нормы.

2.10.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. 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 рекомендуем создать концентрацию озона 12 мг/м³ и выдерживать её 4 часа.

3. ПРЯМОТОЧНЫЕ ОЗОНАТОРЫ

Предприятие ООО «НПО Пульсар» выпускает три типа прямооточных озонатора: «Озон-01П», «Озон-5П», «Озон-60П1», «Озон-90П» отличающиеся друг от друга мощностью. Внешний вид этих озонаторов приведен на рисунках ниже.



Рис. 1. «Озон-01П»



Рис. 2. «Озон-5П»

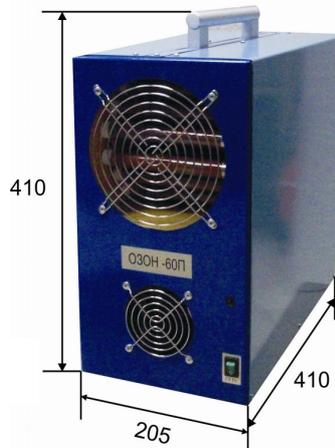


Рис.3. «Озон-60П1»



Рис.4. Озон-90П

3.1. Озонатор «Озон-01П»

Концентрация, производимого озона этим озонатором в зависимости от влажности воздуха в помещении, приведена в таблице 2.

Таблица 2

Относительная влажность	10%	15%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Температура, 0С	23,0	23,0	23,0	22,5	21,0	20,0	18,5	17,0	16,0
Абсолютная влажность, г/м3	2,1	3,1	4,2	6,0	7,0	8,6	9,0	10,1	11,2
Точка росы, 0С	-3,0	-0,8	+0,8	+2,5	+6,0	+8,7	+9,6	+11,2	+12,2
Концентрация озона, мг/м3	25	23	20	19	19	18	18	18	18

На рисунке 5 изображены графики значений равновесной концентрации озона C_p , рассчитанные по математической модели, для различной влажности воздуха при изменении объема помещения.

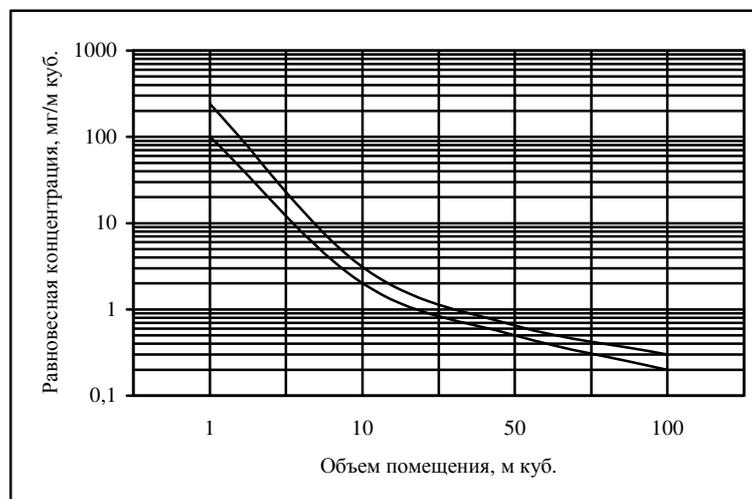


Рис. 5. Зависимость равновесной концентрации озона от объема помещения для различных влажностей (верхняя кривая – точка росы $-3,0 \dots +0,8$ °С, нижняя кривая – точка росы $+2,5 \dots +12,5$ °С)

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 6.

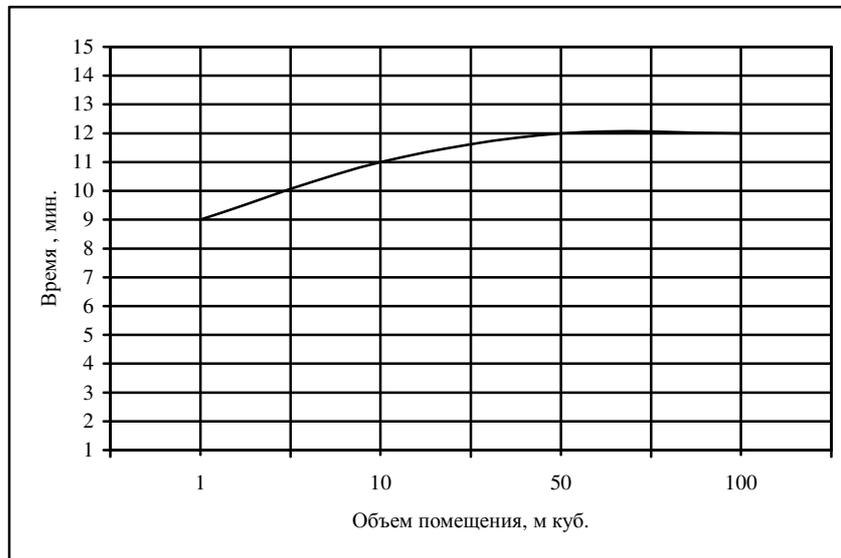


Рис. 6. График зависимости времени достижения 80% равновесной концентрации от объема помещения

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 3.

Таблица 3.

Объем помещения, м ³	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 4.

Таблица 4.

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	140	120	110	98	95	95	93	92	92

Графически эта зависимость приведена на рисунке 7.



Рис.7. Зависимость концентрации озона от влажности

На рисунке 8 изображены графики значений равновесной концентрации озона C_p , рассчитанные по математической модели, для различной влажности воздуха при изменении объема помещения.

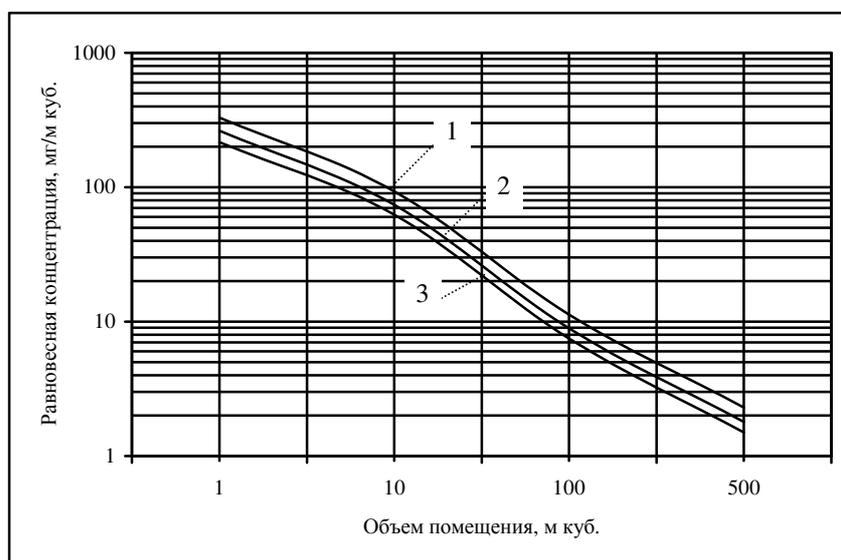


Рис. 8. Зависимость равновесной концентрации озона от объема помещения для различных влажностей (1 – точка росы $-3,0$ °С, 2 – точка росы $+0,8$ °С, 3 – точка росы $+2,5 \dots 12,5$ °С)

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 9.

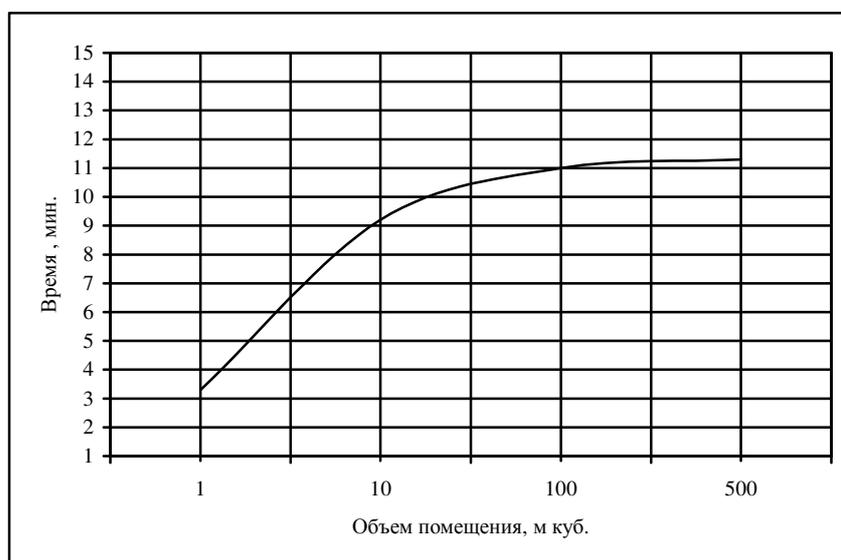


Рис. 9. График зависимости времени достижения 80% равновесной концентрации от объема помещения

Используя формулу (1), посчитаем время, прошедшее после выключения озонатора, через которое нахождение в обработанном озонем помещении безопасно для человека. Данные расчета приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Объем помещения, м ³	1			10		
	Влажность воздуха при t=23 ⁰ C	10%	20%	30%..70%	10%	20%
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 C	10%	20%	30%...70%	10%	20%
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-60П1»

Концентрация озона, производимая этим озонатором в зависимости от влажности воздуха, снятая экспериментально, приведена в таблице 6.

Таблица 6

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	75	70	65	63	60	60	58	58	58

Графически эта зависимость приведена на рисунке 10.

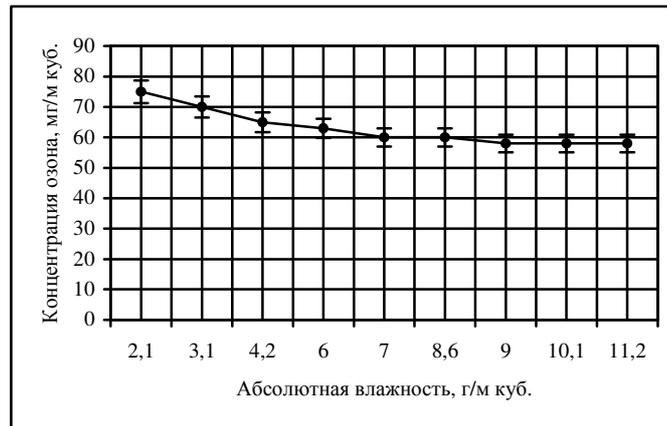


Рис.10 Зависимость концентрации озона от влажности

На рисунке 11 изображены графики значений равновесной концентрации озона C_p , рассчитанные по математической модели, для различной влажности воздуха при изменении объема помещения.

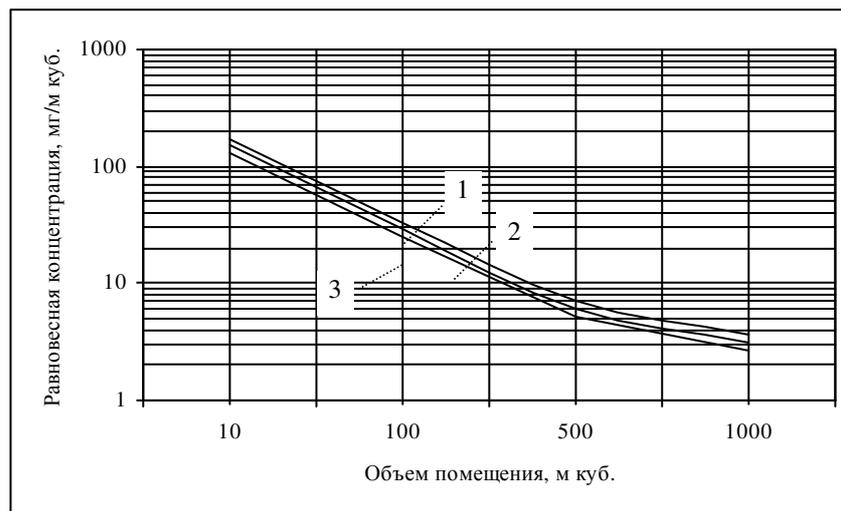


Рис. 11. Зависимость равновесной концентрации озона от объема помещения для различных влажностей (1 – точка росы $-3,0$ °С, 2 – точка росы $+0,8$ °С, 3 – точка росы $+2,5 \dots 12,5$ °С)

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 12.

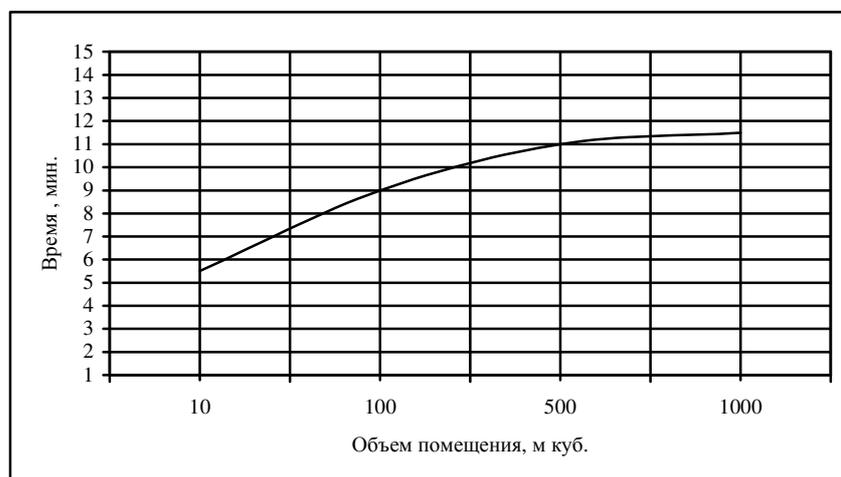


Рис. 12. График зависимости времени достижения 80% равновесной концентрации от объема помещения

Используя формулу (1), посчитаем время, прошедшее после выключения озонатора, через которое нахождение в обработанном озоном помещении безопасно для человека. Данные расчета приведены в таблице 7.

Таблица 7.

Объем помещения, м ³	10			100		
	Влажность воздуха при $t=23^{\circ}\text{C}$	10%	20%	30%...70%	10%	20%
Время распада озона до величины ПДК, мин	54	53	52	42	41	40
Объем помещения, м ³	500			1000		
	Влажность воздуха при $t=23^{\circ}\text{C}$	10%	20%	30%...70%	10%	20%
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 8.

Таблица 8.

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 13.

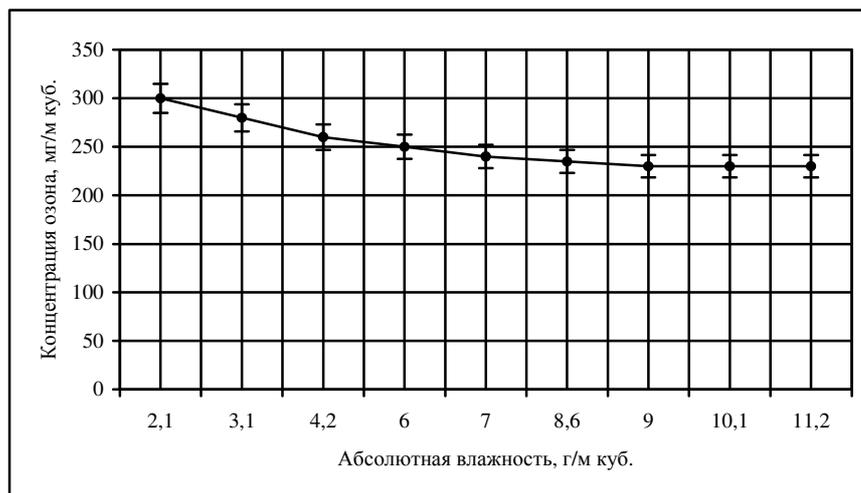


Рис.13 Зависимость концентрации озона от влажности

На рисунке 14 изображены графики значений равновесной концентрации озона C_p , рассчитанные по математической модели, для различной влажности воздуха при изменении объема помещения.

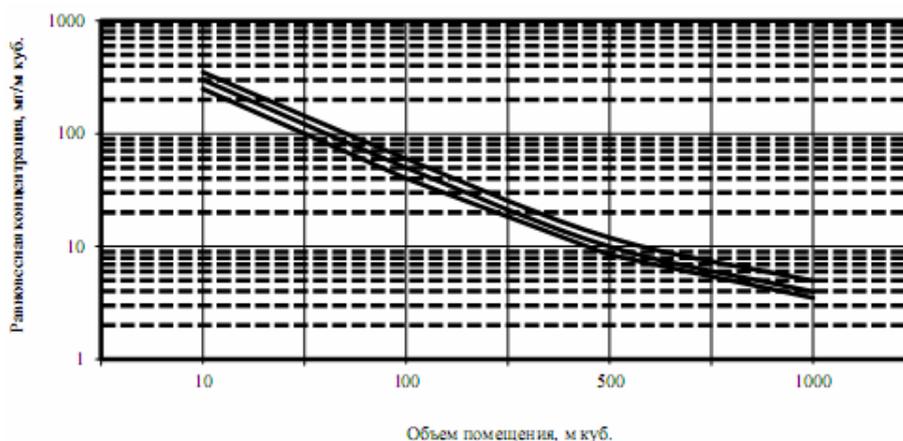


Рис. 14. Зависимость равновесной концентрации озона от объема помещения для различных влажностей (1 – точка росы $-3,0^{\circ}\text{C}$, 2 – точка росы $+0,8^{\circ}\text{C}$, 3 – точка росы $+2,5\dots12,5^{\circ}\text{C}$)

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 15.

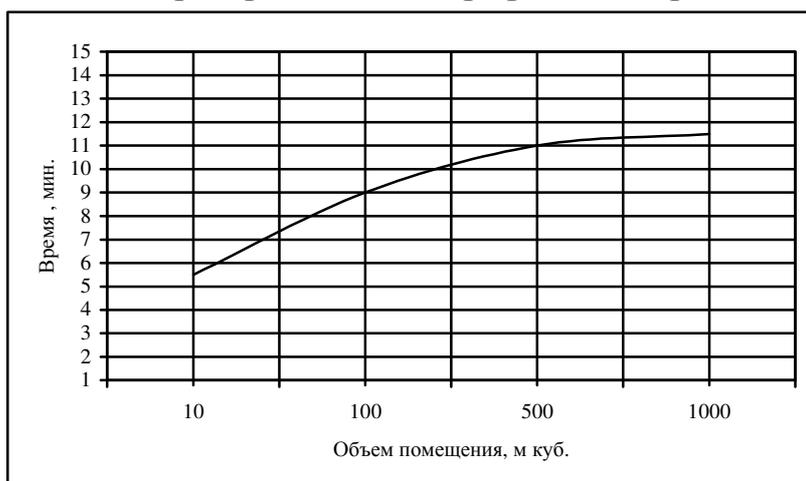


Рис. 15. График зависимости времени достижения 80% равновесной концентрации от объема помещения

Используя формулу (1), посчитаем время, прошедшее после выключения озонатора, через которое нахождение в обработанном озоном помещении безопасно для человека. Данные расчета приведены в таблице 9.

Таблица 9.

Объем помещения, м ³	10			100		
	10%	20%	30%...70%	10%	20%	30%...70%
Влажность воздуха при t=23 ⁰ C						
Время распада озона до величины ПДК, мин	54	53	52	42	41	40
Объем помещения, м ³	500			1000		
	10%	20%	30%...70%	10%	20%	30%...70%
Влажность воздуха при t=23 ⁰ C						
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. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОМЕЩЕНИЙ

4.1. Озонатор «Озон-01П»

4.1.1. 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.

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

4.1.3. Если обрабатываемое помещение имеет объем менее 100 м³, 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 приоткрыть.

4.1.4. 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).

4.1.5. Если обрабатываемое помещение имеет объем более 100 м³, 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.

4.2. Озонаторы «Озон-5П» и «Озон-60П1»

4.2.1. 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.

4.2.2. Удалите из помещения животных и комнатные растения.

4.2.3. 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 озонатору «Озон-60П» оно прилагается). Время обработки определяется путем прибавления 1...2 часов ко времени выхода на равновесную концентрацию (см. графики, изображенные на рисунках 9 и 12).

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

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

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

КОНТАКТЫ:

Тел. 8-901-865-20-25

e-mail: uralzavod@yandex.ru

сайт предприятия <http://www.ptso.ru>