

Методические указания

Методические рекомендации по применению озона



Содержание:

Общие сведения.....	3
Параметры, влияющие на конечное потребление озона.....	4
Взаимодействие с посторонними объектами	4
Зависимости установления равновесной концентрации в помещениях.	5
Области применения озона, наглядные примеры и рекомендации.....	6
Удаление запахов.	6
Озонирование воды.....	8
Озонирование воздуха	8
Дезинфекция предметов, помещений	10
Устранение насекомых-вредителей и отпугивание грызунов.....	11
Стимуляция роста растений, жизнедеятельности животных, птиц, рыб, пчел. .	12
Увеличение сроков хранения и сохранение качества продуктов питания, зерна, цветов.....	13
Удаление плесени, грибков, гнили.....	14
Химическая, фармацевтическая промышленность	15
Литература.....	16

Общие сведения

ОЗОН (от греч. ozon-пахнущий). Озон O_3 – это модификация кислорода, т. кип. 161,2 К; плотность газа при 273,2 К 2,141 г/л, при 298,2 К 1,962 г/л. В реакциях с большинством веществ озон — сильный окислитель, что обусловлено низкой энергией отрыва атома О от молекулы O_3 (107 кДж/моль) и высоким сродством молекулы озона к электрону (2,26 эВ). Растворимость озона в воде (0,21 объема в 1 объеме раствора при 298К) почти в 7 раз выше растворимости O_2 .

Озон термически неустойчив в газе и в растворах. В водном растворе распад озона медленно идет при комнатной температуре и заметно ускоряется с ростом pH.

Период полураспада озона в воде	
Температура	Время
С°	мин.
15	30
20	20
25	15
30	12
35	8

В газе более устойчив: медленный распад идет при комнатной температуре, с ростом температуры ускоряется [1].

Период полураспада озона в воздухе	
Температура воздуха, °С	Время
-50	1 месяц
-35	18 дней
-25	8 дней
0	3 дня
20	1.5 часа
50	5 – 10 минут

Параметры, влияющие на конечное потребление озона

Взаимодействие с посторонними объектами

К посторонним объектам относятся все вещества, загрязнители и прочие, которые способны взаимодействовать с озоном, такие, как запахи, пыль, микроорганизмы, живые существа, отдельные вещи, элементы конструкций и прочее.

Объем обрабатываемого объекта.

Чем больше объем, тем медленнее идет насыщение, тем больше озона подвергается самораспаду и больше озона расходуется на побочные реакции, соответственно и вырабатывать необходимо больше рассчитанного.

Скорость циркуляции воздуха/воды.

Чем выше скорость циркуляции воздуха или воды, тем больше эффективная площадь и объем взаимодействия озона с объектами, тем выше скорость реакции и лучше размешивание, а соответственно и качество обработки, но за счет этого увеличивается расход озона на реакции с посторонними объектами.

Влажность

Чем больше воды в воздухе, тем больше увеличивается самораспад озона, соответственно тем больше дополнительно озона нужно произвести

Температура

Чем выше температура, тем больше воды находится в воздухе и тем выше скорость химических реакций: как взаимодействия с посторонними объектами, относительно цели, так и самораспада.

Количество загрязнителя

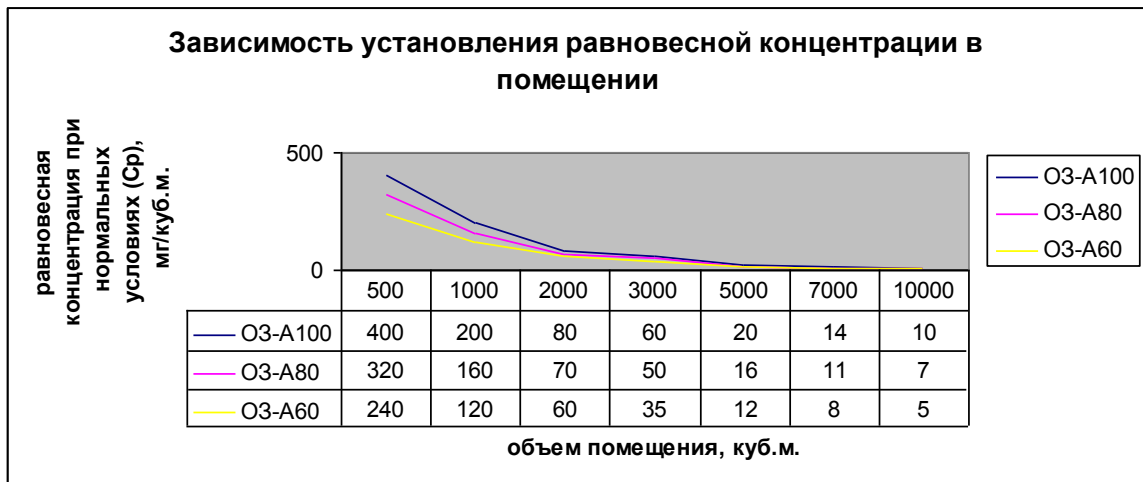
Чем больше загрязнителя, тем больше озона потребуется на его устранение.

Доступность поверхности

Чем легче озону достичь места назначения, тем меньше затраты его на побочные эффекты.

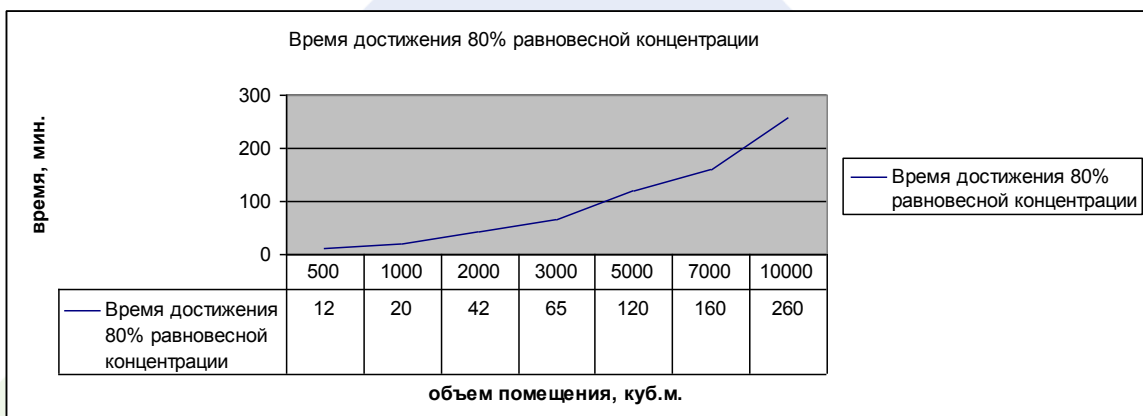
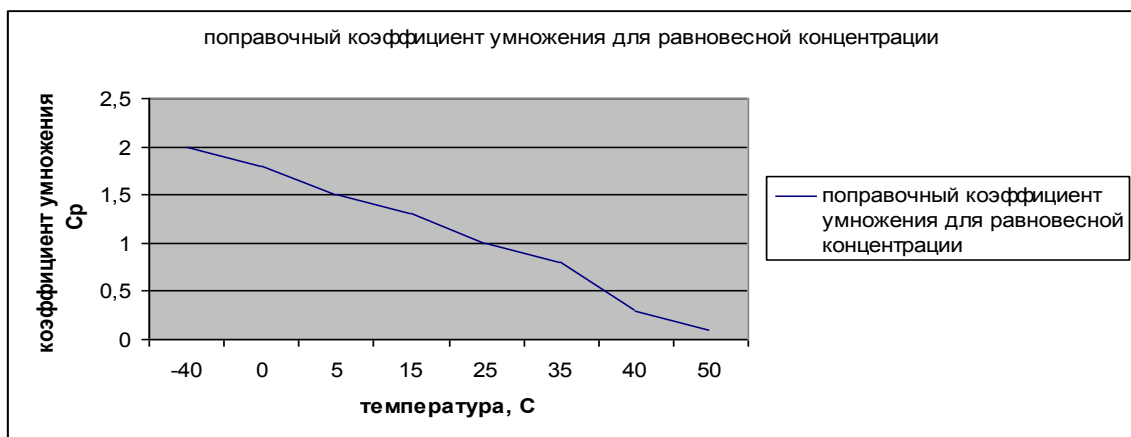
Зависимости установления равновесной концентрации в помещениях.

На примерах озонаторов воздуха ОЗ-А60, ОЗ-А80 и ОЗ-А100 с производительностью по озону 60, 80 и 100г/ч соответственно.



Равновесная концентрация зависит от температуры воздуха в помещении, для этого необходимо учитывать поправочный коэффициент k:

$$Cp^T = Cp * k$$



Области применения озона, наглядные примеры и рекомендации

Внимание: данные рекомендации являются частным случаем и режим обработки, подходящий для Ваших целей, может быть рассчитан только ориентировочно, исходя из Ваших технических условий, а точный режим может быть подобран только экспериментально.

Удаление запахов.

- **Для удаления неприятных запахов из воздуха в помещении**, где постоянно находятся люди, можно обрабатывать воздух дозами озона 0,1 – 0,2 мг*ч/м³ (ПДК для человека) до устранения, либо при наличии постоянного источника запаха, например, с улицы, систематически обрабатывать в течение всего времени пребывания людей
- **Для удаления очень сильных запахов**, в отсутствие людей. Расчетные условия: озонатор производительностью 5 – 7 г/ч, температура 25°С, влажность 50%.

Объем помещения	250м ³	500м ³	1000м ³
Время обработки	10 – 15 минут	40 – 60 минут	2 – 2,5 часа

Заходить не раньше, чем через полчаса – час после обработки.[2]

- **Запах гари после пожара, табака, пота, краски, затхлости, кошачий, туалета, трупный запах.** Озонирование проводить в отсутствие людей ежедневно до полного устранения запахов.
Расчетные условия: озонатор производительностью 25г/ч, очень сильные запахи, температура 25°С, влажность 50%.

Объем помещения	250м ³	500м ³	1000м ³
Время обработки	40 – 60 минут	2 – 2,5 часа	7 – 8 часов

- **Для клининговых компаний**, когда, например, в квартире устойчивый группный запах, а времени на обработку мало, рекомендуется применять озонатор высокой производительности (от 25 г/ч) с автоматическим выставлением режима обработки (таймером/программатором). Расчетные условия: озонатор производительностью 25г/ч, очень сильные запахи, температура 25°С, влажность 50%.

Объем помещения	250м ³	500м ³	1000м ³
Время обработки	40 – 60 минут	2 – 2,5 часа	7 – 8 часов

Обеспечить хорошую циркуляцию воздуха по квартире.

- **Для управляющих компаний** распространенная проблема – запах из подвалов после протечки или ремонта канализации. В этом случае рекомендуется проводить озонирование закрытого подвала озоновой пушкой производительностью 25 г/ч в течение нескольких дней. Режим обработки в этот период рекомендуется выставить такой: 30 минут работы озонатора, 2 часа отдыха (в расчете на 250м³). Нахождение людей в помещении в период обработки недопустимо.
- **Для химчисток**, когда необходимо избавиться от самых разных въевшихся запахов, особенно запаха мочи, из множества различных вещей, рекомендуется помещать все загрязненные предметы в отдельное помещение и проводить обработку озонатором производительностью 5 – 25 г/ч (в расчете на 50м³, много вещей, сильные запахи, низкая влажность) в течение 3 – 4 часов.
- **В случае локальных, небольших по площади источников** неприятного запаха, как, например, запах мочи от ковра и мягкой мебели, следует обрабатывать водным раствором озона или подвести поток озона из озонатора непосредственно к месту загрязнения, и обрабатывать 1 – 2 граммами озона. Для этого хорошо подойдут озонаторы производительностью от 0,5г/ч
- **Если это небольшое помещение** (например, **салон автомобиля**), достаточно провести обработку в течение часа количеством озона от 2г, (для этого можно использовать универсальный озонатор производительностью 5 – 6 грамм) и либо подождать, пока озон не прореагирует до конца и избыток не распадется до кислорода, либо проветрить салон после часа обработки.
- В случае, когда **запах въелся в достаточно большой предмет** (например, **запах от дивана**), рекомендуется накрыть предмет пленкой, обеспечить максимальную герметичность оболочки и провести внутрь трубку выхода озона внутрь. Заполнить эту «капсулу» 2-5 граммами озона и подождать 1 – 2 часа, пока озон не прореагирует до конца и избыток не распадется до кислорода. **Озонирование рекомендуется проводить систематически, до момента, когда запахи прекратят появляться.**

Озонирование воды

- Для подготовки питьевой воды рекомендуемая доза озона, согласно литературным данным, 2 – 5 г*ч/м³[3].
- Для дезинфекции питьевой воды непосредственно перед розливом, достаточно подавать 1г*ч/м³.
- Для санации сточных вод производительность озонатора выбирается в зависимости от количества примесей из расчета 1 – 3 грамма озона на 1 г БПК, 7-10 грамм озона на 1 грамм загрязнителя (для нефтепродуктов)[4].
- Создание дезинфицирующих растворов. Согласно литературным данным [5] оптимальным режимом приготовления растворов является подача озона 70 мг*мин/л с концентрацией озона в озono-воздушной смеси не менее 20 мг/л в течение 3-5 минут.

Озонирование воздуха

- Эффективная профилактика вирусных и бактериологических инфекций может быть обеспечена при постоянной обработке 0,03 - 0,1 мг/м³ в течение всего времени пребывания людей в помещении. Расчетные условия: нахождение людей в помещении, озонатор производительностью 0,5 г/ч, низкая влажность, температура 25°C, низкая запыленность, наличие слабых запахов.

Объем помещения	50м ³	100м ³	250м ³
Время обработки	3 - 5 минут	7 - 15 минут	20 - 30 минут

При более высоких концентрациях присутствие людей в помещении недопустимо.

- Бактерицидные свойства озона хорошо проявляются при любых концентрациях от 1 – 500 мг/м³, которые способны обеспечить высокую эффективность инактивации любой микрофлоры.
- При бактериальных и вирусных инфекциях в лечебно-профилактических учреждениях дезинфекция проводится при концентрации озона 2-4 мг/м³ в течение 60-100 минут. На эту концентрацию получено свидетельство о государственной регистрации дезинфекционного средства №0039-98/21 выданной МЗ РФ в 1998 году [2].

- **Очистка от фенола, формальдегида, ацетона, стирола, толуола, бензапирена, нефтепродуктов, бензола, метана и других органических загрязнителей**, находящихся в воздухе рабочей зоны в концентрациях 2-10 ПДК производится в течение всего рабочего дня с поддержанием концентрации озона 0,1 мг/м³. Расчетные условия: нахождение людей в помещении, озонатор производительностью 5 г/ч, низкая влажность, температура 25°С, низкая запыленность.

Объем помещения	250м ³	500м ³	1000м ³
Время обработки	3 - 5 минут	7 - 15 минут	20 - 30 минут

При более высоких концентрациях органических загрязнителей очистка проводится в отсутствие людей, производительность необходимого озонатора определяется степенью загрязнения, типа загрязнителя и объема помещения.

- **Подавление неприятных запахов** сероводорода, аммиака, меркаптанов, сульфатов, анилина и аминов, находящихся в концентрациях 2-5 ПДК осуществляется с эффективностью 90% поддержанием концентрации озона в рабочей зоне 0,1 мг/м³, но в случае данных веществ нужно помнить, что продукты окисления так же являются токсичными газами, поэтому нужно подбирать условия озонирования для каждого конкретного случая.
- **Демеркуризацию – обезвреживание паров ртути** – следует проводить озон-воздушной смесью в расчете дозы озона 1-10 мг на каждый м³ помещения при постоянном контроле содержания паров свободной ртути до момента, пока анализатор не покажет отсутствие паров в воздухе.
- **Очистка вентиляционных выбросов и отходящих газов** с очень высоким содержанием загрязнителей на предприятиях химической, нефтехимической, лакокрасочной, пищевой, биологической промышленности, фармпроизводствах проводится с помощью водных растворов озона - RedOx-систем. Доза озона зависит от количества загрязнителей и подбирается из расчета 3 – 10 грамма озона на 1 грамм загрязнителя [3].

Дезинфекция предметов, помещений

- **Дезинфекция медицинских инструментов** проводится водным раствором озона
- **Дезинфекция оборудования**, например в пищевой промышленности, может проводиться прогонкой озono-воздушной смеси по трубопроводам и иным системам. Расчетные условия: озонатор производительностью 10г/ч, низкая влажность, минимальная запыленность, температура 25°C.

Суммарный объем	250м ³	500м ³	1000м ³
Время обработки	20-30 минут	30-40 минут	40-50 минут

Либо обработка может проводиться прогонкой дезинфицирующего водного раствора при постоянной подаче озона в раствор.

- **Дезинфекция вещей** может проводиться озono-воздушной обработкой. Например, для дезинфекции дивана после вирусной болезни члена семьи диван следует закрыть пленкой, концы пленки максимально герметично приклеить клейкой лентой к полу (создать герметичную камеру), а под пленку подвести выходную трубку озонатора или поставить сам озонатор непосредственно. Проводить озонирование в течение 1-2 часов 0,25 – 1 г озона. В случае дезинфекции помещений с мебелью и иными вещами следует проводить озонирование в отсутствие людей при дозе озона не меньше 7-10мг на 1 м³ за 60-100 минут, выбор производительности озонатора будет зависеть от объема помещения.
- **Дезинфекция продуктов питания** проводится как озono-воздушной смесью, так и водным раствором озона, дозы озона и режим обработки сильно зависят от обрабатываемого продукта. Например, для дезинфекции продуктов озono-воздушной смесью необходимо вырабатывать 7-10мг озона на 1м³, а для дезинфекции мяса, рыбы и птицы в раствор с пищевой продукцией вводится озон из расчета 0,2 – 2 грамма озона на 1 м³ продукта. [6]

Устранение насекомых-вредителей и отпугивание грызунов

- **Экспериментально изучали действие озона на вредителей.** Для зерновки фасолевого БЭ озона составила 90% при однократной обработке озоном концентрацией 1 г/м³ в течение 15 минут (0,25 г*час/м³), и для мучного хрущака БЭ составила 100% при однократной обработке озоном концентрацией 1 г/м³ в течение 15 минут (0,25 г*час/м³). Таким образом, было установлено, что инсектицидное действие озона зависит от вида вредителя и дозы [7]. Рекомендуется проводить обработку озоном периодически (1-2 раза в неделю) для наилучшего эффекта. При ежедневной обработке концентрации и дозы могут быть снижены.
- **Для отпугивания грызунов** выбор озонатора зависит от объема обрабатываемого помещения, оптимальный режим обработки озоно-воздушной смесью с концентрацией озона 1-10 мг/м³ в течение 2-4 часов ежедневно, согласно литературным данным летальная доза для мышей является 8 мг/м³ (4ppm) в течение 4 часов [1]. Грызуны покидают свои норы уже при небольших дозах озона, на уровне ПДК, когда только начинает ощущаться запах озона. Проблема состоит в том, что, судя по наблюдениям, грызуны при появлении озона в воздухе уходят глубоко в норы, а при разложении озона, возвращаются вновь. Получение ими определенной дозы озона вызывает нарушения в мозге животного, от чего наблюдалось подавление инстинктов самосохранения и страха. Через три месяца наблюдений грызуны покинули помещение, ежедневно обрабатывавшееся высокими дозами озона в ночное время.

Стимуляция роста растений, жизнедеятельности животных, птиц, рыб, пчел.

- **Предпосевное озонирование пшеницы** повышает всхожесть зерен на 20% при обработке зерна дозой озона 14,7 г*сутки/м³ при обработке 14 суток[8]. А также позволяет варьировать качественный состав зерна [9].
- **При выращивании поросят** создание атмосферы с концентрацией 0,1 – 1 мг/м³ в месте постоянного пребывания животных, продуктивность поросят возрастает на 27% [10]. Для создания и поддержания такой атмосферы на каждые 1000м³ фермы, где присутствует воздухообмен с внешней средой, есть запахи, пыль, температура 20°C и низкая влажность, необходимо постоянная подача 4 – 5г/ч озона и хорошая циркуляция воздуха, чтобы ускорить равномерное распределение озона по помещению.
- **Для лечения рыб**, больных сапролегниозом, триходиномом, апиосомозом и другими эктопаразитарными болезнями, в воде поддерживают концентрацию озона в пределах 0,3–0,5 мг/л. Обработку воды проводят 2–3 раза в течение 30 мин. каждые 5–6 ч [11]. Для поддержания необходимой концентрации и контроля режима обработки необходимо использовать анализатор озона.
- **В птицеводстве.** В исследованиях показано, что наибольшая эффективность озонирования отмечается при **обработке инкубационных яиц**: уничтожается до 98% микроорганизмов в воздухе помещения, бактериальная обсеменённость скорлупы уменьшается в 5–8 раз, а вывод суточного молодняка и его сохранность повышаются на 3–5 процентов. Обработка на яйцескладе проводится один раз в 3–5 дней в течение 8–12 ч при поддержании концентрации озона в воздухе в пределах 4–15 мг/м³[12].

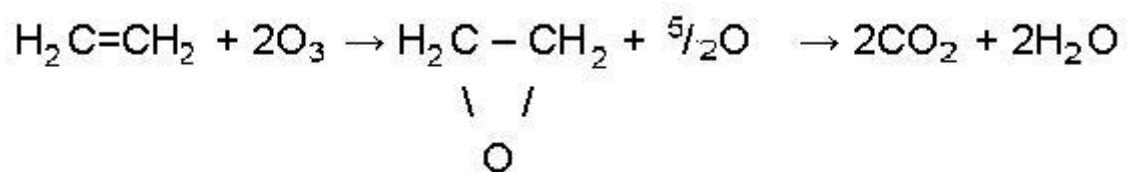
Объем помещения	250м ³	500м ³	1000м ³
Производительность озонатора	10г/ч	20-25г/ч	50-60г/ч

- Также комплексное применение озонированного зерна + добавлении пробиотика в количестве 2% от массы корма **позволяют значительно увеличить мясную продуктивность** цыплят-бройлеров и повысить биологическую ценность птичьего мяса[13].

- **В пчеловодстве приводит к увеличению параметра степени развития пчелиных семей.** Наибольший эффект достигается при концентрации озона – 32 мг/м³ в озono-воздушной смеси, поступающей в улей, при экспозиции 24 часа в течение 24 суток (В данном случае необходимо использовать анализатор озона с модулем управления для поддержания необходимых параметров обработки, производительность озонатора рассчитывается в данном случае по прямолинейной зависимости 50мг/м³). Результатом эксперимента по воздействию озона на интенсивность весеннего развития является выявление оптимального режима обработки пчел, при котором достигнуто увеличение параметра степени развития пчелосемей на 39 % [14]. Так же подкормка инвертированным сиропом озонированным озono-воздушной смесью с концентрацией озона 0,095±0,005 мг/л благоприятно влияет на физиологические процессы у всех особей пчелиной семьи [15].

Увеличение сроков хранения и сохранение качества продуктов питания, зерна, цветов

- **Подавление процесса гниения** за счет окисления этилена, появляющегося в процессе гниения и ускоряющего этот процесс. Окисление этилена озоном происходит быстро и вначале появляется оксид этилена, сам по себе являющийся эффективным ингибитором бактерий, грибов, плесени и гнили, а после распадается на углекислый газ и воду [6]:



- Способ обработки и дозирования зависят от вида продукции и объемов. Так, например, **для увеличения срока хранения сыра с 1 до 4х месяцев необходимо выработать 50-60 мг озона на 1 м³ хранилища за 4 часа обработки через каждые 2-3 дня.**[6]

Объем помещения	250м ³	500м ³	1000м ³
Производительность озонатора	3,5 – 5 г/ч	7 – 10г/ч	15-20г/ч

- **Для подавления грибной инфекции**, обсеменяющей зерно озимой пшеницы, необходимо его обрабатывать озоном с дозой не менее 20,0 г-сутки на 1м³ хранилища[8]. Не рекомендуется проводить озонирование влажного, свежего зерна, а только после первичной сушки или во время.

Удаление плесени, грибков, гнили

- **Для удаления плесени на овощехранилищах экспериментально установленный оптимальный режим озонирования:** на 2000м³ помещения 4 – 6 часов работы озонатора(ов) производительностью 50 – 60г/ч.
- **для устранения заражения клубники грибами и плесенью** достаточно обрабатывать по 20 минут раз в 1-2 дня при температуре 2-4°С и относительной влажности 80-90% озono-воздушной смесью с концентрацией озона 5-6 мг/м³[6].
- Технологически приемлемыми параметрами и режимами **обработки контаминированного микотоксинами корма** озono-воздушной или озон–NO смесью являются концентрация озона 3,5 – 4 г/м³ не менее 40 минут[16].
- **Улучшение показателей воздуха на производстве.** Загрязненность воздуха обусловлена наличием в нем спор плесени. Споры плесени в неактивном состоянии подвергаются действию озона гораздо слабей, чем в активной форме (когда начинают прорастать). Оптимальными будут условия, когда влажность и температура достаточны для активации спор плесени. Когда споры начинают прорастать, они раскрывают защитную капсулу и начинают дышать, поглощая в этот момент озон, который вызывает их гибель. Минимальные условия активизации спор: температура воздуха от 1 - 4°С, влажность от 70% и выше, питательная среда. Подавление грибного заражения в присутствии людей, например, в производственных цехах пищевой промышленности должно проходить поддержанием концентрации озона на уровне 0,1 - 0,2 мг/м³, контролируемой и поддерживаемой специальными анализаторами озона.

Химическая, фармацевтическая промышленность

Озонирование используют в органической химии для обработки диеновых каучуков и их сополимеров с целью получения бифункциональных олигомеров. Разложение органических соединений под действием озона (озонолиз) применяют для получения кислородсодержащих соединений заданной структуры (альдегидов, спиртов, кислот) и установления положения двойных связей С=С в скелете сложных органических и высокомолекулярных соединений (стероидов, сополимеров бутадиена, изопрена и др.) [1].

Также озонирование может быть использовано в качестве эффективного способа повышения адгезионных свойств каучуков при модификации пленкообразующих полимеров, входящих в состав клеев. Меняя один из параметров в процессе озонирования можно добиться такого содержания эпоксидных групп, при котором показатели адгезионной прочности будут максимальными[17].

При обработке каменноугольной смолы (КУС) озоном в реакторе барботажного типа с непрерывной подачей озono-кислородной смеси концентрацией озона 1,5-2 об.% в течение 1 – 3 часов позволило достичь преобразования компонентного состава:

- Увеличился выход высокотемпературной пековой фракции
- Увеличивается доля ценных компонентов в легкокипящих фракциях – нафталина и фенантрена
- Уменьшается содержание токсичных гетероциклических и канцерогенных полициклических аренов [18].

Литература:

1. Разумовский С. Д., Заиков Г.Е., **Озон и его реакции с органическими соединениями**, М., 1974
2. Мураков А.П. **Озонирование воздуха рабочей зоны и очистка отходящих газов озоном**. Иваново. 2004. 8 с.
3. Соловьёва О.А., Фалова О.Е. **Озонирование как экологически безопасная процедура очистки питьевой воды**. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2012. № 1. С. 103-104
4. Миков А.Г., Соломонов А.Б., Глушанкова И.С., Морозовский А.И., Вайсман Я.И. **Опыт применения озонирования для очистки промышленных и хозяйственных стоков**. Научные исследования и инновации. 2010. Т. 4. № 3. С. 56-63.
5. Нго К.К., Кияненко Е.А., Зайнуллина Л.Р., Петухов А.А., Григорьев Е.И. **Изменение pH воды в процессе озонирования**. Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 10. С. 232-234.
6. Лунин В.В., Карягин Н.В., Ткаченко С.Н., Самойлович В.Г. **Озон в очистке газовых выбросов, сельском хозяйстве и подготовке питьевой воды**. МАКС Пресс, М., 2010, 188 с.
7. Романенко Н.Д., Заец В.Г., Михальская Т.Н., Попов И.О., Приданников М.В., **Озон - эффективный фумигант для обеззараживания зернопродуктов от амбарных вредителей**. Вестник российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. М. 2007, №1-2, с. 27-31
8. Авдеева В. Н., Безгина Ю. А., Любая С. И., **Влияние обработки озоном на физиологические параметры пшеницы**. Современные проблемы науки и образования, 2013, №2, с. 484
9. Сигачева М. А., Пинчук Л. Г., Гридина С. Б., **Предпосевное озонирование семян как фактор влияния на качество зерна яровой пшеницы**. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2013, №3, с. 21 – 24.
10. Ксенз Н.В., Сидорцов И.Г., Меликова О.В. **Электроозонирование воздушной среды животноводческих помещений**. Труды международной научно-технической конференции Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. 2010. Т. 3. С. 200-203.
11. Неретин М.В. **Инактивация возбудителя аэромоназа карповых рыб в водной среде с применением озона**. Ветеринарная патология. 2005. № 2. С. 86-92.

12. Корса-Вавилова Е.В., Егоров И.А., Штеле А.Л., Волчков В.И., Разумовский С.Д. **Озонирование производственных помещений, инкубационных и пищевых яиц.** Птицеводство. 2011. № 12. С. 39-41.
13. Кононенко С.И., Витюк Л.А., Салбиева Ф.Т., Савхалова С.Ч. **Использование способа озонирования зерна, зараженного плесневыми грибами, применяемого в кормлении цыплят-бройлеров,** Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. Т. 49. № 4-4. С. 137-140.
14. Овсянников Д.А. **Применение озонаторов в пчеловодстве в период весеннего наращивания пчелиных семей.** Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 80. С. 202-214.
15. Циколенко С.П., Гордиевских М.Л., Циколенко А.С. **Обеззараживание озоном пчелиной пыльцевой обножки и углеводного корма,** Гавриш. 2011. № 1-1. С. 36-38.
16. Герунова Л.К., Педдер В.В., Симонова И.А., Бойко Т.В., Набока М.В., Надей Е.В. **Обоснование возможности детоксикации кормов, контаминированных микотоксинами, с применением озон/по-технологий,** Омский научный вестник. 2013. № 1 (118). С. 204-208.
17. Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Бондаренко С.Н., Провоторова Д.А., Заиков Г.Е., Софьина С.Ю. **Озонирование как способ модификации непредельных каучуков с целью улучшения их адгезионных свойств** Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 9. С. 130-132.
18. Семенова С.А., Гаврилюк О.М., Патраков Ю.Ф. **Применение газофазного озонирования для модификации состава каменноугольной смолы** Экология и промышленность России. 2011. № 6. С. 13-15.