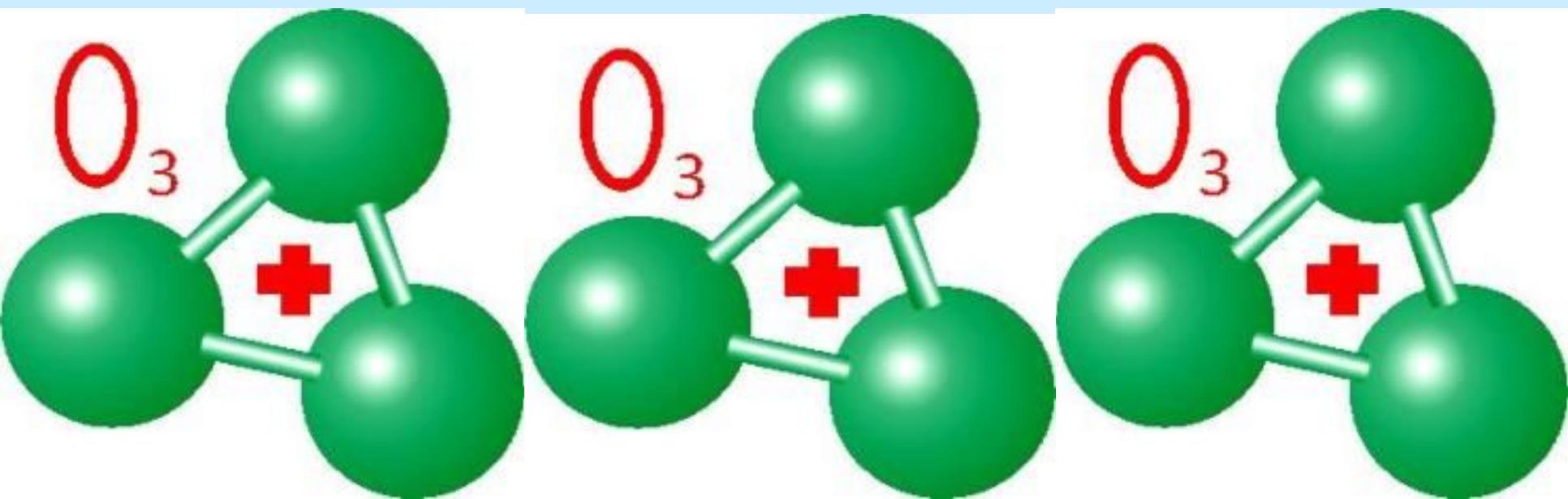




# ОЗОН

В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ





# ПЛАН ЛЕКЦИИ

## Введение.

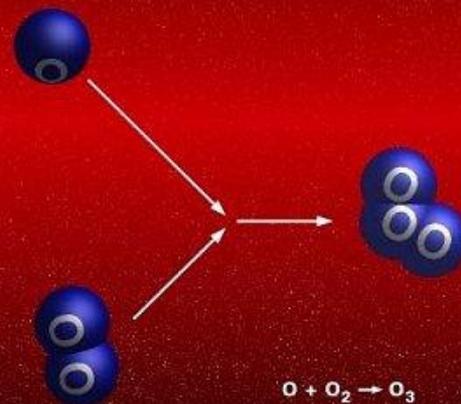
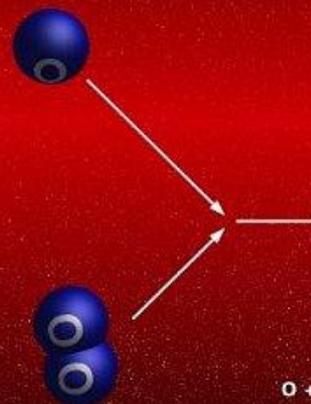
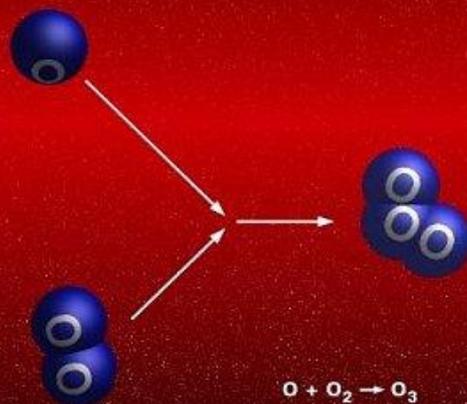
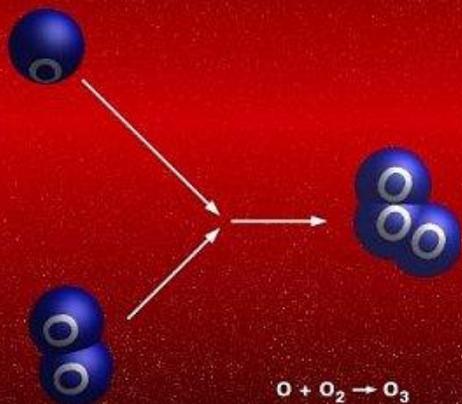
1. Общие сведения об озоне.
2. Получение озона.
3. Применение озона в процессах водоподготовки.
4. Установка озонирования WTS-RUNTECH-0,3.
5. Озон на мясоперерабатывающих предприятиях.
6. Озон на молокоперерабатывающих предприятиях.
7. Озоновая технология и оборудование для обеззараживания зерна и помещений агропромышленных предприятий.
8. Озон при хранении с/х продукции.

Ozone Creation

Ozone Creation

Ozone Creation

Ozone Creation





## Общие сведения об озоне

**ОЗОН** - неустойчивый голубой газообразный аллотроп кислорода ( $O_3$ ). Имеет характерный резкий запах. Разлагается на молекулярный и атомарный кислород. Присутствует в атмосфере, главным образом, в **ОЗОНОВОМ СЛОЕ**, где он образуется из кислорода под действием ультрафиолетового излучения. Действует как фильтр и предотвращает попадание на поверхность Земли большей части вредной ультрафиолетовой радиации. В промышленности озон получают действием электрического заряда на кислород.

**Озон – это активная форма кислорода.** Молекула озона состоит из трех атомов кислорода. Формула озона –  $O_3$ , молекулярная масса – 48. Озон по своему бактерицидному воздействию в 3-6 раз сильнее ультрафиолетового излучения и в 400-600 раз сильнее хлора.

Озон можно получить из двухатомного кислорода через ионизацию и газовый разряд высокого напряжения.

В наше время озон используется не только для очистки и дезинфекции воздуха и воды, но и в целях удаления токсинов из продуктов питания. Мировая общественность уже признала **озон наиболее экологически чистым, популярным и эффективным бактерицидным веществом.**



Всем нам в школе на уроке химии объясняли, что первооткрывателем озона был нидерландский физик М. ванн Марум (1785 г.). Однако получено данное вещество было лишь в 1839 году немецким физиком К.Ф. Шёнбейном путем электролиза воды. Он же дал веществу название – **озон** (от древнегреческого - пахнущий). И название действительно соответствует свойствам озона, т.к. его аромат отчетливо чувствуется уже при 7%-м содержании в воздухе.

Озон – это вторая по устойчивости молекула кислорода. В отличие от обычного двухатомного кислорода, молекула озона состоит из трех атомов, и обладает большим расстоянием между атомами (около 128 ангстрем, тогда как расстояние между атомами в двухатомном кислороде – 121 ангстрем).

При нормальных условиях **озон – это газообразное вещество голубого цвета**. Его масса больше массы воздуха. Один литр газа весит 2,15 грамм. Предельно допустимая концентрация  $O_3$  в воздухе – 0,1 мкг/л. Температура перехода в газообразное состояние при давлении 100 кПа -  $112^{\circ}C$ , а температура плавления при тех же условиях -  $-193^{\circ}C$ .

В первое время практического применения озону не было найдено. Однако в начале 20-го века ученые обнаружили его антибактериальные свойства.



Озон ( $O_3$ ) имеет **очень высокое сродство к электрону** (1,9 эВ), что и обуславливает его свойства **сильного окислителя**.

Он способен в мягких условиях реагировать с большинством органических, элементоорганических и рядом неорганических веществ.

Термодинамически эти реакции могут протекать до полного окисления, т.е. до образования воды, оксидов углерода и высших оксидов других элементов. Препятствием к такому предельному окислению являются, обычно, малые скорости конечных стадий реакций.

Окислительный потенциал озона составляет 2,07 В в кислой среде и 1,27 В в щелочной и уступает из стабильных веществ только фтору.

Сравнительные потенциалы ряда веществ (вольты)

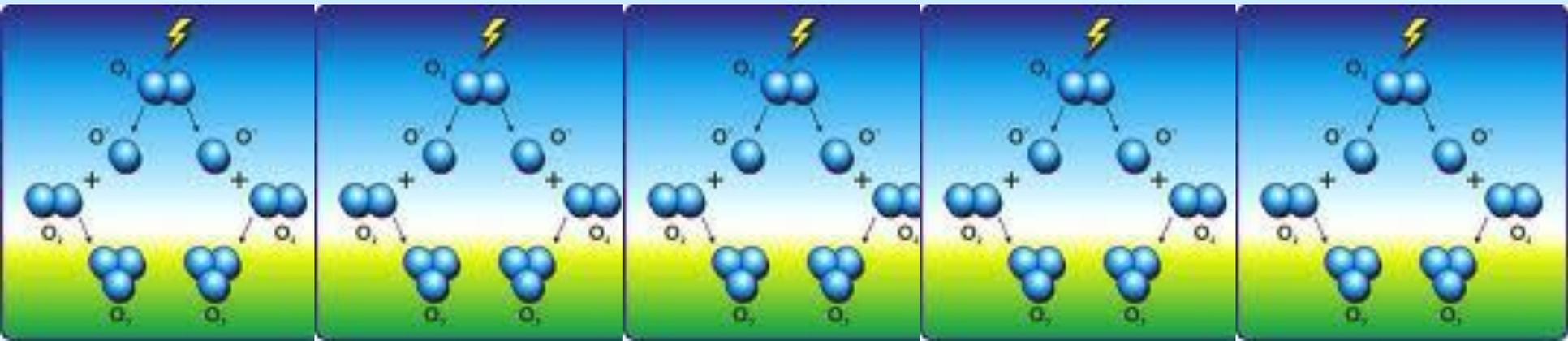
| Химическое вещество | Окислительные потенциалы (кислая среда) | Относительные окислительные потенциалы (по хлору) |
|---------------------|---|---|
| Фтор                | 3,06                                    | 2,25  |
| Атомный кислород    | 2,42                                    | 1,78  |
| Озон                | 2,07                                    | 1,52  |
| Перекись водорода   | 1,77                                    | 1,3   |
| Хлор                | 1,49                                    | 1,0   |



Озон может существовать во всех трех агрегатных состояниях. При нормальных условиях это газ голубоватого цвета. Температура кипения озона равна - 112°C, а температура плавления - 192°C .

Озон – это не только окислитель, но и **очень сильный дезинфектант**, а благодаря своей химической природе способен также устранять запахи из воды путем окисления ароматических соединений.

Однако **период существования озона** в нормальных условиях **крайне непродолжителен**. Поэтому вещество используют непосредственно после получения.





# ПОЛУЧЕНИЕ ОЗОНА

Озон образуется из кислорода. Существует несколько способов получения, среди которых наиболее распространенным являются **электросинтез**, при котором  $O_3$  образуется при помощи электрического разряда. Этот метод сочетает в себе возможность получения озона высоких концентраций, большой производительностью и относительно невысокими энергозатратами.

Основной реакцией является **процесс диссоциации молекул кислорода** при взаимодействии со свободным электроном:  $O_2 + e = O + O + e$ .

Следующий этап состоит в **образовании молекулы озона**:

$O + O_2 + M = O_3 + M$ , в которой принимает участие третья частица M: молекула, ион, электрон или атом в нейтральном или возбужденном состоянии.

Кроме образования озона, происходит **разложения молекул  $O_3$**  по реакции:  $O_3 + M = O_2 + O + M$ .

Эта реакция идет тем интенсивнее, чем выше температура газа.

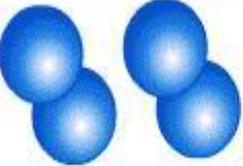
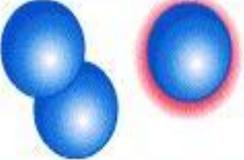
В результате прохождения рабочего газа через разрядную зону озонатора на выходе получается озono-воздушная или озono-кислородная смесь с концентрацией озона до  $10 \text{ г/м}^3$ , при этом получаемое количество озона зависит от превышения интенсивности образования над интенсивностью разложения.



Процесс **электросинтеза озона из кислорода**, содержащегося в рабочем газе, осуществляется на **озонаторах**. Озонаторы являются наиболее дорогими и ответственными узлами установки озонирования, определяющими надежность, стабильность и безопасность работы.

**Растворение озона в воде** производится в большинстве случаев вакуумно-инжекционным способом **при помощи эжектора**. Эжектор позволяет минимизировать объем контактной колонны за счёт образования пузырьков в несколько раз меньшего размера, чем при барботаже, что увеличивает общую поверхность контакта газа с водой на границе раздела фаз.

### Принцип процесса озонирования

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Молекулы кислорода ( $O_2$ ) состоят из двух атомов                                 | Электрический ток через катод превращает кислород в озон ( $O_3$ )                  | Озон ( $O_3$ ) превращается в кислород ( $O_2$ ), лишний атом окисляет загрязнение    | Загрязнения превращаются в безвредные вещества, удаляемые фильтрацией                 |
|  |  |  |  |



## Применение озона в системах водоподготовки

В последние 20 лет **области применения озона значительно расширились** и во всем мире ведутся новые разработки. Следует обратить внимание на то, что столь бурному развитию технологий с использованием озона способствует его экологическая чистота.

В отличие от других окислителей **озон** в процессе реакций **разлагается на молекулярный и атомарный кислород и предельные оксиды**. Все эти продукты, как правило **не загрязняют окружающую среду и не приводят к образованию канцерогенных веществ**, как например при окислении хлором или фтором.

При обработке питьевой воды озоном определённую опасность представляет возможное образование вредных канцерогенных веществ, таких как бромированная органика. Полученные в процессе многочисленных исследований данные позволяют говорить о появлении при этом бромноватистой кислоты, которая впоследствии даёт бромформ и другую бромированную органику. Выполненное количественное исследование этого процесса привело к установлению возможности минимизировать концентрацию нежелательных бромпроизводных.



При озонировании сточных вод, в принципе, также могут образовываться промежуточные вещества, более вредные (токсичные, мутагенные), чем сами исходные загрязнители, но при использовании соответствующих технологий очистки такой опасности не существует.

Озон способен образовывать многочисленные стабильные и нестабильные соединения, состав и количество которых зависит от условий проведения реакции, поэтому перед применением в системах очистки воды установок озонирования необходимо квалифицированно провести детальную проработку вопросов схемы взаимодействия озона с конкретными загрязнениями воды.

Большую роль в процессе разработки схемы очистки с использованием озона играет наличие полноценной исходной информации о качественном и количественном составе исходной воды, путей образования тех или иных загрязнений, условий поступления на очистку (температура, залповые выбросы загрязнений или сезонные колебания состава и пр.).



## Установка озонирования WTS-RUNTECH-O3

Установки озонирования WTS-RUNTECH-O3 производства компании «Водные технологии «Атомэнергопрома» подбираются и комплектуются, исходя из особенностей, поставленной задачи и выбранной схемы озонирования.

Процесс электросинтеза озона из кислорода, содержащегося в рабочем газе, осуществляется на озонаторах. Озонаторы являются наиболее дорогими и ответственными узлами установки озонирования WTS-RUNTECH-O3, определяющими надежность, стабильность и безопасность работы.

Растворение озона в воде производится в большинстве случаев вакуумно-инжекционным способом при помощи эжектора. Эжектор позволяет минимизировать объем контактной колонны за счет образования пузырьков в несколько раз меньшего размера, чем при барботаже, что увеличивает общую поверхность контакта газа с водой на границе раздела фаз. Для обеспечения оптимальной работы эжектора и достижения максимальной эффективности переноса озона из газовой фазы в раствор на входе эжектора устанавливается повышающий насос для создания требуемого напора воды, а на выходе - статический смеситель.

Насос, эжектор, смеситель, трубопроводы обвязки, запорная арматура и контрольные манометры образуют систему растворения озона.



Обеспечение заданного времени контакта озона с водой достигается в специальных емкостях напорного или безнапорного типа - контактными ёмкостями. В напорных системах контактные ёмкости являются частью системы растворения озона, т.к. перенос озона в раствор продолжается и в ёмкости под воздействием давления воды.

Отделение избытка газовой фазы из воды необходимо для того, чтобы вода на выходе из контактной ёмкости не содержала озono-воздушных пузырей, которые могут явиться причиной завоздушивания трубопроводов, фильтров и другого оборудования, расположенного после установки озонирования.

Воздушные пузыри, содержащие остатки не растворившегося озона, могут также стать причиной запаха или даже превышения ПДК озона в воздухе помещения при выходе загазованной воды в открытые безнапорные резервуары.

В напорных системах для отделения газовой фазы используются газоотделительные клапаны (воздухоотделители) и специальные сепараторы, оборудованные газоотделительными клапанами.

В безнапорных ёмкостях избыток нерастворенного озона удаляется через систему дыхания.

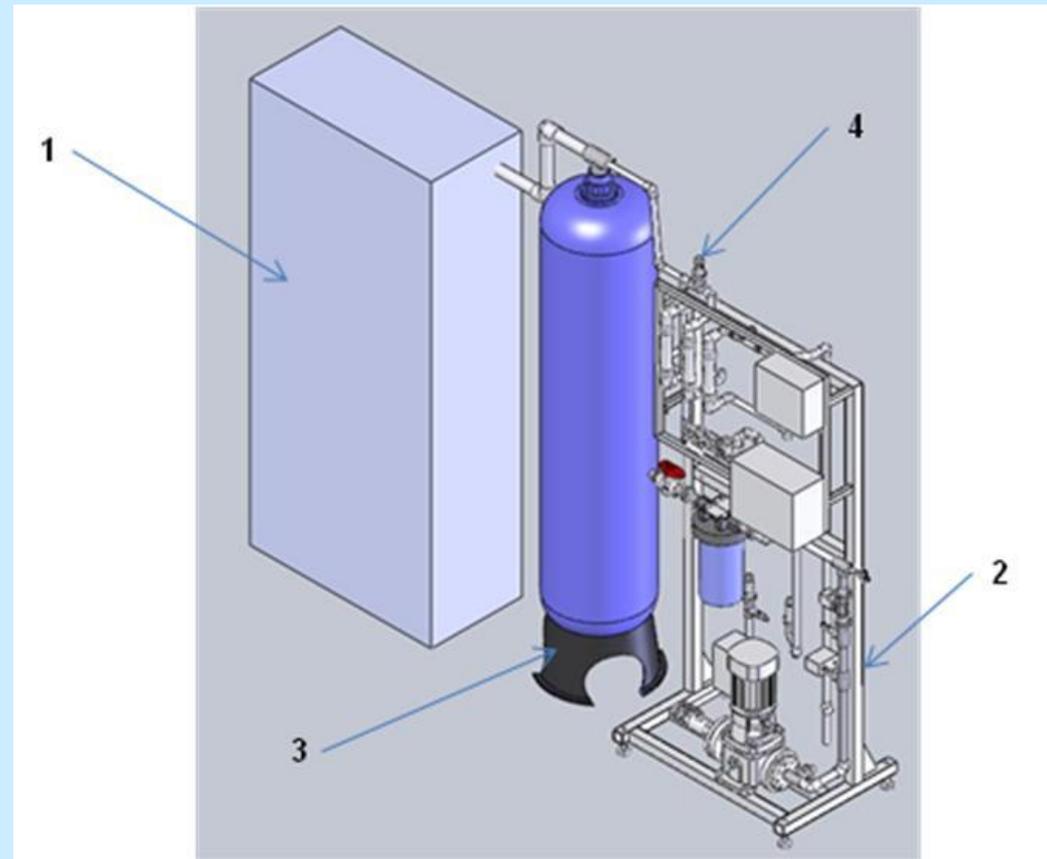


## Утилизация

(нейтрализация) озона после выхода из системы газоотделения или системы дыхания ёмкости - обязательная часть процесса озонирования воды.

Для нейтрализации озона в составе установок озонирования обычно включены деструкторы озона.

Экономия на деструкторе или отказ от его использования могут привести к превышению ПДК озона в воздухе рабочей зоны.



Принципиальная схема установки озонирования WTS-RUNTECH-O3:

1 – озонатор; 2 – система растворения озона; 3 – контактная емкость; 4 – деструктор озона



Управление процессом озонирования может производиться как **вручную**, так и **автоматически**, в зависимости от специфики решаемой задачи и требований процесса водоподготовки.

В случае **ручного управления** станция включается и выключается кнопкой “пуск“, автоматически выполняются лишь блокировки в нештатных ситуациях, например, выключение насоса по сухому ходу или блокировка выработки озона по сигналу о превышении ПДК в воздухе от внешнего газоанализатора.

**Автоматическое управление станцией** может производиться по сигналу от внешнего автоматического устройства или встроенной системы управления дозировкой озона по датчику озона или потенциала на выходе станции.





# Станция озонирования воды "Компакт 1-0,5"

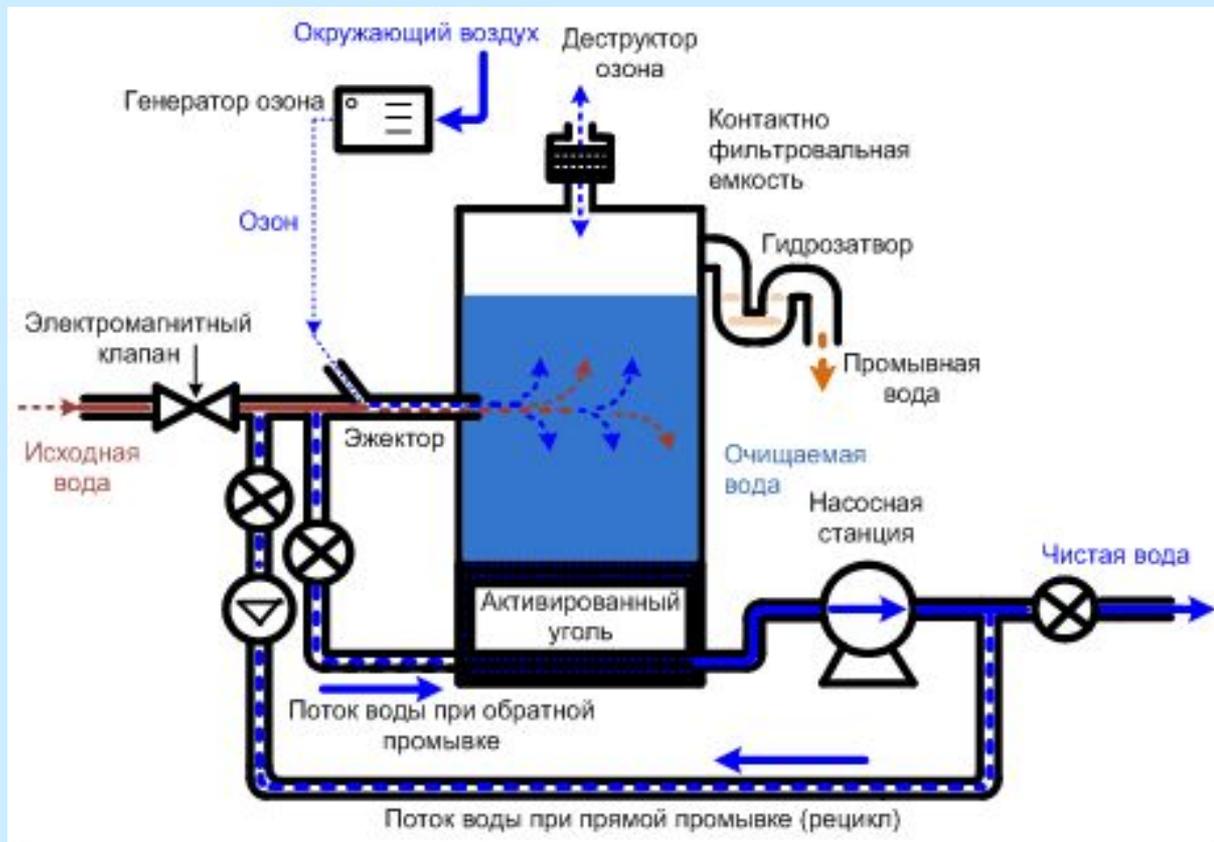


Схема станции озонирования воды  
«Компакт 1-0,5»



Внешний вид станции  
озонирования воды  
«Компакт 1-0,5»



### **Технические характеристики станции озонирования воды:**

- Максимальная производительность питьевой воды, л/ч: 1100
- Доза озона, г/м<sup>3</sup> воды: не менее 0,5
- Рабочий газ для синтеза озона: кислород атмосферный
- Напряжение питания, В : 220 10%
- Потребляемая мощность озонатора, Вт: до 20

### **Преимущества станции озонирования воды:**

- Экологически чистые система;
- Стерилизация воды, дезинфицирующие свойства в разы выше, чем у ультрафиолета;
- Улучшение органолептических показателей воды (родниковая вода);
- Сохранение природного минерального состава воды;
- Бесшумность;
- Озонирование - передовая технология;
- Срок службы: неограничен;
- Не требует реагентов;
- Рассчитана на сезонное изменение воды;
- Отфильтровывает остатки убитых микроорганизмов;
- Не требует сервиса, замены фильтрующей загрузки;
- Гарантированное удаление железа, марганца, растворенных газов;
- Компактные размеры.



# Озонирование воды в пищевой промышленности

## Очистка воды озоном.

Озонирование это чрезвычайно мощное и универсальное средство нашедшее применение в целом ряде отраслей пищевой промышленности.

Вода, насыщенная озоном, стерилизуется сама и является стерилизующим агентом для поверхностей, с которыми соприкасается. Разумеется, поверхности должны быть чистыми. Этот метод стерилизации воды является абсолютно экологически чистым, из-за уникальной особенности озона: выполнив свои полезные функции, озон (трехатомный кислород) быстро превращается обратно в обычный двухатомный кислород, из которого и был произведен.

Установки озонирования воды могут быть использованы для обработки поверхностей, соприкасающихся с пищевыми продуктами, тары, используемой для консервирования продуктов, мытья рыбы и других продуктов, и т.п. Это позволяет повысить срок хранения продуктов, используя минимальные количества консервантов, что позволяет резко повысить их качество.



**Внешний вид установки для озонирования воды**

**Сфера приложения установок озонной очистки воды очень широка.**

**Вот далеко не полный перечень возможных применений:**

- Мытье разделочных столов и других поверхностей.**
- Обработка тары для пищевых продуктов.**
- Озонирование воды для получения пищевого льда.**
- Озонирование бутилируемой воды и других напитков.**
- Мытье рыбы и других продуктов.**



# ОЗОН НА МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Использование **озоновых технологий** на мясоперерабатывающих предприятиях **может обеспечить:**

-100% защиту предприятия от плесени, кишечной палочки и других паразитных микроорганизмов;

-процесс стерилизации, дезинфекции и дезодорации воздушной среды помещений, поверхностей технологического оборудования, трубопроводов, инструмента, оборотной тары и спецодежды персонала;

-подавление бактерий и плесени при хранении и транспортировке сырья и готовой продукции;

-эффективную борьбу с грызунами, вследствие высокой чувствительности этих животных к озону.



На основании микробиологических исследований отработаны условия озонирования, при которых достигается эффект дезинфекции без побочных воздействий на мясную продукцию:

- 1. В процессе сушки полукопчёных колбас:** концентрация озона 5-10 мг/м<sup>3</sup>, периодичность – по 60 мин каждые 3 дня. В результате, полное отсутствие плесени на поверхности оболочки батонов и стен сушильной камеры.
- 2. Стерилизация ёмкостей для посола и созревания фарша:** концентрация озона 75 мг/м<sup>3</sup>, время озонирования 5-7 часов (ночью). Для обеспечения лучших условий озонирования, обрабатываемую ёмкость накрывают сверху полиэтиленовой пленкой.
- 3. Дезинфекция воздуха холодильных камер:** концентрация озона 12-14 мг/м<sup>3</sup>, время озонирования зависит от объема камеры.
- 4. При хранении охлаждённого мяса:**  $t=0-10^{\circ}\text{C}$ , концентрация озона 10-20 мг/м<sup>3</sup>, ежедневное озонирование по 4 часа в начальный период хранения в течение 4 суток; срок хранения мяса с исходным содержанием 10<sup>2</sup>–10<sup>3</sup> бактерий/м<sup>2</sup> увеличивается при этом до 5 суток.



**5. Для хранения полукопчёных колбас:** концентрация озона.10-15 мг/м<sup>3</sup>, ежедневное озонирование по 3 часа в начальный период хранения в течение 5 суток; срок хранения при  $t=4^{\circ}\text{C}$  составляет 25 суток, а при  $t = -20^{\circ}\text{C}$  – 70 суток.

**6. При обработке спецодежды и оборотной тары:** концентрация озона 75 мг/м<sup>3</sup> в специально оборудованном помещении объёмом 0,3 м<sup>3</sup> в течение 30 мин.





# ОЗОН НА МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Молоко представляет собой скоропортящийся продукт, а также благоприятную среду для развития возбудителей различных пищевых инфекций. Поэтому качество дезинфекций производственных ёмкостей и технологического оборудования оказывает существенное влияние на микробиологические показатели молока и молочных продуктов

Использование **озоновых технологий** на молокоперерабатывающих предприятиях **может обеспечить** наибольшую эффективность при дезинфекции:

- боксов и помещений контрольного и заквасочного отделения микробиологической лаборатории;
- оборудования в кефирном заквасочном отделении;
- отделения для пересадки грибков;
- ёмкостей под молочную продукцию объемом до 800 м<sup>3</sup>;
- холодильных камер для хранения готовой продукции;
- трубопроводов подачи сливок от пастеризационно-охладительных установок до ванн заквашивания сметаны;
- помещений вспомогательных служб предприятия;
- технологического инвентаря и спецодежды персонала.



Везде, где работает **ОЗОНАТОР ОПВ-100.01**, успешно решаются задачи профилактики различных заболеваний, стимуляции жизнедеятельности животных и птиц, хранения и консервирования пищевых продуктов, очистки и кондиционирования воздуха в вентиляционных системах, дезинфекция и дезодорация изолированных помещений, оборудования, тары, инвентаря, воздуха, пчелиных ульев и сот, зерна, кормов, и др.



Озонатор имеет подвесной способ крепления. Комплектуется таймером для программирования включения и выключения прибора. Может являться составной частью вентиляционной системы пищевого предприятия.



## **Основные характеристики озонатора ОПВ-100.01:**

|  |                      |
|--|----------------------|
| <b>Производительность, г/час.....</b>                                      | <b>10</b>            |
| <b>Максимальный объём,<br/>обрабатываемого помещения, м<sup>3</sup>...</b> | <b>1000</b>          |
| <b>Масса, кг.....</b>  | <b>2,5</b>           |
| <b>Габариты, мм.....</b>   | <b>ø125 x 550</b>    |
| <b>Потребляемая мощность, Вт.....</b>                                      | <b>110</b>           |
| <b>Максимальное время непрерывной<br/>работы, ч.....</b>                   | <b>Не ограничено</b> |
| <b>Климатически условия эксплуатации:</b>                                  |                      |
| <b>Температура, °С.....</b>  | <b>+5...+250</b>     |
| <b>Влажность, % .....</b>  | <b>65±5</b>          |

## **Особенности озонатора ОПВ-100.01**

**Озонатор прост и удобен.  
Озонатор может быть легко  
установлен в  
вентиляционную систему  
предприятия.  
Озонатор не требует высокой  
квалификации оператора при  
обслуживании и  
эксплуатации.  
Озонатор может быть  
использован как  
самостоятельный источник  
озона.  
Озонатор комплектуется  
таймером.**



# **Озоновая технология и оборудование для обеззараживания зерна и помещений агропромышленных предприятий**

**Сохранность хлебных ресурсов - одна из важнейших задач обеспечения продовольственной безопасности любой страны.**

**Во время хранения по различным причинам теряется от 5% до 17% урожая зерна из-за поражения вредными насекомыми, клещами и микроорганизмами. Они снижают массу зерна, ухудшают товарные и семенные качества, делают его ядовитым и непригодным для употребления в пищу.**

**Для уничтожения вредных насекомых в зерне в настоящее время используются методы физической и химической дезинсекции на основе газообразных ядохимикатов и их комбинаций. Для уничтожения фитопатогенных микроорганизмов и их токсинов используются методы детоксикации фунгицидами.**

**Существенными недостатками методов химической дезинсекции, дезинфекции и детоксикации является то, что они опасны для персонала, требуют длительного времени на процесс обеззараживания с вынужденной остановкой предприятия. Немалые материальные затраты требуются на выполнение мероприятий по приобретению, транспортировке и хранению дезинсектантов, инсектицидов и фунгицидов.**



**После фумигации в зерне остаются ядовитые вещества, вероятность попадания которых в пищу человека весьма высока, одновременно происходит загрязнение окружающей среды.**

**Следует отметить, что ежегодно все крупные элеваторы, реализационные базы, мельницы, крупяные и комбикормовые заводы также подвергаются обеззараживанию ядовитыми газами.**

**Одним из наиболее эффективных методов обеззараживания зерна является озоновая технология. Обработка озоном обеспечивает уничтожение насекомых и продуктов их жизнедеятельности, увеличивает срок безопасного хранения зерна, предотвращает порчу и потерю зернового материала. Озон действует одновременно и на насекомых, и на микроорганизмы, тогда как в традиционных методах защиты для этих целей используются отдельно инсектициды и фунгициды.**

**Основой дезинсекции и дезинфекции является использование высокой чувствительности половых клеток насекомых к мутагенному воздействию озона, а также нарушение газообмена, приводящие к их гибели. Обработка зерна и помещений озоном происходит без каких-либо расходных материалов, что значительно повышает экономичность метода обработки по сравнению с традиционными.**



**Промышленная технология и оборудование для обеззараживания зерна озоном разработаны на основании большого объема лабораторных исследований, выполненных специалистами ГНУ ВНИИ зерна "Россельхозакадемии".**

**В результате этих исследований были выявлены основные виды вредителей зерна и исследована эффективность влияния на них озона.**

**Определен важный интегральный технологический показатель режима озонной дезинсекции - значение произведения концентрации озона в озоноздушной смеси на время экспозиции, отнесенное к объему обрабатываемого зерна (ПКЭ), при котором обеспечивается 100 %-ая смертность различных видов насекомых, причем на всех стадиях их развития.**

**Приведены результаты достигнутой биологической эффективности при обеззараживании заполненных зерном и пустых силосов промышленного элеватора, подтверждающие высокую дезинсекционную эффективность метода.**



**Полученные результаты исследований показали перспективность и необходимость создания озонаторного оборудования для озонной технологии обеззараживания зерна и помещений зерноперерабатывающих предприятий.**

**Одним из требований, предъявленных к создаваемому оборудованию, было обеспечение его мобильности. Такое требование обусловлено рядом причин. Это, прежде всего, универсальность применения - обеззараживание как зерна, так и помещений зерноперерабатывающих предприятий, возможность обслуживания предприятий целых регионов, что обеспечивает высокий коэффициент использования оборудования. Кроме того, исключается необходимость содержания на каждом предприятии специально обученного персонала.**

**Техническая концепция построения озонного комплекса основана на получении высоко концентрированного озона из кислорода и размещивание его до требуемых по режимам дезинсекции концентраций с атмосферным воздухом.**



**Мобильный озоновый комплекс является комплектной передвижной установкой для производства озона и подачи его к потребителю. В его состав входят все необходимые для производства озона узлы и блоки:**

- система подготовки рабочего газа для синтеза озона (кислородная станция);**
- генератор озона;**
- источник питания генератора озона;**
- система охлаждения генератора озона;**
- компьютерная система измерения, контроля и управления;**
- система деструкции остаточного озона;**
- система обеспечения озонобезопасности;**
- система подачи и распределения озоновоздушной смеси в обрабатываемых объектах;**
- система кондиционирования воздуха внутри комплекса;**
- элементы технологической линии, шланги и кабели**

**Озоновый комплекс смонтирован на шасси автомобиля КАМАЗ - 4308 (рис. 1) и состоит из четырех технологических отсеков.**



**ОЗОНОВЫЙ КОМПЛЕКС**



**Наружный отсек, в котором размещены: фильтр и вентилятор для забора воздуха кислородной станции, внешний блок холодильной машины, система охлаждения генератора озона и внешний блок сплит - системы кондиционера.**

**Следующий отсек - кислородная станция (рис. 2), состоящая из девяти концентраторов кислорода. Отсек отгорожен раздвигающейся прозрачной перегородкой.**

**Озонатор с системой охлаждения (рис. 3), компьютерная система контроля и управления с местом оператора и кондиционером (рис. 4) расположены во втором отсеке, отгороженном с двух сторон раздвигающимися прозрачными перегородками.**

**В четвёртом отсеке располагаются элементы технологической линии, устройство подачи озоновоздушной смеси в обрабатываемый объект (рис. 5 - показано в подключенном к силосу элеватора положении) и средства обеспечения санитарной, пожарной и озоновой безопасности (рис. 6).**



**КИСЛОРОДНАЯ СТАНЦИЯ КОМПЛЕКСА**



**ОЗОНАТОР С СИСТЕМОЙ  
ОХЛАЖДЕНИЯ**



**МЕСТО РАБОТЫ ОПЕРАТОРА  
ОЗОНОВОГО КОМПЛЕКСА**



**УСТРОЙСТВО ПОДАЧИ  
ОЗОНОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ**



**СРЕДСТВА САНИТАРНОЙ,  
ПОЖАРНОЙ И ОЗОНОВОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЛЕКСА**



Для функционирования комплекса необходимо лишь подключение его к трехфазной промышленной электросети.

Озонаторное оборудование комплекса по ряду показателей (габаритам, рабочей частоте, удельному съему озона с единицы поверхности электрода) превышает известные зарубежные и отечественные аналоги.

Опыт эксплуатации мобильного озонowego комплекса при обеззараживании зерна в силосах элеваторов и буртах, предпосевная обработка семян и обработка мукомольных комбинатов, хлебозаводов и заводов крупяных изделий показал следующие **преимущества использования озоновой технологии:**

- экологическая чистота обработки за счет отказа от инсектицидов, содержащих ядохимикаты;
- отсутствие остатков ядов в зерновых продуктах;
- высокий дезинсекционный эффект (уничтожение вредных насекомых и клещей на всех стадиях их развития);
- комплексный характер обеззараживания, включая дезинфекцию и детоксикацию;
- подавление вредной и патогенной микрофлоры, включая споровые бактерии картофельной палочки;
- повышение посевных достоинств семян (энергии прорастания и всхожести);
- улучшение качества слабой клейковины и осветления муки.



Сушка зерна и на сегодняшний день, остаётся единственным надёжным способом консервации свежееубранного зерна, несмотря на то, что это самый энергоёмкий процесс в технологии после уборочной обработки семян. **Применение озонирования позволяет существенно уменьшить энергозатраты и длительность процесса сушки зерна.**

Проведенные исследования показали высокую эффективность и необходимость применения озоновой технологии для обработки кукурузы. Это связано с её высокой уборочной влажностью и, как следствие, с интенсивными процессами микробной порчи в послеуборочный период, а также подверженности загрязнению опаснейшими микотоксинами. Поскольку озон активен против плесневых грибов и способен разрушать микотоксины, обработка им зерна кукурузы предотвратит самосогревание свежееубранного зерна и початков, обеспечив безопасность их хранения.

В заключение хотелось бы отметить **огромную перспективность применения мобильных озоновых комплексов** для санитарной обработки оборудования и помещений предприятий сельскохозяйственной и пищевой промышленности с целью уничтожения патогенной микрофлоры (плесневых грибов и т.д.).



## Обработка зерна озоном на мельницах сортового помола

При сборе, хранении, переработке зерна, выработке комбикорма для животных и птицы происходит его загрязнение патогенными микроорганизмами и плесневыми грибами. В результате их жизнедеятельности в зерновой массе и комбикорме накапливаются токсины. При содержании последних **более 5мг на 1кг зерна его запрещено использовать в качестве корма животных.** Химическое обеззараживание зерна имеет избирательный характер, трудоемко, требует большого расхода дорогостоящих реагентов и экологически небезопасно.

**Обработка зерна и комбикорма, зараженного патогенной микрофлорой и плесневыми грибами, озоном (200мг/м<sup>3</sup>) в течение одного часа снижает содержание колоний плесневых грибов в 1мл вытяжки зерна в 3 раза, во столько же раз падает содержание токсинов, вырабатываемых этими грибами.** В результате биологическая ценность корма повышается, его усвоение птицей увеличивается примерно на 15%. Эти данные дают основание утверждать, что обработку зерна, пораженного микроорганизмами, можно осуществлять озоно-воздушной смесью.



Применение озона нашло своё место и в **предпосевной подготовке семенного зерна**. Семена, обработанные озоно-воздушной смесью, имели более высокую стойкость к разного рода заболеваниям. Несколько возростала всхожесть и энергия прорастания. Стоимость затрат связанных с протравливанием несравнимо выше нежели при озонировании. В отличии от химических препаратов для протравливания семян, озон экологически чистое вещество, имеющее короткое время «жизни».

Исследования ВНИИЗ проведенные ещё в 1993 г. показали, что **зерно, обработанное озоном, не меняет своих технологических свойств**. Мукомольные и хлебопекарные свойства зерна пшеницы, подвергнутого ~~обработке озоном, приведены ниже (см. таблицу).~~

| Показатели                                 | Обработка зерна озоном | Контроль |
|--|------------------------|----------|
| Выход муки, %                              | 78,0                   | 78,0     |
| Количество сырой клейковины, %             | 34,0                   | 33,6     |
| Растяжимость клейковины над линейкой, см   | 14                     | 12       |
| Упругость клейковины, ед. ИДК              | 65                     | 57       |
| Белизна муки, ед. ФПМ                      | 60                     | 57       |
| Зольность муки, %                          | 0,57                   | 0,6      |
| Объёмный выход хлеба, мл/100 г муки        | 544                    | 535      |
| Отношение высоты хлеба к его диаметру, Н/Д | 0,53                   | 0,51     |



## Удаление плесени с фруктов озоном

**В целях выяснения эффекта влияния озона, производимого озонаторами ОПВ на бактериологическую флору и продление срока хранения овощей и фруктов, сотрудники фирмы ООО НПО «Жемчужина Руси» провели эксперимент. В ходе эксперимента из одной партии апельсинов было отобраны два образца, первый из которых в течении эксперимента подвергался регулярному воздействию озона, а второй находился в обычной воздушной среде. Наглядные результаты работы представлены на фотографии.**

**В ходе эксперимента было установлено, что на апельсине не подвергавшемся регулярной обработке озоном признаков заплесневения и порчи не появилось, также озон не повлиял на вкусовые и цветовые свойства апельсина, и он не потерял товарного вида, концентрация плесневых бактерий на втором апельсине стала критической и такой апельсин больше не может храниться в общей партии дабы не распространять бактерии на неё. Также было установлено, что уже появившаяся плесень после обработке исчезает, что свидетельствует о том, что даже если в партии есть несколько испорченных образцов их болезнь не перекинется на окружающих.**





## Влияние озона на зараженный клубень картофеля



**1. Поверхность больного картофельного клубня до обработки озоном**



**2. Тот же клубень через 72 часа до обработки озоном**



**3. Тот же клубень картофеля после обработки его озоном в течении 20 сек. (фотография сделана через 24 часа после обработки)**

Как видно на фотографии 2, в течении 72-х часов произошел интенсивный рост плесневых бактерий (помутнение зараженных мест). После обработки озоном разрастание плесеней остановилось и происходит их деструктуризация, что хорошо видно на последнем фото. Температурный режим и уровень влажности не изменялся на протяжении всего опыта.

