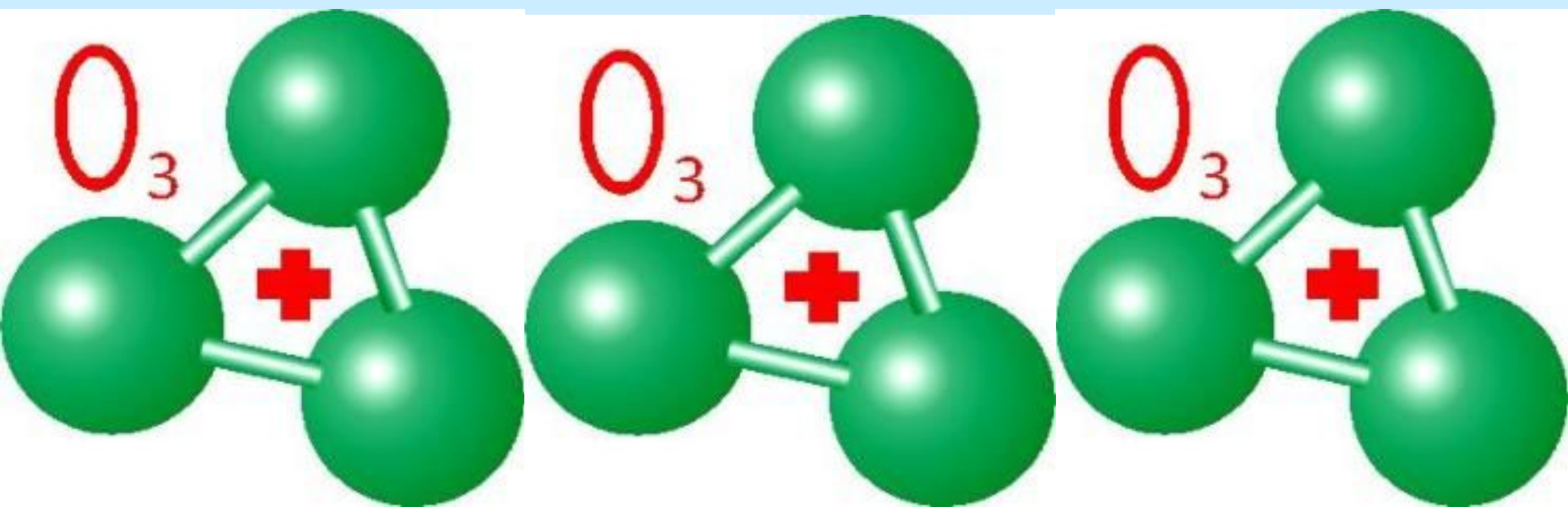




# ОЗОН

В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

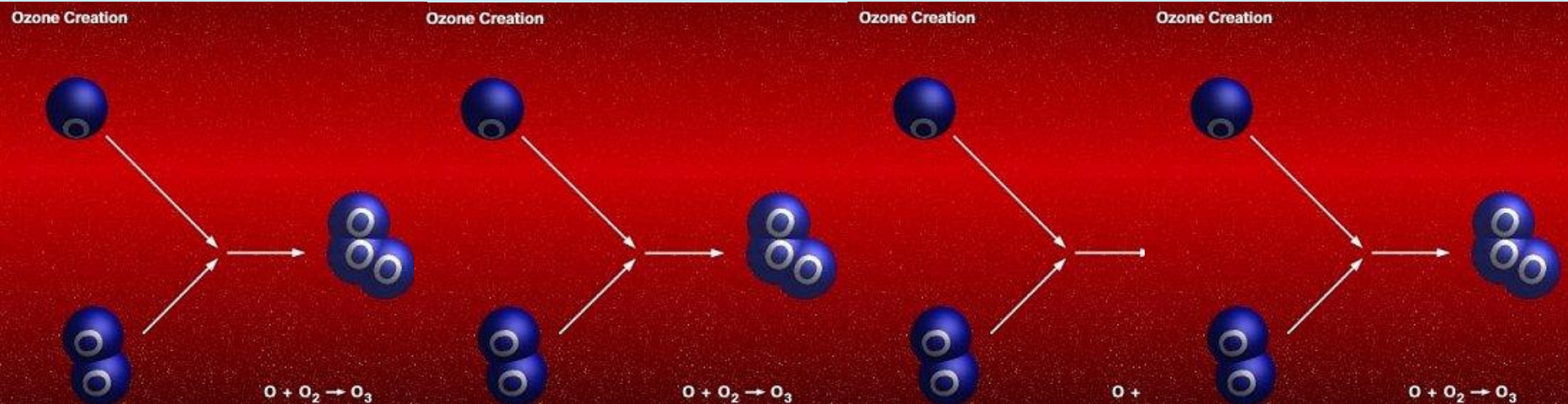




# ПЛАН ЛЕКЦИИ

## 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.





## 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<sub>3</sub> в воздухе – 0,1 мкг/л. Температура перехода в газообразное состояние при давлении 100 кПа - 112°С, а температура плавления при тех же условиях - -193°С.

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



Озон (O<sub>3</sub>) 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)

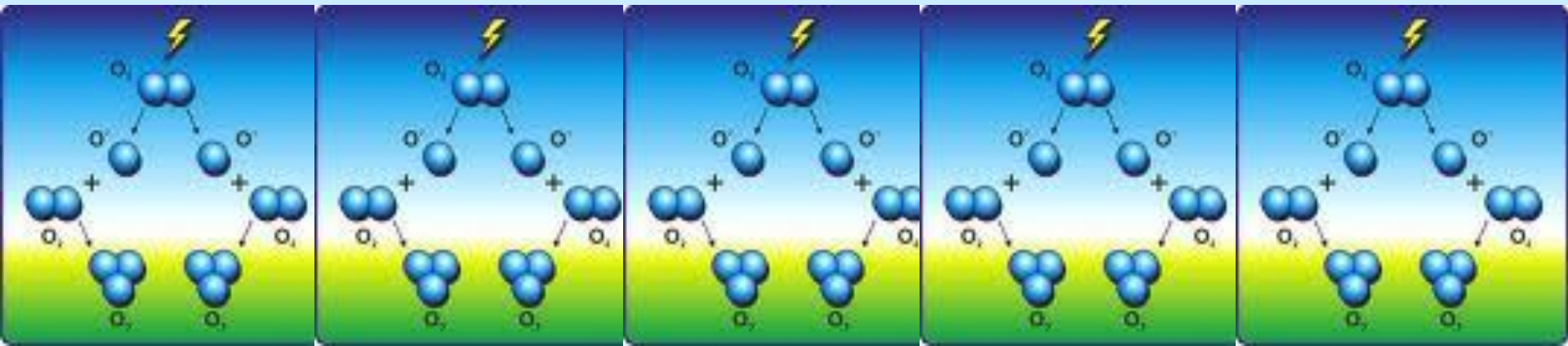
Химическое вещество	Окислительные потенциалы (кислая среда)	Относительные окислительные потенциалы (по хлору)
Фтор	3,06	2,25
Атомный кислород	2,42	1,78
Озон	2,07	1,52
Перекись водорода	1,77	1,3
Хлор	1,49	1,0



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.

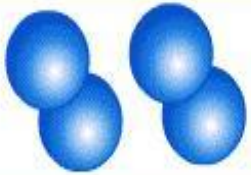

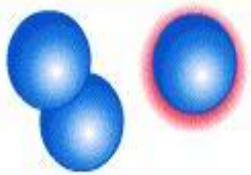

В результате прохождения рабочего газа через разрядную зону озонатора на выходе получается озono-воздушная или озono-кислородная смесь с концентрацией озона до  $10 \text{ г/м}^3$ , при этом получаемое количество озона зависит от превышения интенсивности образования над интенсивностью разложения.



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 используется газоотделительные клапаны (воздухоотделители) и специальные сепараторы, оборудованные газоотделительными клапанами.

В безнапорных ёмкостях избыток нерастворенного озона удаляется через систему дыхания.

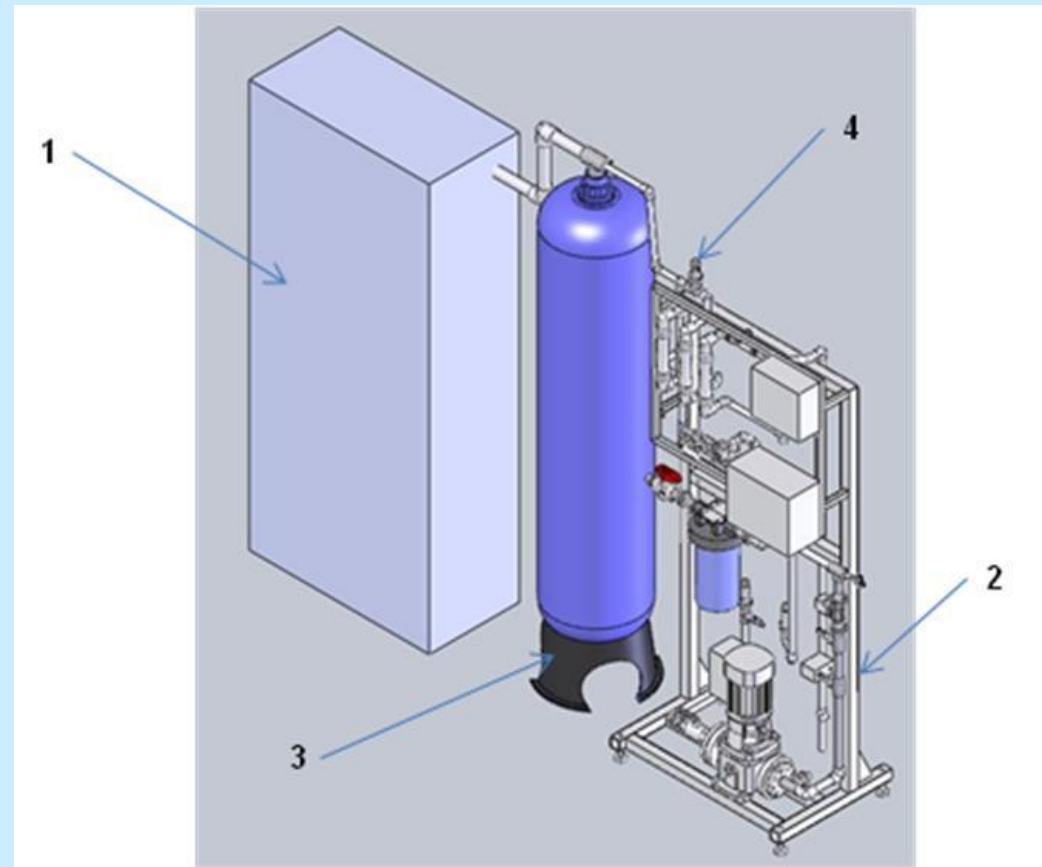


## Утилизация

(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"

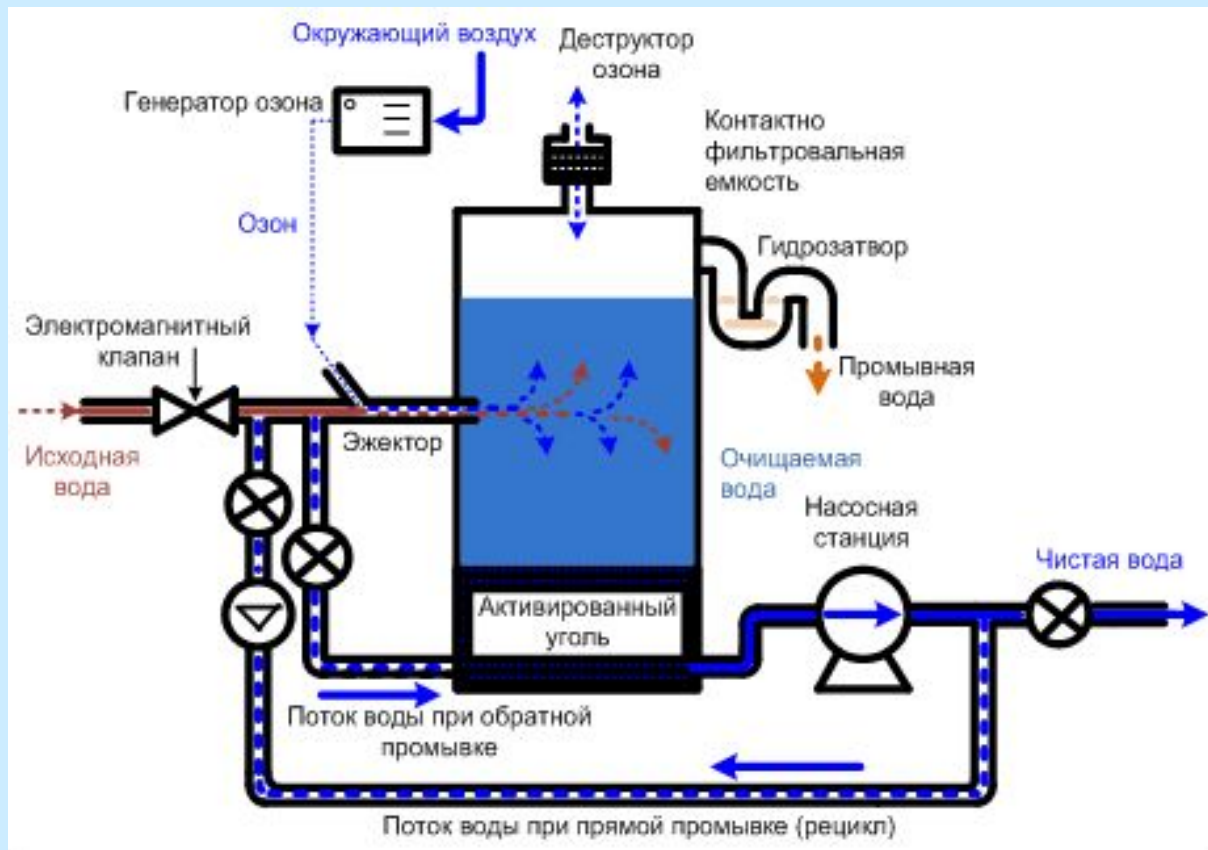


Схема станции озонирования воды  
«Компакт 1-0,5»



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 чистая 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:

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

## 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 озono-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.

