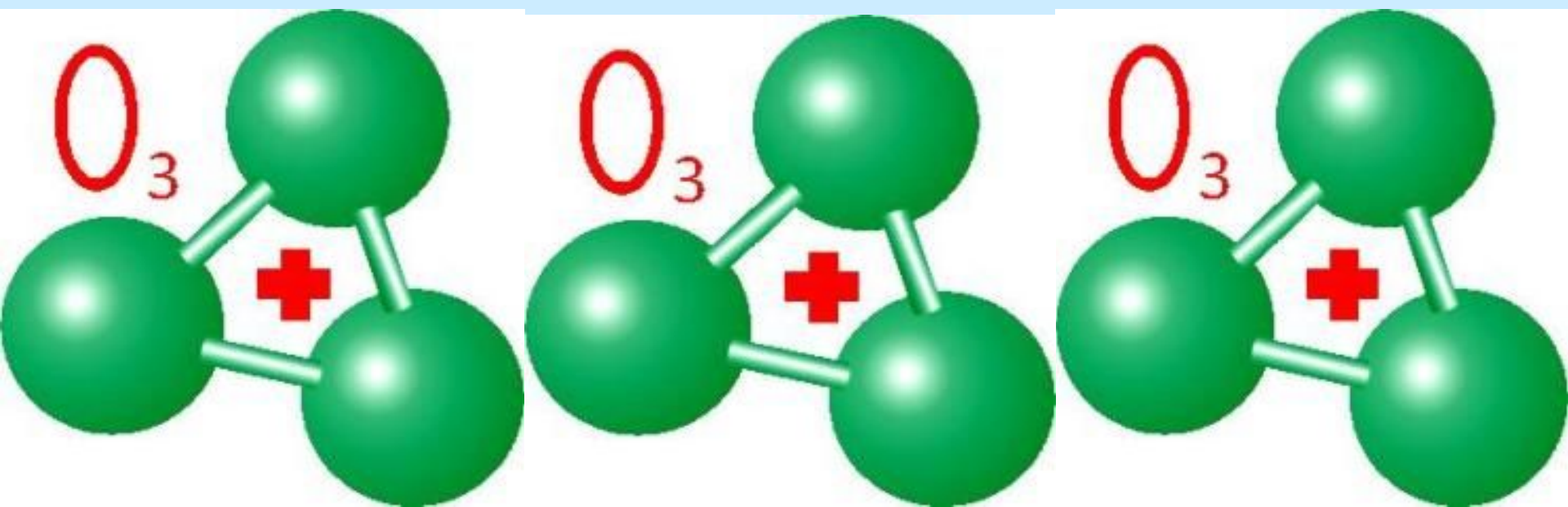




# ОЗОН

В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

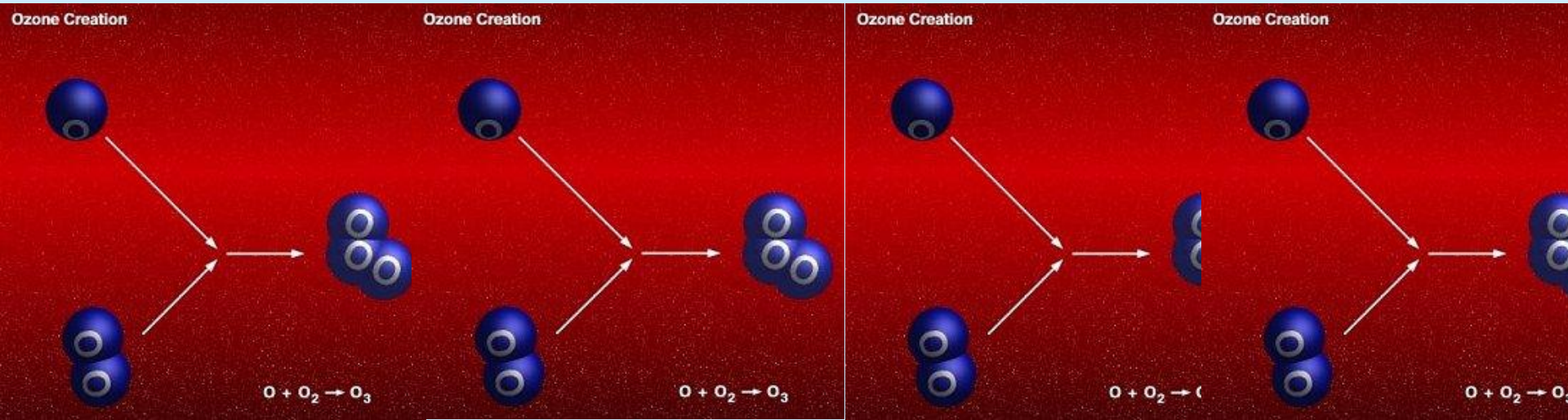




# ПЛАН РАБОТЫ

## Введение.

1. Общие сведения об озоне.
2. Получение озона.
3. Применение озона в процессах водоподготовки.
4. Озон на мясоперерабатывающих предприятиях
5. Озон на молокоперерабатывающих предприятиях
6. Озоновая технология и оборудование для обеззараживания зерна и помещений агропромышленных предприятий





## 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°C, а температура плавления при тех же условиях - -193°C.

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)

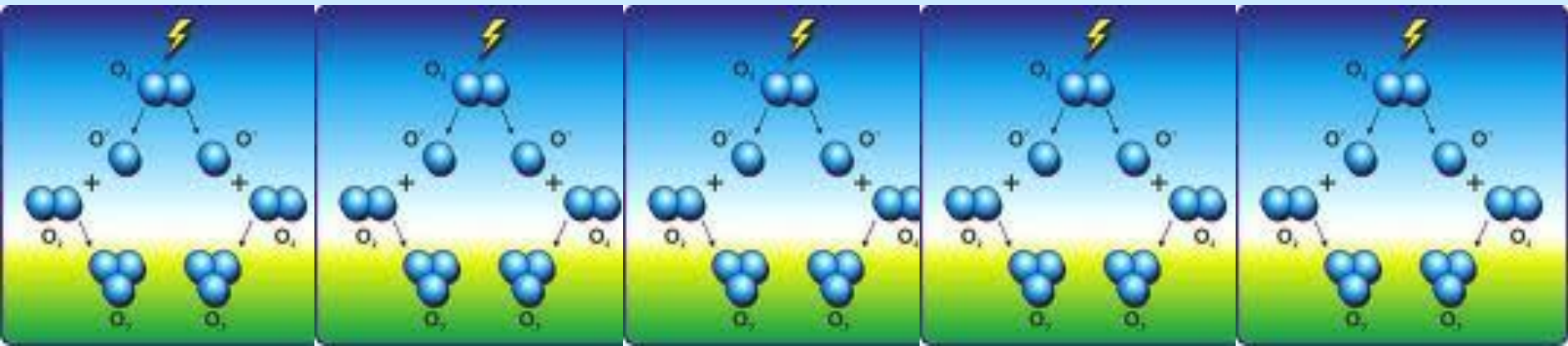
Химическое вещество	Окислительные потенциалы (кислая среда)	Относительные окислительные потенциалы (по хлору)
Фтор	3,06	2,25
Атомный кислород	2,42	1,78
Озон	2,07	1,52
Перекись водорода	1,77	1,3
Хлор	1,49	1,0



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.

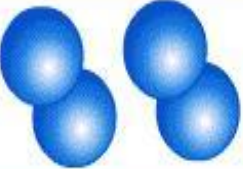

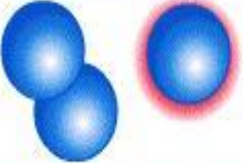

В результате прохождения рабочего газа через разрядную зону озонатора на выходе получается озono-воздушная или озono-кислородная смесь с концентрацией озона до  $10 \text{ г/м}^3$ , при этом получаемое количество озона зависит от превышения интенсивности образования над интенсивностью разложения.



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.).



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.



# 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.



# 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.



# **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.**



