

Историческая справка об Озоне



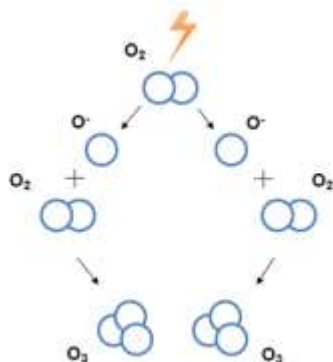
В 1857 г. с помощью созданной Вернером фон Сименсом "совершенной трубки магнитной индукции" удалось построить первую техническую озоную установку. В 1901 г. фирмой "Сименс" построена первая гидростанция с озонаторной установкой в Висбанде.

Исторически применение озона началось с установок по подготовке питьевой воды, когда в 1898 году в городе Сан Мор (Франция) прошли испытания первой опытно-промышленной установки. Уже в 1907 году был построен первый завод по озонированию воды в городе Бон Вуаяж (Франция) для нужд города Ниццы. В 1911 г. была пущена в эксплуатацию станция озонирования питьевой воды в Санкт-Петербурге (в настоящее время не действует). В 1916 г. действовало уже 49 установок по озонированию питьевой воды.

К 1977 г. во всем мире действует уже более 1000 установок. Широкое же распространение озон получил только в течение последних 30 лет, благодаря появлению надежных и компактных аппаратов для его синтеза - озонаторов (генераторов озона).

В настоящее время 95% питьевой воды в Европе проходит озоную подготовку. В США идет процесс перевода с хлорирования на озонирование. В России действуют несколько крупных станций (в Москве, Нижнем Новгороде и других городах).

Механизм образования и молекулярная формула озона



Известно, что молекула кислорода состоит из 2-х атомов: O_2 . При определенных условиях молекула кислорода может диссоциировать, т.е. распадаться на 2 отдельных атома. В природе эти условия создаются во время грозы при разрядах атмосферного электричества и в верхних слоях атмосферы, под воздействием ультрафиолетового излучения солнца (озоновый слой Земли). Механизм образования и молекулярная формула озона. Однако атом кислорода не может существовать отдельно и стремится сгруппироваться вновь. В ходе такой перегруппировки образуются 3-х атомные молекулы.

Молекула, состоящая из 3-х атомов кислорода, называется озон или активированный кислород, представляет собой аллотропную модификацию кислорода.

Следует отметить, что связь третьего атома в молекуле озона относительно непрочна, что обуславливает нестабильность молекулы в целом и ее склонность к самораспаду.



Свойства озона

Озон O_3 - голубоватый газ с характерным резким запахом, молекулярная масса 48 г/моль, плотность относительно воздуха 1,657 (озон тяжелее воздуха); плотность при $0^\circ C$ и давлении 0,1 МПа 2,143 кг/м³.

В малых концентрациях на уровне 0,01-0,02 мг/м³ (в пять раз ниже предельно допустимой для человека концентрации), озон придает воздуху характерный запах свежести и чистоты. Так, например, после грозы едва уловимый запах озона неизменно ассоциируется с чистым воздухом.

Как было сказано выше, молекула озона нестабильна и обладает свойством самораспада. Именно благодаря этому свойству озон является сильным окислителем и исключительным по эффективности дезинфицирующим средством.

Окислительный потенциал озона

Мерой эффективности окислителя служит его электрохимический (окислительный) потенциал, выраженный в вольтах. Ниже приведены значения электрохимического потенциала различных окислителей в сравнении с озоном:

Окислитель	Потенциал, В	В % от потенциала озона	Использование окислителя в водоподготовке
Фтор (F ₂)	2,87	139	-
Озон (O ₃)	2,07	100	+

Перекись водорода	1,78	86	+
Перманганат калия (KMnO ₄)	1,7	82	+
Гипобромовая кислота (HOBr)	1,59	77	+
Гипохлоровая кислота (HOCl)	1,49	72	+
Хлор (Cl ₂)	1,36	66	+
Диоксид хлора (ClO ₂)	1,27	61	+
Кислород (O ₂)	1,23	59	+
Хромовая кислота	1,21	58	-
Бром (Br ₂)	1,09	53	+
Азотная кислота (HNO ₃)	0,94	45	-
Йод (I ₂)	0,54	26	-

Из таблицы видно, что озон - самый сильный из всех окислителей, используемых в водоподготовке.

Применение на месте

Нестабильность озона обуславливает необходимость его применения непосредственно на месте получения. Озон не подлежит упаковке, хранению и транспортировке.

Растворимость озона в воде

В соответствии с законом Генри концентрация озона в воде возрастает с увеличением концентрации озона в газовой фазе, подмешиваемой в воду. Кроме того, чем выше температура воды, тем ниже концентрация озона в воде.

Водные растворы озона намного менее стабильны, чем газообразный озон.. Скорость распада озона в воде возрастает многократно в следующих случаях:

1. при наличии в воде примесей, окисляемых озоном (химическая потребность воды в озоне)
2. при повышенной мутности воды, т.к. на границе раздела между частицами и водой реакции самораспада озона протекают быстрее (катализ)

3. при воздействии на воду УФ облучением

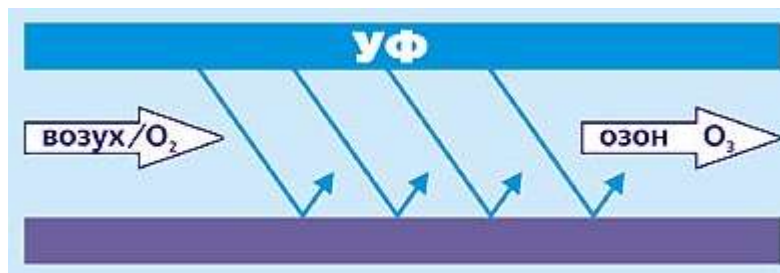
Способы получения озона

В настоящее время широкое распространение получили 2 способа выработки озона:

- УФ-облучением
- под воздействием тихого (т.е. рассеянного без образования искр) разряда коронного типа

УФ-облучение

Озон может образовываться вблизи УФ ламп, однако только в маленьких концентрациях (0,1 вес.%).



Коронный разряд

Тем же способом, которым озон образуется под действием электрических разрядов во время грозы, большое количество озона производится в современных электрических генераторах озона. Этот метод называется коронный разряд. Высокое напряжение пропускают через газовый поток, содержащий кислород. Энергия высокого напряжения разделяет молекулу кислорода O_2 на 2 атома O , которые соединяются с молекулой O_2 и образуют озон O_3 .



Чистый кислород, поступающий в генератор озона, можно заменить окружающим воздухом, содержащим большой процент кислорода.

Данный метод повышает содержание озона до 10-15 вес.%

Потребление энергии: 20 - 30 Вт/г O_3 для воздуха 10 - 15 Вт/г O_3 для кислорода

Применение озона для очистки и обеззараживания воды

Озон уничтожает все известные микроорганизмы: бактерии, вирусы, простейших, их споры, цисты и т.д.; при этом озон на 51% сильнее хлора и действует в 15-20 раз быстрее. Вирус полиомиелита погибает при концентрации озона 0,45 мг/л через 2 мин, а от хлора - только за 3 ч при 1мг/л.

На споровые формы бактерий озон действует в 300-600 раз сильнее хлора.

Озон разрушает окислительно-восстановительную систему бактерий и их протоплазму.

Дезодорация воды

При озонировании окисляются органические и минеральные примеси, являющиеся источником запахов и привкусов. Вода, прошедшая обработку озоном, содержит больше кислорода и по вкусу напоминает свежую родниковую воду.

Железо, марганец и сероводород легко окисляются озоном. Железо при этом переходит в нерастворимую гидроокись, которая затем легко задерживается в фильтрах. Марганец окисляется до перманганат-иона, который легко удаляется на угольных фильтрах. Сероводород, сульфиды и гидросульфиды переходят в безвредные сульфаты. Процесс окисления и формирования фильтруемых осадков при озонировании протекает в среднем в 250 раз быстрее, чем при аэрации. Особенно эффективно применение озона для обезжелезивания вод, содержащих железоорганические комплексы и бактериальные формы железа, марганца и сероводорода.

Очистка поверхностных вод от антропогенных примесей

Озонирование предварительно осветленной воды с последующей фильтрацией через активированный уголь - надежный способ очистки поверхностных вод от фенолов, нефтепродуктов, пестицидов и тяжелых металлов (окислительно-сорбционная очистка).

Очистка и обеззараживание воды на птицефабриках и фермах

Подача воды, обеззараженной озоном, в поилки для птицы и животных не только способствует снижению заболеваемости и риска массовых эпидемий, но и вызывает ускоренную прибавку в весе птиц и животных.

Озонирование воды для санитарной обработки продуктов и оборудования

Как было сказано выше, срок хранения воды, озонируемой в процессе розлива, увеличивается значительно за счет того, что продуктовая вода приобретает свойства дезинфицирующего раствора.

При переработке пищевых продуктов, на загрязненном оборудовании размножаются бактерии, являющиеся источником сильных запахов гниения и разложения. Ополаскивание оборудования озонированной водой после удаления основной массы загрязнений приводит к дезинфекции поверхностей, освежающему воздействию на воздух помещения и улучшению общего санитарного-гигиенического состояния производства.

В воде для санитарной обработки оборудования, в отличие от озонирования воды перед розливом, создаются более высокие концентрации озона.

Аналогично озонированной водой могут быть обработаны рыба и морепродукты перед упаковкой, тушки птицы и овощи. Срок службы обработанных перед закладкой на хранение продуктов увеличивается, а их внешний вид после хранения мало отличается от свежих продуктов.