

**СОВРЕМЕННЫЕ  
МЕТОДЫ  
ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ  
ВОДЫ**

# Методы:

---

- **Хлорирование**
- **Хлор**
- **Диоксид хлора**
- **Гипохлорит натрия**
- **Хлорсодержащие препараты**
- **Озонирование**
- **Другие реагентные способы дезинфекции воды**
- **Кипячение**
- **Ультрафиолетовое излучение**
- **Электроимпульсный способ**
- **Обеззараживание ультразвуком**
- **Радиационное обеззараживание**

# Хлорирование

- Самый распространенный и проверенный способ дезинфекции воды – первичное хлорирование. В настоящее время этим методом обеззараживается 98,6 % воды. Причина этого заключается в повышенной эффективности обеззараживания воды и экономичности технологического процесса в сравнении с другими существующими способами. Хлорирование позволяет не только очистить воду от нежелательных органических и биологических примесей, но и полностью удалить растворенные соли железа и марганца. Другое важнейшее преимущество этого способа – его способность обеспечить микробиологическую безопасность воды при ее транспортировании пользователю благодаря эффекту последствия.
- Для хлорирования воды используются такие вещества как собственно хлор (жидкий или газообразный), диоксид хлора и другие хлорсодержащие вещества.

- Хлор является наиболее распространённым из всех веществ, используемых для обеззараживания питьевой воды. Это объясняется высокой эффективностью, простотой используемого технологического оборудования, дешёвизной применяемого реагента – жидкого или газообразного хлора – и относительной простотой обслуживания.
- Очень важным и ценным качеством использования хлора является его последствие. Если количество хлора взято с некоторым расчетным избытком, так чтобы после прохождения очистных сооружений в воде содержалось 0,3–0,5 мг/л остаточного хлора, то не происходит вторичного роста микроорганизмов в воде.
- Присутствие в воде побочных соединений – один из недостатков использования в качестве дезинфектанта газообразного, а равно и жидкого хлора ( $Cl_2$ ).

# Диоксид хлора

- В настоящее время для обеззараживания питьевой воды также предлагается применение диоксида хлора ( $\text{ClO}_2$ ), который обладает рядом преимуществ, таких как: более высокое бактерицидное и дезодорирующее действие, отсутствие в продуктах обработки хлорорганических соединений, улучшение органолептических качеств воды, отсутствие необходимости перевозки жидкого хлора. Однако диоксид хлора дорог и должен производиться на месте по достаточно сложной технологии. Его применение имеет перспективу для установок относительно небольшой производительности.

# Гипохлорит натрия

- Технология применения гипохлорита натрия ( $\text{NaClO}$ ) основана на его способности распадаться в воде с образованием диоксида хлора. Применение концентрированного гипохлорита натрия на треть снижает вторичное загрязнение, в сравнении с использованием газообразного хлора. Кроме того, транспортировка и хранение концентрированного раствора  $\text{NaClO}$  достаточно просты и не требуют повышенных мер безопасности. Также получение гипохлорита натрия возможно и непосредственно на месте, путем электролиза. Электролитический метод характеризуют малые затраты и безопасность; реагент легко дозируется, что позволяет автоматизировать процесс обеззараживания воды.

# Хлорсодержащие препараты

- Применение для обеззараживания воды хлорсодержащих реагентов (хлорной извести, гипохлоритов натрия и кальция) менее опасно в обслуживании и не требует сложных технологических решений. Правда, используемое при этом реагентное хозяйство более громоздко, что связано с необходимостью хранения больших количеств препаратов (в 3–5 раз больше, чем при использовании хлора). Во столько же раз увеличивается объем перевозок. При хранении происходит частичное разложение реагентов с уменьшением содержания хлора. Остается необходимость устройства системы притяжно-вытяжной вентиляции и соблюдения мер безопасности для обслуживающего персонала. Растворы хлорсодержащих реагентов коррозионно-активны и требуют оборудования и трубопроводов из нержавеющей сталей или с антикоррозийным покрытием.



# Озонирование

- Преимущество озона (O<sub>3</sub>) перед другими дезинфектантами заключается в присущих ему дезинфицирующих и окислительных свойствах, обусловленных выделением при контакте с органическими объектами активного атомарного кислорода, разрушающего ферментные системы микробных клеток и окисляющего некоторые соединения, которые придают воде неприятный запах (например, гуминовые основания). Кроме уникальной способности уничтожения бактерий, озон обладает высокой эффективностью в уничтожении спор, цист и многих других патогенных микробов. Исторически применение озона началось еще в 1898 г. во Франции, где впервые были созданы опытно-промышленные установки по подготовке питьевой воды.
- С гигиенической точки зрения озонирование воды – один из лучших способов обеззараживания питьевой воды. При высокой степени обеззараживания воды оно обеспечивает ее наилучшие органолептические показатели и отсутствие высокотоксичных и канцерогенных продуктов в очищенной воде.
- Метод озонирования воды технически сложен и наиболее дорогостоящ среди других методов обеззараживания питьевой воды. Технологический процесс включает последовательные стадии очистки воздуха, его охлаждения и осушки, синтеза озона, смешения озонородной смеси с обрабатываемой водой, отвода и деструкции остаточной озонородной смеси, вывода ее в атмосферу. Все это ограничивает использование данного метода в повседневной жизни.



# Другие реагентные способы дезинфекции воды

- Применение тяжелых металлов (медь, серебро и др.) для обеззараживания питьевой воды основано на использовании их «олигодинамического» свойства – способности оказывать бактерицидное действие в малых концентрациях. Эти металлы могут вводиться в виде растворов солей либо методом электрохимического растворения. В обоих этих случаях возможен косвенный контроль их содержания в воде. Следует заметить, что ПДК ионов серебра и меди в питьевой воде достаточно жесткие, а требования к воде, сбрасываемой в рыбохозяйственные водоемы, еще выше.
- К химическим способам обеззараживания питьевой воды относится также широко применявшееся в начале 20 в. обеззараживание соединениями брома и йода, обладающими более выраженными бактерицидными свойствами, чем хлор, но требующими и более сложной технологии. В современной практике для обеззараживания питьевой воды йодированием предлагается использовать специальные иониты, насыщенные йодом. При пропускании через них воды йод постепенно вымывается из ионита, обеспечивая необходимую дозу в воде. Такое решение приемлемо для малогабаритных индивидуальных установок. Существенным недостатком является изменение концентрации йода во время работы и отсутствие постоянного контроля его концентрации.

- Применение активных углей и катионитов, насыщенных серебром, например, С-100 Ag или С-150 Ag фирмы « Purolite », преследует цели не «серебрения» воды, а предотвращения развития микроорганизмов при прекращении движения воды. При остановках создаются идеальные условия для их размножения – большое количество органики, задержанное на поверхности частиц, их огромная площадь и повышенная температура. Наличие серебра в структуре этих частиц резко уменьшает вероятность обсеменения слоя загрузки. Серебросодержащие катиониты разработки ОАО НИИПМ – КУ-23СМ и КУ-23СП – содержат в себе значительно большее количество серебра и предназначены для обеззараживания воды в установках небольшой производительности.

# Кипячение

- Из физических способов обеззараживания воды наиболее распространенным и надежным (в частности, в домашних условиях) является кипячение.
- При кипячении происходит уничтожение большинства бактерий, вирусов, бактериофагов, антибиотиков и других биологических объектов, которые часто содержатся в открытых водоисточниках, а как следствие и в системах центрального водоснабжения.
- Кроме того, при кипячении воды удаляются растворенные в ней газы и уменьшается жесткость. Вкусовые качества воды при кипячении меняются мало. Правда для надежной дезинфекции рекомендуется кипятить воду в течение 15 - 20 минут, т.к. при кратковременном кипячении некоторые микроорганизмы, их споры, яйца гельминтов могут сохранить жизнеспособность (особенно если микроорганизмы адсорбированы на твердых частицах). Однако применение кипячения в промышленных масштабах, конечно же, не представляется возможным ввиду высокой стоимости метода.

# излучение

- Обработка УФ-излучением – перспективный промышленный способ дезинфекции воды. При этом применяется свет с длиной волны 254 нм (или близкой к ней), который называют бактерицидным. Дезинфицирующие свойства такого света обусловлены их действием на клеточный обмен и особенно на ферментные системы бактериальной клетки. При этом бактерицидный свет уничтожает не только вегетативные, но и споровые формы бактерий.
- Этот способ приемлем как в качестве альтернативы, так и дополнения к традиционным средствам дезинфекции, поскольку абсолютно безопасен и эффективен.

# Электроимпульсный способ

- Достаточно новым способом обеззараживания воды является электроимпульсный способ - использование импульсивных электрических разрядов (ИЭР).
- Технологический процесс состоит из шести ступеней: 1) подача жидкости в рабочий объём при равномерном профиле распределения скорости (причём рабочий объём заполняют с воздушным промежутком, а равномерный профиль распределения жидкости помогает уменьшить энергоёмкость процесса) 2) зарядку накопителя электроэнергии в режиме постоянной мощности 3) инициирование одного или серии электрических разрядов в жидкости при скорости нарастания переднего фронта напряжения не менее  $10^{10}$  В/с (энергию дозируют путём отсчёта зарядов) 4) усиление эффекта разрушения микроорганизмов за счет формирования волн растяжения при отражении волн сжатия, образованных электрическим разрядом от свободной поверхности жидкости 5) подавление или гашение ударных волн в подводящих и отводящих жидкость магистралах для исключения их разрушения 6) отведение обеззараженной жидкости из рабочего объёма.



# Обеззараживание ультразвуком

---

- Преимуществом использования ультразвука перед многими другими средствами обеззараживания сточных вод служит его нечувствительность к таким факторам, как высокая мутность и цветность воды, характер и количество микроорганизмов, а также наличие в воде растворенных веществ.
- Единственный фактор, который влияет на эффективность обеззараживания сточных вод ультразвуком — это интенсивность ультразвуковых колебаний. Ультразвук — это звуковые колебание, частота которых находится значительно выше уровня слышимости. Частота ультразвука от 20000 до 1000000 Гц, следствием чего и является его способность губительным образом сказываться на состоянии микроорганизмов. Бактерицидное действие ультразвука разной частоты весьма значительно и зависит от интенсивности звуковых колебаний.
- Обеззараживание и очистка воды ультразвуком считается одним из новейших методов дезинфекции. Ультразвуковое воздействие на потенциально опасные микроорганизмы не часто применяется в фильтрах обеззараживания питьевой воды, однако его высокая эффективность позволяет говорить о перспективности этого метода обеззараживания воды, не смотря на его дороговизну.

# Радиационное обеззараживание

- Имеются предложения использования для обеззараживания воды гамма-излучения.
- Гамма-установки типа РХУНД работают по следующей схеме: вода поступает в полость сетчатого цилиндра приёмно-разделительного аппарата, где твёрдые включения увлекаются вверх шнеком, отжимаются в диффузоре и направляются в бункер – сборник. Затем вода разбавляется условно чистой водой до определённой концентрации и подаётся в аппарат гамма-установки, в котором под действием гамма излучения изотопа  $Co^{60}$  происходит процесс обеззараживания.
- Гамма-излучение оказывает угнетающее действие на активность микробных дегидраз (ферментов). При больших дозах гамма-излучения погибает большинство возбудителей таких опасных заболеваний как тиф, полиомиелит и др.



# Заключение

- Защита водных ресурсов от истощения и загрязнения и их рациональное использование для нужд народного хозяйства – одна из наиболее важных проблем, требующих безотлагательного решения.
- Предприятия, осуществляющие забор воды из водоисточников, ее очистку, по уровню решаемых задач и обороту денежных средств занимают одно из ведущих мест в регионе. А стало быть эффективность использования материальных ресурсов в данной отрасли так или иначе сказывается на общем уровне благосостояния и здоровья людей, проживающих на данной территории. Рациональное, т.е. организованное с соблюдением санитарных правил и нормативов, питьевое водоснабжение помогает избегать различных эпидемий, кишечных инфекций. Химический состав питьевой воды также немаловажен для здоровья человека.

---

**Питьевая вода – это  
важнейший фактор  
здоровья и  
благополучия  
человека.**

---

**Спасибо за внимание**

**Выполнил : Наседкин М.Д.  
Студент группы:ОТТ 17-1**