

* Методы обеззараживания (дезинфекции) воды



Выполнила: Мохова К.С.

Методы обеззараживания воды



* Наиболее распространенным методом обеззараживания воды в практике коммунального водоснабжения является **хлорирование**.

* Современная техника позволяет осуществлять хлорирование воды газообразным хлором или веществами, содержащими активный хлор: хлорной известью, гипохлоритом Ca , хлораминами, двуокисью хлора и другими. В последние годы хлорирование воды получило новые перспективы в связи с разработкой электролитического способа производства хлора непосредственно на водопроводных станциях путем электролиза поваренной соли. В результате этого отпали трудности, связанные с транспортировкой и хранением больших количеств жидкого хлора.

* История хлорирования воды как метода ее обеззараживания берет свое начало с 1853 года, когда русский военный врач П. Карачаров в своей брошюре "О способах очищения воды" предложил использовать хлорную известь для "очищения гнилой воды" и описал способы её применения. Это предложение не было оценено и вскоре было забыто. Через 40 лет австрийский врач Траубе (1894 год) вновь предложил хлорную известь для обеззараживания воды, основываясь на микробиологических исследованиях Коха и Ниссена.

* Впервые в практике городского водоснабжения хлорирование было применено в Кронштадте в 1910 году. В 1912 году начали хлорировать воду в Петербурге. Во время первой и второй мировых войн обеззараживание воды методом хлорирования широко применялось во всех воюющих армиях и полностью себя оправдало.

* Преимущества хлорирования: высокая бактерицидность, простота контроля за эффективностью обеззараживания и экономичность.

* При растворении хлорной извести и его препаратов в воде образуется хлорноватистая (или гипохлоритная) кислота:



* Если среда щелочная, то хлорноватистая кислота далее диссоциирует с образованием иона водорода и гипохлоритного иона: $\text{HClO} = \text{H} + \text{ClO}$

* В щелочных водах (при pH 10) эта реакция может идти практически до конца.

* Таким образом, при хлорировании воды на микроорганизмы могут действовать свободный хлор, гипохлоритная кислота и её анион, объединяемые в понятие "активный хлор". Так как на свету гипохлоритная кислота может распадаться с выделением атомарного кислорода, обладающего сильным окислительным действием, некоторые авторы включают в это понятие атомарный кислород:



* В слабых водных растворах и в темноте при малых концентрациях разложение хлорноватистой кислоты на хлороводородную кислоту и кислород практически не имеет места

* При хлорировании природных вод концентрация хлорноватистой кислоты в растворе крайне незначительна, а обеззараживание воды хлором может протекать и при отсутствии света. Таким образом, во всех случаях понятие действующего или активного хлора связывается с хлорноватистой кислотой или гипохлоритионом (ОСГ). Наибольшей окислительной способностью и бактерицидным действием обладает свободный хлор, наименьшим - ион гипохлоритной кислоты.

* Механизм действия активного хлора на микробную клетку не ясен. Считается (Грин, Штумф и др.), что хлор инактивирует ферменты, в частности, триозофосфорную дегидрогеназу, в результате чего прекращается окисление углеводов в клетке, что ведет к её гибели.

* Чистый газообразный хлор применяется для обеззараживания воды на крупных городских водопроводах. На малых водопроводных станциях используются порошкообразные хлорсодержащие препараты - хлорная известь и двутретиосновная соль гипохлорита кальция (ДТСГК).

* Хлорная известь представляет собой серовато-белый порошок, обладающий специфическим запахом хлора и получаемый путем насыщения гашеной извести газообразным хлором: $2\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{Cl}_2 = [\text{Ca}(\text{OCl}) \text{ CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$

* Гашеная известь вместе с другими примесями представляет труднорастворимую часть. При взаимодействии с водой активная часть хлорной извести гидролизуется по уравнению: $2\text{Ca}(\text{OCl})_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Ca} + 2\text{Cl} + 2\text{OH} + 2\text{ClO} + 2\text{H}$

* Хлорная известь является нестойким веществом. При хранении её в тепле или на свету, при доступе влаги, воздуха и углекислоты она разлагается, теряя основное действующее начало - хлор. Потери хлора в зависимости от условий хранения колеблются от 0,5 до 3% в месяц. Свежевыпущенная заводская хлорная известь содержит до 35% активного хлора. Для целей хлорирования воды разрешается использовать хлорную известь с активностью не ниже 20%. К числу более концентрированных хлорсодержащих препаратов относится двутретиосновная соль гипохлорита кальция (ДТСГК), которая имеет содержание активного хлора до 60% и обладает хорошей растворимостью в воде.

* Эффективность обеззараживания воды хлором определяется:

- концентрацией хлора, т.е. правильным выбором его дозы;
- достаточным временем действия хлора в воде, т.е. временем контакта;
- физико-химическими свойствами воды; степенью обсеменения воды
- микроорганизмами и их видами.

* Чем выше концентрация в воде хлора и длительнее время контакта, тем выше бактерицидный эффект. Активный хлор расходуется в воде на окисление не только микроорганизмов, но и растворенных и взвешенных веществ. В связи с этим для правильного выбора дозы хлора необходимо определить хлорпотребность воды.

* Хлорпотребность воды зависит от химического состава и физических свойств воды. Если для обработки чистой прозрачной воды требуется незначительное количество хлора (до 1 мг/л), то мутная, содержащая значительное количество органических веществ и микробов вода нуждается в большей дозировке (до 5 мг/л) активного хлора. Известно, что хлорпотребность воды в большинстве иностранных портов Африканского побережья и Индокитая достигает 3,0-3,5 мг/л. Поэтому доза хлора, необходимая для обеззараживания воды, оказывается не только различной для воды из разных водоисточников, но и для воды одного и того же водоисточника в разные периоды времени (например, в разные сезоны года).

* Показателем достаточности дозы хлора принято считать так называемый остаточный хлор. Фактически это - тот избыток хлора, который остался после связывания в воде органических и неорганических веществ, определяющих хлорпоглощаемость за контактный период.

* Летом контактный период принимается равным не менее 30 минут, а зимой - не менее 2 часов.

* Содержание свободного остаточного хлора, как показали многочисленные исследования, должно находиться в пределах 0,3-0,5 мг/л, в этом случае вода, как правило, оказывается надежно обеззараженной. В некоторых случаях, особенно при большом количестве взвешенных веществ в воде, наличие указанной концентрации остаточного хлора не всегда гарантирует достаточное обеззараживание воды. Окончательное суждение об эффективности хлорирования можно сделать только на основании микробиологического исследования воды.

* Взаимодействие хлора с водой проходит в несколько стадий. Малые дозы хлора полностью связываются органическим веществом воды. При увеличении дозы в воде содержание хлора возрастает за счет его остаточной связанной с аминами фракции. При дальнейшем увеличении дозы количество остаточного хлора падает до определенной точки, называемой точкой «перелома» на кривой остаточного хлора. Это падение объясняется потреблением хлораминов и других хлорорганических соединений органическим веществом воды и образованием комплексных соединений, в которых хлор не проявляет активности. При последующем увеличении дозы хлора после точки «перелома» вновь начинается рост остаточного хлора, однако, этот хлор уже не связан с хлораминами и носит название свободного остаточного хлора.

* С учетом знания процесса взаимодействия хлора с водой выбирается метод хлорирования:

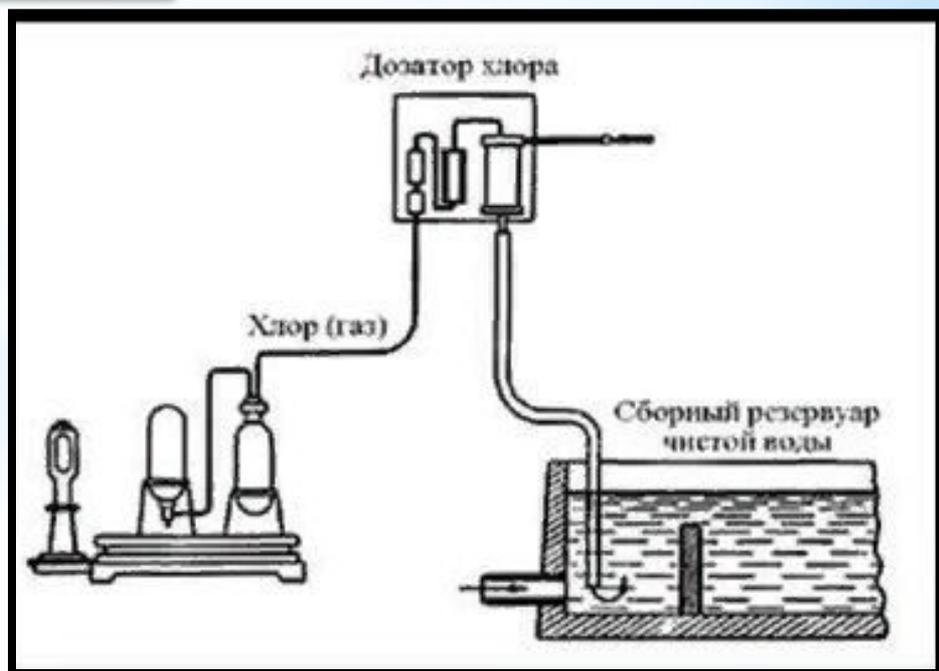
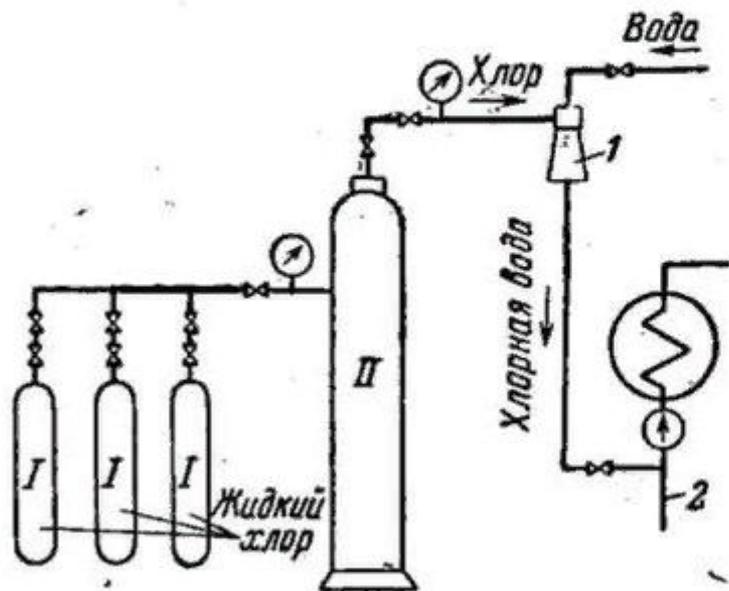
1. Хлорирование воды **нормальными дозами**, т.е., исходя из хлорпотребности воды. Этот способ является наиболее распространенным в практике коммунального водоснабжения. Сущность его заключается, как указывалось выше, в выборе такой дозы активного хлора, которая после 30-минутного контакта летом и 2-часового - зимой обеспечивает наличие в воде 0,3-0,5 мг/л свободного или 0,8-1,2 мг/л связанного остаточного хлора. При таком способе хлорирования вода может употребляться без последующего дехлорирования.

*Методика выбора нормальных доз хлора получила название "*трехстаканной пробы*".

2. Хлорирование большими (избыточными) дозами, или **суперхлорирование** воды. В воду вносится повышенное количество активного хлора, значительно превышающее ее хлорпоглощаемость. Дозу активного хлора выбирают в зависимости от физических свойств воды (мутности, цветности), эпидемической обстановки и т.д. Дозы могут находиться в пределах от 5 до 30 мг/л. При суперхлорировании время контакта хлора с водой можно уменьшить до 20 минут.

*Избыток хлора, оставшийся по окончании процесса обеззараживания и мешающий употреблению этой воды для питья, устраняется введением в воду определенного количества гипосульфита (тиосульфата) натрия или фильтрацией воды через активированный уголь. Расчет показал, что на 1 мг хлора требуется 3,5 мг гипосульфита натрия.

3. Хлорирование **послепереломными** дозами. Этот способ отличается от суперхлорирования тем, что более тщательно подбирается доза свободного активного хлора, что позволяет не только достичь высокого стойкого бактерицидного эффекта, но и устранить



*СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ