

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ДЕЗИНФЕКЦИИ

Сравнение методов дезинфекции аналогичными препаратами

За последние сто лет наиболее эффективным и широко используемым средством для дезинфекции воды был обычный хлор, что обуславливалось, в первую очередь, его низкой стоимостью. Хлорамин, являющийся одним из его продуктов, даже при небольших концентрациях и количествах становится причиной серьезных проблем с легочно-дыхательной системой и слизистой оболочек.


В процессе дезинфекции воды с применением хлора в виде побочных продуктов образуются такие вещества, как гетероциклические ароматические амины, хлороформ и триагометаны, которые относятся к категории канцерогенных и мутагенных. Помимо этого, эффективность использования хлора как дезинфицирующего средства очень сильно зависит от уровня кислотности среды: при pH более 7,5 его действие практически сводится к нулю. После того, как были обнаружены образующиеся в результате реакций хлора токсичные органические вещества, ученые многих стран начали искать альтернативные препараты для очистки загрязненной воды. Ниже приведена таблица, в которой перечислены основные современные способы очистки воды, обладающие как своими плюсами, так и минусами.

Согласно приведенным в таблице данным, наиболее эффективным дезинфицирующим средством являются препарат, созданный на основе диоксида хлора- DUTRION. Многие специалисты и ученые склоняются к мнению, что за последующие двадцать лет диоксид хлора займет место хлора и станет столь же важным дезинфектантом и окислителем, каким был хлор в последние сто лет.

Препараты Dutrion представляют собой дезинфицирующее средство высокой эффективности, применяемое для очищения загрязненных вод после проведения их фильтрации. Хлор и озон после попадания в воду начинают сразу же вступать в окислительные реакции со всеми неорганическими и органическими веществами, находящимися в ней, и только после этого приступают к непосредственной процедуре дезинфекции. Механизм действия Dutrion немного отличается: препарат является селективным окислителем, который сначала уничтожает все патогенные микроорганизмы и, соответственно, реагирует и дезинфицирует воду гораздо быстрее, чем аналогичные препараты. Благодаря избирательному механизму работы для эффективной и качественной дезинфекции воды необходима значительно меньшая концентрация препаратов на основе диоксида хлора, чем при озонировании или хлорировании. Использование препарата Dutrion обеспечивает длительный остаточный эффект (до 72 часов), что позволяет продезинфицировать всю линию от начала до конца. Аналогичные препараты, к примеру, хлор не обеспечивают столь длительного остаточного воздействия, позволяя очистить линию только на 20-30%. Использование же озона и ультрафиолетовых лучей не обеспечивает никакого остаточного воздействия. Помимо этого, препараты Dutrion не вступают в реакции гидролиза, побочными продуктами которых являются токсичные вещества, к примеру, альдегиды, кетоны и ТГМ.

Преимуществом Dutrion можно назвать и то, что использование таких препаратов не требует огромных капиталовложений на начальных стадиях применения и специального оборудования – достаточно обычного насоса с дозатором. Для озонирования или ультрафиолетового облучения требуется сложное оборудование, высокие как энергетические, так и финансовые затраты, постоянное техническое обслуживание.

Таблица химикатов и их продуктов распада после дезинфекции.

Продукт	Продукты разложения
Chlorine Cl ₂ / hypochlorite HOCl	Trihalomethanes Haloacetic acids Haloacetonitriles Haloketones Chloralhydrate (trichloroacetaldehyde) Chloropicrin (trichloronitrimethane) Cyanogens chloride Chlorate Chloramines Chlorophenols, N-chloramines, Halofuranones, Bromohydrins Aldehydes, Alkanic acids, Benzene, Carboxylic acids, X-mutagens
Chloramines (NH ₂ Cl etc)	haloacetonnitrils, cyano chlorine, organic chloramines, chloramino acids, chlorohydrates, haloketons, nitrite, nitrate, chlorate, hydrazine, aldehydes, ketones
Ozone/bromine	Bromate Aldehydes Ketones Ketoacids Carboxylic acids Bromoform Brominated acetic acids
Bromine/hypochlorite Bromo-chlorodimethylhydantoin	Trihalomethanes, mainly bromoform Bromal hydrate Bromate Bromamines Dimethylhydantoin bromoform, monobromine acetic acid, dibromine acetone, cyano bromine, chlorate, iodate, hydrogen peroxide, hypobromic acid, epoxy, ozonates, aldehydes, ketones, ketoacids, carboxylic acids
Chlorine dioxide ClO ₂ классический	Chlorite Chlorat
 DUTRION раствор ClO ₂ в питьевой воде	Отсутствуют

ClO₂ особенно эффективен против Cryptosporidium и Giardia, что в 32 раза эффективнее, чем хлорноватистая кислота.

Сравнение окислителей и дезинфектантов.

№	Название окислителя	Формула	ОВП (ORP), Вольт	Окислительная ёмкость
1	Свободные гидроксил радикалы	(OH) ⁻	2,80	2 электрона
2	Озон	O ₃	2,07	2 электрона
3	Уксусная кислота	CH ₃ CO ₃ H	1,88	2 электрона
4	Пероксид водорода	H ₂ O ₂	1,76	2 электрона
5	Перманганат-ион	MnO ₄ ⁻	1,68	2 электрона
6	Хлорноватистая кислота	HOCl	1,49	2 электрона
7	Хлор	Cl ₂	1,36	2 электрона
8	Гипобромистая кислота	HOBr	1,33	2 электрона
9	Бром	Br ₂	1,07	2 электрона
10	Йодноватистой кислота	HOI	0,99	2 электрона
11	Диоксид хлора	ClO ₂	0,95	5 электронов
12	Йод	I ₂	0,54	2 электрона
13	Кислород	O ₂	0,40	2 электрона
14	Гипохлорит-ион	OCl ⁻	<0,50	2 электрона

Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП, ORP):

- чем выше ОВП (ORP), тем больше у вещества способности окислять что-либо;
- чем выше ОВП (ORP), тем больше у вещества способности подвергать коррозии что-либо (коррозионная активность).

Окислительная способность:

- чем больше электронов вещество может принять, тем выше у этого вещества дезинфицирующие свойства;
- диоксид хлора ClO₂ имеет 5 электронов, а все остальные вещества - только 2 электрона; т.о. дезинфицирующая способность диоксида хлора ClO₂ в 2 раза выше остальных дезинфектантов, приведённых в таблице.

Выводы

- если требуется максимальное окисление, то следует применять вещества с более высоким окислительно-восстановительным потенциалом ОВП (ORP);
- если требуется минимальная коррозионная активность, то следует применять вещества с более низким окислительно-восстановительным потенциалом ОВП (ORP);
- если требуется компромисс между минимальной коррозионной активностью и максимальной дезинфицирующей активностью, то следует применять диоксид хлора ClO₂;
- озон O₃, обладает огромным окислительным потенциалом для уничтожения бактерий, но не обладает пролонгированным бактерицидным и бактериостатическим действием и возможно вторичное микробиологическое заражение сетей; к тому же высокая коррозионная активность озона очень часто не позволяет применять его при обработке питьевой воды.

Почему ультрафиолет мы не сравниваем?

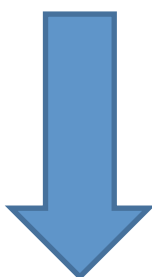
- ультрафиолет - это не химический дезинфектант, в этой таблице рассматриваются только реагенты;
- не обладает остаточным действием, поэтому требуется дополнительная обработка воды после ультрафиолета для предотвращения образования неблагоприятной микрофлоры и борьбы со слизью;
- обеззараживающий эффект ультрафиолетовых стерилизаторов уменьшается пропорционально увеличению мутности обрабатываемой воды;
- как правило, используется на выходе системы очистки воды, таким образом, не обеспечивается обработка всей распределительной сети, возможно образование неблагоприятной микрофлоры и продуктов жизнедеятельности микроорганизмов на предшествующих ультрафиолету участках.

Монохлорамины как дезинфектант питьевой воды

- для создания этого дезинфектанта используются хлор и аммиак, которые обладают очень хорошим остаточным дезинфицирующим действием в распределительных сетях;
- от монохлорамина в воде образуется меньше токсичных и канцерогенных веществ, тригалометанов и хлорфенолов, как при хлорировании, но, например, при обработке воды диоксидом хлора, их вообще не образуется;
- не убивает бактерии так хорошо, как озон, хлор или диоксид хлора, поэтому требует большего времени контакта для достижения того же результата;
- наблюдается интенсивная нитрификация воды (синдром Blue Baby), в то же время диоксид хлора нитратов в воду не привносит;
- требуется тщательное изучение для выяснения рациональности обработки питьевой воды.

Озон в питьевой воде

- очень быстро убивает бактерии в точке ввода; не требует ввода реагентов для обеспечения остаточного действия (время жизни озона в воде 10-40 минут);
- слизь и бактерии могут образоваться на удалённых от точки ввода озона участках;
- аналогично диоксида хлора, убивает бактерии;
- обладает высокой коррозионной активностью к металлам;
- из-за высокого окислительно-восстановительного потенциала ОВП (ORP), переводит бромиды в броматы, являющиеся сильным канцерогеном.



Dutrion (диоксид хлора)	УФ-облучение	Обычное хлорирование (гипохлорит натрия, жидкий хлор и т.д)	Озонирование
Дезинфицирующее и обеззараживающее действие			
Сильный дезинфектант (эффективен против бактерий, вирусов, грибков, спор)	Дезинфицирующая активность зависит от мутности воды, ее жесткости (образования отложений на поверхности лампы), осаждения органических загрязнений на поверхности лампы, а также колебаний в электрической сети, влияющих на изменение длины волны	Дезинфектант	Очень сильный дезинфектант
Эффективен против вирусов	Отсутствует возможность оперативного контроля эффективности обеззараживания воды	Малоэффективен против вирусов	Эффективен против вирусов
Высокоэффективен против Giardia, Cryptosporidium, а также любой другой патогенной микрофлоры	Эффективен против цист (Giardia, Cryptosporidium)	Малоэффективен против Giardia и не эффективен против Cryptosporidium	Наиболее эффективен против Giardia, Cryptosporidium, а также любой другой патогенной микрофлоры
Обладает длительным дезинфицирующим последствием (до 72 часов)	Не обеспечивает дезинфицирующего последствия	Обладает дезинфицирующим последствием (24 часа)	Не обеспечивает дезинфицирующего последствия

Проникает в глубь биопленки, разрушает ее, удаляет из трубопровода и предотвращает дальнейшее ее развитие	Образование биопленки усиливается при отключении ультрафиолетовых ламп или при малой дозе облучения	Неэффективен в удалении биопленки	Неэффективен в удалении биопленки
Требуется меньшая доза реагента по сравнению с другими дезинфектантами (0,05-0,5 мг/л)		Высокая доза дезинфекции 1-2 мг/л	Дозы озона, в зависимости от состава обрабатываемой воды, составляют от 0,5 до 5 мг/л
Окислительные свойства			
Сильный окислитель		Окислитель	Очень сильный окислитель
Быстро окисляет железо и марганец		Медленное окисление марганца и железа	
Разрушает органические соединения (фенолы)		Разрушает органические соединения (фенолы)	
Хорошо окисляет серододород, фенол, меркаптаны, цианиды, пестициды и другие		Не окисляет или плохо окисляет серододород, фенол, меркаптаны, цианиды, пестициды и другие	
Побочные (опасные) продукты реакции			
Не образует хлорсодержащих тригалометанов	Не образует хлорсодержащих тригалометанов	Образование побочных продуктов дезинфекции – тригалометанов (ТГМ)	Не образует хлорсодержащих тригалометанов
Бромид не окисляется диоксидом хлора, так что при его использовании не	Не образует побочных продуктов	Образует броматы и броморганические побочные продукты дезинфекции в присутствии бромидов	Образует побочные продукты, включающие: альдегиды,

будет образовываться бромноватистая кислота, ион гипобромида или бромата			кетоны, органические кислоты, бромсодержащие ригалометаны (включая бромформ), броматы (в присутствии бромидов), пероксиды, бромуксусную кислоту
Не взаимодействует с аммиаком		Взаимодействует с аммиаком с образованием хлораминов	Озон, реагируя со сложными органическими соединениями, расщепляет их на фрагменты, являющиеся питательной средой для микроорганизмов в системах распределения воды
Образует хлораты и хлориты		Образует хлораты и хлориты	
Органолептические свойства воды			
Эффективен для удаления неприятного вкуса и запахов, не влияет на органолептические свойства воды	Не влияет на посторонние привкусы и запахи	Удаляет посторонние привкусы и запахи, но при передозировке может сам придавать воде резкий неприятный запах и вкус	Удаляет посторонние привкусы и запахи
Влияние различных факторов			
Высокоэффективен при низких температурах и температурах выше 45°C		Малоэффективен при низких температурах и температурах выше 30 °C	
Не зависит от действия pH,		Реакционная способность сильно	

эффективен при pH = 4-10		зависит от pH, резко уменьшается при pH более 7,5	
		Хлор по своей природе имеет высокие коррозионные свойства (Коррозионная агрессивность напрямую зависит от pH.Понижение pH ведет к увеличению эффективности, но при этом к усилению коррозионного эффекта)	
Простота использования, рентабельность			
Начальные затраты сведены к минимуму (требуется только насос-дозаторов)	Требует больших затрат на оборудование и техническое обслуживание	Средние начальные затраты на оборудование (требуется генераторы)	Требует высоких начальных затрат на оборудование
	Требует высоких операционных (энергетических) затрат		Необходимость использования дополнительных фильтров для удаления образующихся побочных продуктов
Не требует повышенных требований к перевозке и хранению (поставляется в виде невзрывоопасных таблеток)	Не требует хранения и транспортировки химикатов	Повышенные требования к перевозке и хранению	Высокие меры предосторожности
		Потенциальный риск здоровью в случае утечки	Значительные затраты на обучение операторов и обслуживание установок