

**ФИЗИКА, МЕХАНИКА, ХИМИЯ: ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

doi: 10.51639/2713-0576\_2021\_1\_2\_46

УДК 66.00, 66.02, 66.023

ГРНТИ 61.00.00, 61.49.39

ВАК 02.00.00, 02.00.02

**Эффективность работы гипохлорита натрия при обеззараживании природных и сточных вод**

Паскарелов С.И.

*ИСОиП (филиал) ДГТУ, 346500, Россия, г. Шахты, Шевченко 147*email: [Paskarelovsergej@mail.ru](mailto:Paskarelovsergej@mail.ru)

Актуальной проблемой в очистки природных и сточных вод является, обеззараживание и фильтрация вод от органических и других примесей. В статье приведен обзор исследований эффективности работы гипохлорита натрия при обеззараживании природных и сточных вод. На основании данных обоснована эффективность применения гипохлорита натрия для подготовки питьевой воды.

*Ключевые слова:* гипохлорит натрия, COVID-19, обеззараживание, хлорирование, хлор, хлораторная установка, фильтр.

Согласно литературных источников хлор можно считать первым дезинфектором, который получен с помощью синтеза. Опыты с получением хлора проводит Карлом Вильгельмом Шееле. Открытие хлора стало одним из важнейшего открытия шведского фармацевта. С 1774 г. хлор признается наиболее эффективным и быстродействующим дезинфицирующим веществом, уничтожающим широчайший спектр микроорганизмов. Использование хлора как обеззараживающего вещества исследовалось многими учеными различных сфер, но в большинстве медицинских направлений. Так в 1827 Томас Алкок на основании исследований выявил эффективность обеззараживания хлором в больницах, мастерских, конюшнях, туалетах, канализационных коллекторах и зонах, загрязненных кровью и биологическими жидкостями. В Марселе руководством города принято решение об использовании хлора для дезинфекции рук, одежды и питьевой воды во избежание заражения холерой, пандемия которой прокатилось по странам Европы примерно в это же время. В 1943 году, в США гипохлорит натрия рекомендован для использования в сельском хозяйстве. В последние десятилетия появилось множество способов и средств дезинфекции, в том числе сточных вод, но хлорсодержащие продукты остаются лидерами по объемам и направлениям использования. Например, пандемия COVID-19 поставила перед медицинскими учреждениями и предприятиями городского хозяйства и эксплуатации зданий новые требования по обеспечению обеззараживания помещений и поверхностей. В связи с этим одним из эффективных дезинфицирующих средств, активно применяемых во время карантинных мероприятий, признан гипохлорит натрия. Он отлично подходит для бытового применения, когда нужно быстро, но качественно обеззаразить поверхности предметов. Хороший результат дезинфекции гарантирует гипохлорит-ион, благодаря которому происходит моментальное разложение органики в водном растворе.

Гипохлорит натрия широко используется для обеззараживания природных стоков. Шахтные воды, производственные сточные воды, содержащие возбудителей заболеваний, а также бытовые сточные воды перед выпуском в водоем после соответствующей очистки должны

подвергаться хлорированию. Наибольшей проблемой природных сточных вод в нашем регионе является избыток соединений железа. Использование гипохлорита натрия даже без использования угольной очистки, позволит обеспечить качество воды пригодной для использования в быту. На рисунке 1 представлена схема установки для обеззараживания природных сточных вод.

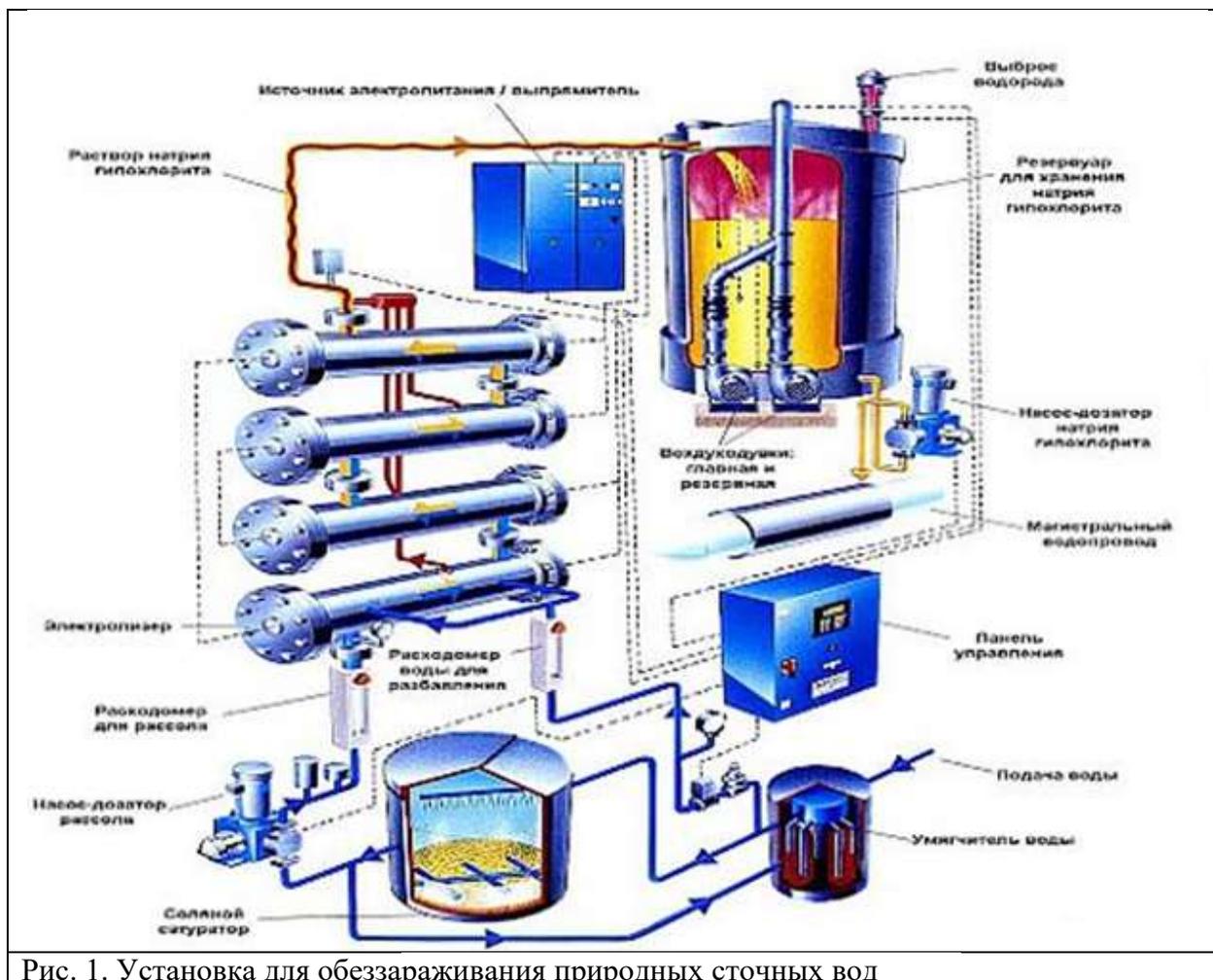


Рис. 1. Установка для обеззараживания природных сточных вод

Метод основан на пропорциональном дозировании водного раствора гипохлорита натрия марки А для осуществления окислительной реакции органических веществ, например, сероводорода, а также железа и марганца, растворенных в бытовых сточных водах. Хлораторная установка предназначена для приготовления раствора хлора в воде (гипохлорита натрия). В общем виде установка для очистки природных сточных вод представляет собой проточную систему, в которую вводится рассчитанное количество гипохлорита натрия. Дозировка обеззараживающего реагента происходит с помощью насоса дозирования.

Хлорирование, как правило, должно производиться жидким хлором или гипохлоритом натрия. Показатель хлорируемости для бытовых сточных вод выражается величиной наибольшей дозы хлора в мг/л, при введении которой в исследуемую воду в последней после 30-ти минутного контакта достигается колн индекс не более 1000 в одном литре при остаточном хлоре не менее 1,5 мг/л.

Для шахтных вод доза хлора и величина остаточного хлора определяются для каждого конкретного случая органами местного санитарного надзора по данным пробного хлорирования и бактериологического анализа с учетом местных условий на водоеме, вида водопользования, степени загрязненности и особенностей обработки воды до хлорирования.

Являясь сильным окислителем, кислород воздуха всегда ищет источник окисления и вступает в химическую реакцию с этим веществом.

Во время проведения хлорирования, контакт хлора с водой должен быть не менее 30 минут, так как с течением времени снижается содержание активного хлора.

Изменение концентрации активного хлора с течением времени, при хлорировании

Время контакта воды с хлором, ч	Концентрации активного хлора в воде, мг/л								
	Хлорирование гипохлоритом натрия, номер пробы					Хлорирование жидким хлором, номер пробы			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4
0	1,25	3,68	5,30	6,30	9,36	0,94	2,40	3,74	4,68
1	1,18	3,14	4,30	4,70	6,20	-	-	-	-
2	1,11	2,90	4,10	4,55	5,56	0,64	1,80	2,67	3,68
4	-	-	-	-	-	0,30	0,59	1,00	1,00
5	1,03	2,83	3,48	3,70	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,98	2,80	3,40	3,40	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00

В шахтных водах железо находится в растворенном состоянии и при попадании в воду кислорода со временем превращается в коллоидный раствор железа ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ). После коагуляции коллоидный раствор превращается в гидроксид железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), образуя твердый осадок, который застревает в загрузке фильтра-обезжелезивателя.

Гипохлорит имеет ряд преимуществ перед кислородом воздуха, т. к. последний действует медленно и быстро расходуется на окисление, а гипохлорит действует лучше, как по времени так и по эффективности. При взаимодействии с растворенным железом, марганцем, сероводородом и органическими веществами гипохлорит легко отдает атом кислорода. Углекислый газ, освободившись от молекулы железа улетучивается, а окисленное до твердого трехвалентного состояния железо выпадает в осадок и застревает в фильтрующей среде обезжелезивателя. Концентрация пищевой соли и углекислого газа настолько незначительна, что никак не влияет на качество воды.

Сложнее удаляется сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ) из воды, так как он препятствует процессу окисления железа. Однако, под воздействием гипохлорита натрия сероводород распадается, превращаясь в серу. В виде сульфатов сера в твердом состоянии успешно задерживается в загрузке обезжелезивателя.

При концентрациях до 15 мг/л железа для его использования в бытовых системах очистки воды домов, коттеджей и дач контактная ёмкость не требуется. Гипохлорит подается в трубу в непосредственной близости к осадочному фильтру (обезжелезивателю).

Под воздействием температуры воздуха, света и других факторов, как и бензин, гипохлорит натрия со временем теряет свою эффективность. За год концентрация активного хлора падает в среднем со 190 до 110 г/л.

Рекомендуется со временем повышать концентрацию рабочего раствора. Логично, что закупать гипохлорит впрок в больших количествах нецелесообразно: 1 запасной канистры будет достаточно. Гипохлорит натрия доступен к покупке по средней цене 1250 руб. за 30-литровую канистру.

Гипохлорит натрия – является коррозионно-активным веществом и агрессивен даже к стали, меди и алюминию. Его дозация происходит в протекающую по трубе воду, поэтому здесь важна высокая точность дозировки. Для этого используются специальные насосы-дозаторы. Различают насосы дозации двух типов — мембранные и перистальтические. Мембранные насосы – отличаются относительной дешевизной, создают большое давление, но грешат щелчками в момент срабатывания впрыска реагента. В основе их работы – резкие толчки электромагнитного клапана. Перистальтические насосы – работают почти без звука, стойкие к износу, но дороже мембранных. Принцип работы заключается во вращении роликового

механизма, проталкивающего раствор по эластичной трубке. Насосы дозации бывают как постоянного дозирования – не настраиваемые, так и с возможностью регулирования дозировки. Есть модели со встроенным контроллером, который, принимая сигнал от внешнего датчика, определяет пропорции дозирования автоматически. Указанные виды насосов успешно справляются со своей основной задачей: по импульсному сигналу водяного счетчика подать нужное количество раствора в протекающую по трубе воду.

Сегодня производство гипохлорита натрия поставлено на поток, так как он прост в использовании и обеспечивает получение питьевой воды улучшенного качества, по содержанию хлорактивных соединений. Широкая реализация гипохлорита натрия сняла проблему безопасности, хранения и применения хлорагента, относящейся к обеззараживанию природных и сточных вод без увеличения операционных затрат.

### **Список литературы**

1. Гороновский И. Т., Когановский А. М. и др. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды. В 2-х ч. Ч. 1 – 680 с., ч. 2 - 681 – 1206 с. Киев: Наукова думка, 1980.
2. Гладков В. А. Обратное водоснабжение (Системы водяного охлаждения). М.: Стройиздат, 1980. – 168 с.
3. Кулаков В. В., Сошников Е. В., Чайковский Г. П. Обезжелезивание и деманганация подземных вод. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 1998. – 100 с.
4. Кульский Л. А., Строкач П. П. Технология очистки природных вод. Киев: Выща школа, 1981. – 328 с.
5. Накорчевская В. Ф. Химия воды. Физико-химические процессы обработки природных и сточных вод. Киев: Высшая школа, 1983.-240 с.
6. Войтов Е. Л., Сколубович Ю. Л. Подготовка питьевой воды из поверхностных источников с повешенным природным и антропогенным загрязнением. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2010. 216 с.

## **The efficiency of sodium hypochlorite in the disinfection of natural and waste water**

Paskarelov S. I.

*ISOiP (branch) DGTU, 346500, Russia, Shakhty, Shevchenko 147*

An urgent problem in the purification of natural and waste water is disinfection and filtration of water from organic and other impurities. The article provides an overview of studies of the effectiveness of sodium hypochlorite in the disinfection of natural and waste waters. On the basis of the data, the effectiveness of the use of sodium hypochlorite for the preparation of drinking water has been substantiated.

*Keywords:* sodium hypochlorite, COVID-19, disinfection, chlorination, chlorine, chlorination unit, filter.