

САНИТАРНАЯ ОБРАБОТКА ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННЫМИ ВОДНО-СОЛЕВЫМИ РАСТВОРАМИ

ЧЕРКАСОВА О.А.

*УО «Витебский государственный медицинский университет»;
кафедра общей гигиены и экологии*

Резюме. На установке «ГПХН» производства ЗАО «Белстройтехнология» (г. Минск, Республика Беларусь) с бездиафрагменным реактором при электролизе 3 % раствора натрия получается раствор, представляющий собой смесь натрия гипохлорита и хлорноватистой кислоты. Раствор обладает высоким бактерицидным, фунгицидным, вирулицидным эффектом, низкой коррозионной и деструктивной активностью по отношению к изделиям из различных материалов. Целью данной работы была разработка технологии обеззараживания воды, поверхностей помещений, оборудования и инвентаря плавательных бассейнов детского, оздоровительного и спортивного назначения гипохлоритом натрия. В результате исследований установлено, что полученный раствор можно использовать для дезинфекции воды, поверхностей помещений и оборудования плавательных бассейнов. Раствор является стабильным в течение пяти дней. Установлена рабочая доза гипохлорита натрия для дезинфекции воды бассейнов детского, оздоровительного и спортивного назначения, при этом содержание остаточного свободного хлора в воде соответствует требованиям СанПиН 2.1.2.10-39-2002. Добавление гипохлорита натрия в воду не изменяет рН воды и увеличивает ее окислительно-восстановительный потенциал, что является преимуществом по сравнению с традиционно используемыми дезсредствами. Гипохлорит натрия с содержанием активного хлора 5000 мг/дм³ при экспозиции 60 мин обладает высокой биоцидной активностью в отношении бактерий группы кишечной палочки.

Ключевые слова: бассейн, дезинфекция, электролиз, гипохлорит натрия.

Abstract. Nowadays a highly-effective ecologically pure, toxicologically safe chlorinated disinfectant – electrolysis sodium hypochlorite has been received by means of «GPCN»-type apparatus, having no diaphragm reactor. It poses a high bactericidal, fungicidal, virucidal action, low corrosiveness and destructive action. The aim of this study was to develop technology of water, surfaces and equipment treatment of the sport, sanitation and children swimming pools with sodium hypochlorite solution. The received results of the investigation showed, that at the process of electrolysis the solution of sodium hypochlorite and hypochlorous acid has been received, which can be used as disinfectant for practical application in the treatment of water, surfaces of premises and equipment of all kinds of swimming pools. The solution has kept stability of the physicochemical properties during 5 days. It was established the working dose of sodium hypochlorite for the treatment of water of the swimming pools. At the treatment of water sodium hypochlorite has not

changed pH of water and has increased its redox potential. Electrolysis sodium hypochlorite with $C_{\text{ACl}} = 5000 \text{ mg/dm}^3$ has a high microbiologic action against *Escherichia coli* at exposition 60 min.

Адрес для корреспонденции: Республика Беларусь, г.Витебск, ул. П.Бровки, 15-3-99. Телефон: 23-85-41 (дом.), , 8-025-913-07-67 (моб.).

В настоящее время в плавательных бассейнах для дезинфекции широко применяются хлорсодержащие соединения (хлорная известь, гипохлорит кальция нейтральный марки А, гипохлорит натрия технический марки А и Б, хлорамин и др.) как отвечающие важнейшим характеристикам процесса санитарной обработки воды, поверхностей помещений и оборудования [1].

Однако, эти дезсредства имеют ряд недостатков. Хлор и его препараты являются токсичными соединениями и оказывают раздражающее действие на кожу и слизистые. В процессе обработки образуются галогенсодержащие соединения, вызывающие мутации типа замены пар оснований и разрывы ДНК [2,3]. Цисты простейших и яйца гельминтов, которые обнаруживаются в плавательных бассейнах, являются высокорезистентными к действию хлора [4]. Кроме того, эти дезсредства вызывают деструкцию обрабатываемых материалов и загрязняют окружающую среду [5].

В связи с указанным, существует необходимость поиска новых эффективных средств дезинфекции. В настоящее время путем электролиза водных растворов поваренной соли получен эффективный, экологически чистый и токсикологически безопасный хлорсодержащий дезинфектант гипохлорит натрия. Он обладает высоким бактерицидным, фунгицидным, вирулоцидным эффектом, низкой коррозионной и деструктивной активностью по отношению к изделиям из различных материалов [6-8].

Сущность обеззараживающего действия хлора заключается в окислительно-восстановительных процессах, происходящих при взаимодействии хлора и его соединений с органическими веществами микробной клетки. Полагают, что хлорноватистая кислота вступает в реакцию с ферментами бактерий и тем самым нарушает обмен веществ [9]. Согласно механизму бактерицидного действия химических дезинфектантов, оптимальными бактерицидными свойствами должны обладать комбинации химических дезинфектантов, в которых один способен необратимо связывать сульфгидрильные группы белков оболочки, а второй способен быстро диффундировать в цитоплазму клетки и, взаимодействуя с ДНК и РНК, инактивировать бактериальную клетку [10]. Дезинфицирующее средство «гипохлорит натрия» представляет собой смесь натрия гипохлорита и хлорноватистой кислоты, следовательно, его бактерицидное действие повышается и освобождено от адаптации к нему при многократном применении, что не требует увеличения доз или концентраций.

Гипохлорит натрия соответствует нормативным показателям безопасности и эффективности дезинфекционных средств для обеззараживания воды плавательных бассейнов, согласно требованиям СанПиН 2.1.2.10-39-2002, не оказывает токсического действия на организм и относится к малоопасным химическим соединениям (4 класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76) [11].

Гипохлорит натрия, производимый на установке типа «ГПХН» ЗАО «Белстройтехнология» с бездиафрагменным реактором, можно применять для обеззараживания плавательных бассейнов. Однако, рабочая доза, стабильность при хранении и возможность использования для обработки поверхностей помещений и оборудования бассейнов данного раствора до настоящего времени изучены недостаточно. Кроме того, нет технологии обеззараживания воды электролизным гипохлоритом натрия для различных видов бассейнов. В связи с этим, целью данной работы была разработка технологии обеззараживания воды, поверхностей помещений, оборудования и инвентаря плавательных бассейнов детского, оздоровительного и спортивного назначения гипохлоритом натрия.

Методы

Электролизу на установке типа «ГПХН» подвергали водный раствор хлорида натрия с концентрацией 30 г/дм³ при силе тока 17 А в объеме 10 дм³ в течение 2,5 часов. В полученном электролизном растворе определяли рН, окислительно-восстановительный потенциал (ОВП, х. с. э., мВ), поверхностное натяжение ($\sigma \times 10^{-3}$, Дж/м²), концентрацию активного хлора ($C_{ак}$, мг/дм³).

ОВП и рН определяли потенциометрическим методом на рН-метре-милливольтметре рН-340, поверхностное натяжение – методом наибольшего давления в пузырьке [12,13], концентрацию активного хлора – методом йодометрического титрования [14].

Стабильность свойств полученного раствора проверяли в течение 10 дней вышеперечисленными методами.

Данным раствором путем разбавления его водопроводной водой до необходимых концентраций обрабатывали воду и поверхности помещений и оборудования бассейна [11].

При определении дозы гипохлорита натрия и содержания в нем активного хлора исходили из хлорпоглощаемости воды и некоторого избытка хлора, обеспечивающего бактерицидный эффект. Для воды бассейна для детей 1-6 лет содержание свободного остаточного хлора допускается на уровне 0,1-0,3 мг/дм³, при условии, что колифаги в воде не должны обнаруживаться. Для бассейнов спортивного вида остаточный свободный хлор должен быть в пределах 0,3 - 0,5 мг/дм³, а для бассейнов оздоровительного вида - 0,5 - 0,7 мг/дм³ [1].

Хлорпотребность воды - количество миллиграммов активного хлора, необходимое для обеззараживания 1 дм³ воды, определяли опытным путем. В 5 сосудов наливали по 1 дм³ воды бассейна и добавляли пипеткой раствор гипохлорита натрия с концентрацией активного хлора 8000 мг/дм³ в следующих количествах: в 1-й сосуд – 0,125 см³ (1 мг активного хлора на 1 дм³ воды), во 2-й – 0,19 см³ (1,5 мг/дм³), в 3-й – 0,25 см³ (2 мг/дм³), в 4-й – 0,31 см³

(2,5 мг/дм³), в 5-й – 0,375 см³ (3 мг/дм³). Содержимое каждого сосуда тщательно перемешивали стеклянной палочкой и через 30 мин определяли в воде количество остаточного хлора [15]. Для точного количественного определения остаточного хлора использовали два метода: йодометрический – для определения общего остаточного хлора и титрования метиловым оранжевым - для определения свободного остаточного хлора [16]. Количество связанного остаточного хлора и хлорпоглощаемость воды определяли математическим методом.

Для контроля качества воды до и после обработки гипохлоритом натрия потенциометрическим методом определяли ее рН и ОВП [12,13].

Для определения бактерицидной эффективности гипохлорита натрия для дезинфекции поверхностей бассейна использовали гипохлорит натрия с рН 8,9, ОВП +852 мВ, содержанием активного хлора 5000 мг/дм³. В помещениях бассейна УО «ВГПТК» с поверхностей стены зала большой чаши, свободных от воды стенок большой и малой ванны, обходных дорожек и поручней залов большой и малой чаши, душевой перегородки, поддона и коврика в душевой, раковины и унитазов в санузлах, скамеек и стула брали смывы. Затем эти же поверхности обрабатывали гипохлоритом натрия в течение 60 мин 2 раза с интервалом 30 мин. По истечении экспозиции промывали очищенной водой и брали смывы [17]. Качество проведенной дезинфекции определяли методом индикации бактерий группы кишечной палочки [18,19].

Результаты обрабатывали статистически, достоверность различий учитывали при $p < 0,05$ [20].

Результаты и обсуждение

При электролизе был получен раствор, представляющий собой смесь натрия гипохлорита и хлорноватистой кислоты с $C_{ax} = 8067$ мг/дм³, рН = 8,95 ед., ОВП = +871 мВ (х. с. э.), $\sigma = 70,1 \times 10^{-3}$ Дж/м² (табл. 1).

Таблица 1

Физико-химические параметры гипохлорита натрия

Гипохлорит натрия	Физико-химические параметры			
	рН, ед.	ОВП, (х.с.э.), мВ	$\sigma \times 10^{-3}$, Дж/м ²	C_{ax} , мг/дм ³
Среднее значение	8,95 ± 0,04	+871 ± 2,27	70,1 ± 0,03	8067 ± 78,5

Полученный раствор можно хранить в готовом виде в соответствующем помещении бассейна, однако, следует учитывать изменение его физико-химических свойств во времени (табл. 2, рис. 1).

Физико-химические свойства гипохлорита натрия в зависимости от времени хранения

Сутки	рН, ед.	ОВП, (х.с.э.), мВ	$\sigma \times 10^{-3}$, Дж/м ²	C _{ак} , мг/дм ³
1	8,95 ± 0,004	+871 ± 1,07	70,1 ± 0,03	8118 ± 83,34
2	8,95 ± 0,002	+870,7 ± 0,84	70 ± 0,06	8118 ± 83,34
3	8,94 ± 0,004	+871 ± 0,92	70,03 ± 0,09	8118 ± 83,34
4	8,93 ± 0,004	+870,5 ± 1,06	70,03 ± 0,06	8118 ± 83,34
5	8,91 ± 0,004	+870,5 ± 0,96	70,08 ± 0,04	8096 ± 76,02
6	8,88 ± 0,004	+870 ± 1,07	70,5 ± 0,14	8035 ± 78,7
7	8,86 ± 0,008	+869,5 ± 0,76	70,6 ± 0,16	7999 ± 70,2
8	8,85 ± 0,01	+868,2 ± 0,87	70,7 ± 0,16	7952 ± 73,32
9	8,82 ± 0,01	+868 ± 0,86	70,8 ± 0,26	7928 ± 69,34
10	8,8 ± 0,01	+867 ± 1	70,9 ± 0,23	7834 ± 83,34

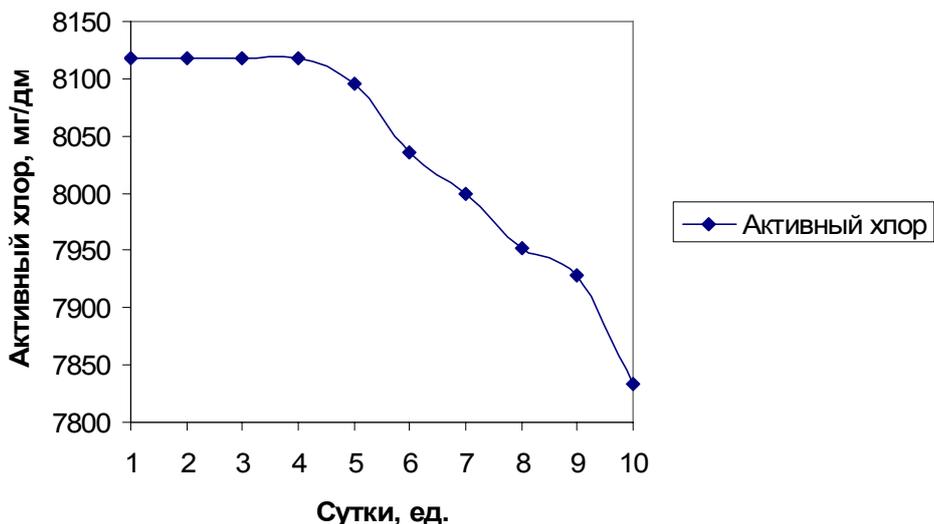


Рис. 1. Содержание активного хлора в гипохлорите натрия в зависимости от времени хранения

На основании полученных результатов можно рекомендовать использование гипохлорит натрия в течение пяти дней с момента приготовления, так как его рН, ОВП и поверхностное натяжение изменяются незначительно, а содержание активного хлора в растворе в течение четырех дней остается постоянным, а на пятый день снижается лишь на 22 мг/ дм³. Далее происходит изменение физических свойств и уменьшение содержания активного хлора на 262 мг/ дм³ (P < 0,05), что связано с процессом потери хлора в хлорсодержащих препаратах и снижения качества дезсредств в зависимости от времени хранения. Полученные данные совпадают с результатами исследования стабильности анолита нейтрального [21].

Путем разбавления полученного раствора водопроводной водой был получен раствор гипохлорита натрия с C_{ак} = 8000 мг/дм³, который и

использовался для обработки воды плавательных бассейнов. Результаты обработки воды различными концентрациями активного хлора в гипохлорите натрия представлены в таблице 3.

Таблица 3

Содержание остаточного хлора в воде бассейна после обработки гипохлоритом натрия

Хлор активный, мг/дм ³	Объем гипохлорита натрия, см ³	Остаточный хлор, мг/дм ³			Хлорпоглощаемость воды, мг/дм ³
		Общий	Свободный	Связанный	
1	0,125	0,7 ± 0,03	0,25 ± 0,02	0,5 ± 0,03	0,27 ± 0,03
1,5	0,19	1,03 ± 0,02	0,5 ± 0,04	0,53 ± 0,02	0,47 ± 0,02
2	0,25	1,38 ± 0,03	0,75 ± 0,02	0,63 ± 0,02	0,62 ± 0,03
2,5	0,31	1,88 ± 0,05	1,3 ± 0,05	0,58 ± 0,02	0,62 ± 0,05
3	0,375	2,28 ± 0,07	1,63 ± 0,07	0,65 ± 0,02	0,72 ± 0,07

Между содержанием активного хлора в гипохлорите и содержанием остаточного общего, свободного и связанного хлора в воде бассейна после дезинфекции, а также хлорпоглощаемостью воды бассейна выявлена сильная прямая корреляционная связь (соответственно $r_{xy} = 0,98$, $r_{xy} = 0,99$, $r_{xy} = 0,88$, $r_{xy} = 0,95$).

Это свидетельствовало о том, что с увеличением содержания активного хлора в гипохлорите увеличивается содержание остаточного (общего, свободного и связанного) хлора в воде бассейна, а также увеличивается хлорпоглощаемость воды.

Анализ результатов показал, что при добавлении в воду бассейна 1 мг активного хлора, что эквивалентно 0,125 см³ гипохлорита натрия с концентрацией 8000 мг/дм³, в воде бассейна содержание общего хлора было 0,7 мг/дм³, свободного - 0,25 мг/дм³ и связанного - 0,5 мг/дм³. Хлорпоглощаемость воды составила 0,27 мг/дм³.

Добавление в воду бассейна 1,5 мг активного хлора, что эквивалентно 0,19 см³ гипохлорита натрия с концентрацией 8000 мг/дм³, привело к получению воды бассейна с содержанием общего хлора достоверно выше в 1,47 раза, свободного – в 2 раза ($P < 0,001$) и связанного – в 1,06 раза ($P > 0,05$) по сравнению с содержанием в гипохлорите 1 мг активного хлора. Хлорпоглощаемость воды составила 0,47 мг/дм³, что выше чем при 1 мг активного хлора в 1,74 раза ($P < 0,001$).

При добавлении в воду бассейна 2 мг активного хлора, что эквивалентно 0,25 см³ гипохлорита натрия с концентрацией 8000 мг/дм³, была получена вода бассейна с содержанием общего хлора достоверно выше в 1,34 раза, свободного – в 1,5 раза ($P < 0,001$) и связанного – в 1,2 раза ($P < 0,01$) по сравнению с содержанием в гипохлорите 1,5 мг активного хлора. Хлорпоглощаемость воды составила 0,62 мг/дм³, что выше чем при 1,5 мг активного хлора в 1,32 раза ($P < 0,01$).

Добавление в воду бассейна 2,5 мг активного хлора, что эквивалентно 0,31 см³ гипохлорита натрия с концентрацией 8000 мг/дм³, привело к получению воды бассейна с содержанием общего хлора достоверно выше в 1,36 раза, свободного – в 1,73 раза (P<0,001) по сравнению с содержанием в гипохлорите 2 мг активного хлора, увеличения содержания связанного хлора и хлорпоглощаемости воды обнаружено не было.

При добавлении в воду бассейна 3 мг активного хлора, что эквивалентно 0,375 см³ гипохлорита натрия с концентрацией 8000 мг/дм³, была получена вода бассейна с содержанием общего хлора достоверно выше в 1,21 раза (P<0,001), свободного – в 1,25 раза (P<0,01) и связанного – в 1,12 раза (P<0,05) по сравнению с содержанием в гипохлорите 2,5 мг активного хлора. Хлорпоглощаемость воды составила 0,72 мг/дм³, что выше чем при 2,5 мг активного хлора в 1,16 раза (P>0,05).

Таким образом, статистически достоверен процесс увеличения общего и свободного хлора в зависимости от содержания активного хлора в гипохлорите натрия (рис.2,3).

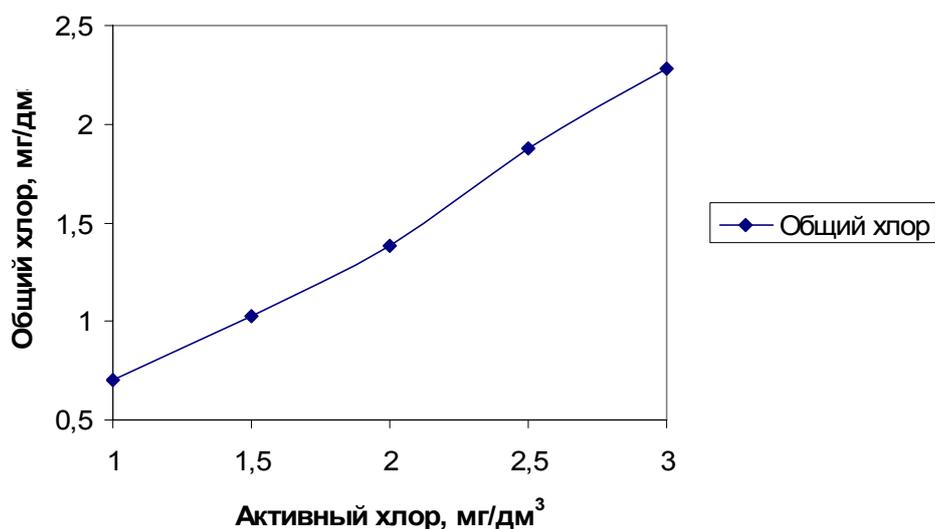


Рис. 2. Содержание общего хлора в воде в зависимости от содержания активного хлора в гипохлорите

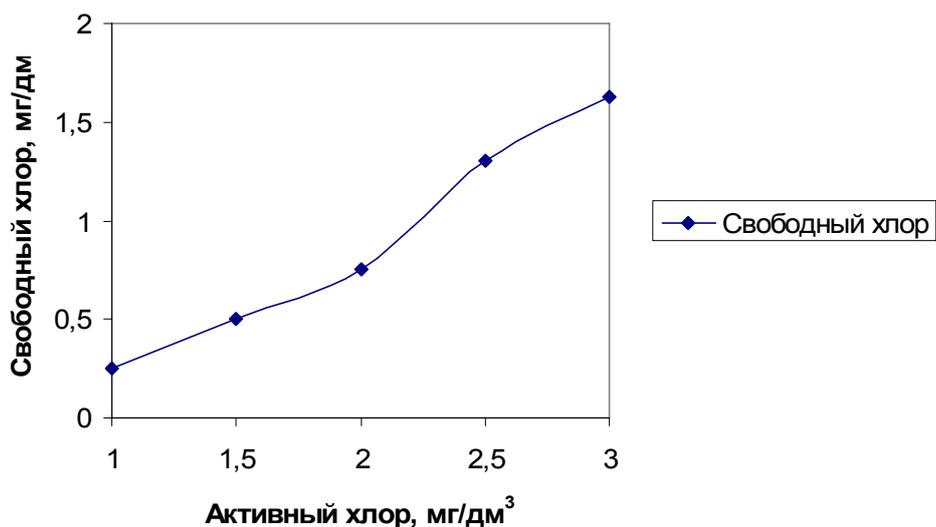


Рис. 3. Содержание свободного хлора в воде в зависимости от содержания активного хлора в гипохлорите

В результате исследования было установлено, что для дезинфекции воды бассейна для детей 1-6 лет необходимой концентрацией активного хлора является 1 мг/дм³, для бассейнов спортивного вида – 1,5 мг/дм³, а для бассейнов оздоровительного вида - 2 мг/дм³.

Результаты изучения влияния гипохлорита натрия на качество воды в бассейне представлены в таблице 4.

Таблица 4

Физико-химические параметры воды бассейна до и после обработки гипохлоритом натрия

Хлор активный, мг/дм ³	Объем гипохлорита натрия, см ³	рН воды, ед.		ОВП воды, мВ	
		До обработки	После обработки	До обработки	После обработки
1	0,125	7,42 ± 0,02	7,45 ± 0,002	+510 ± 6,38	+700 ± 2,13
1,5	0,19	7,48 ± 0,02	7,5 ± 0,01	+505 ± 2,1	+698 ± 4,23
2	0,25	7,4 ± 0,01	7,44 ± 0,007	+514 ± 7,17	+700 ± 1,67
2,5	0,31	7,4 ± 0,02	7,47 ± 0,02	+512 ± 5,58	+705 ± 2,03
3	0,375	7,42 ± 0,02	7,5 ± 0,01	+511 ± 5,51	+699 ± 1,7

Из данных таблицы 4 следует, что добавление гипохлорита натрия в воду не изменяет рН воды и увеличивает ее окислительно-восстановительный потенциал, что является преимуществом перед традиционно используемыми дезсредствами, изменяющими рН воды и, тем самым, ухудшающими качество дезинфекции.

Результаты дезинфекции поверхностей помещений и оборудования бассейна, проведенной гипохлоритом натрия с содержанием активного хлора 5000 мг/дм³ при экспозиции 60 мин, представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

Результаты бактериологических исследований смывов с поверхностей и оборудования бассейна до дезинфекции

Наименование проб	Наименование показателей качества (параметров) по ГНПА*	Результаты испытаний
1. Стенка зала большого бассейна	БГКП	Не обнаружено
2. Обходная дорожка большой чаши (правая)	БГКП	Обнаружено
3. Обходная дорожка большой чаши (левая)	БГКП	Обнаружено
4. Скамейка в раздевалке	БГКП	Не обнаружено
5. Поручень большой чаши (правый)	БГКП	Не обнаружено
6. Поручень большой чаши (левый)	БГКП	Не обнаружено
7. Перегородка в душевой	БГКП	Не обнаружено
8. Унитаз в мужской раздевалке	БГКП	Не обнаружено
9. Дверная ручка в душевой	БГКП	Не обнаружено
10. Душевой поддон	БГКП	Не обнаружено
11. Поручень малой чаши (правый)	БГКП	Не обнаружено
12. Поручень малой чаши (левый)	БГКП	Не обнаружено
13. Обходная дорожка малой чаши (правая)	БГКП	Не обнаружено
14. Обходная дорожка малой чаши (левая)	БГКП	Не обнаружено
15. Унитаз в детской раздевалке	БГКП	Обнаружено
16. Раковина в детской раздевалке	БГКП	Не обнаружено
17. Свободная от воды стенка ванны большого бассейна	БГКП	Не обнаружено
18. Свободная от воды стенка ванны малого бассейна	БГКП	Не обнаружено
19. Стул в зале ванны большого бассейна	БГКП	Не обнаружено
20. Коврик	БГКП	Не обнаружено

Результаты бактериологических исследований смывов с поверхностей и оборудования бассейна после дезинфекции гипохлоритом натрия

Наименование проб	Наименование показателей качества (параметров) по ТНПА *	Результаты испытаний
1. Стенка зала большого бассейна	БГКП	Не обнаружено
2. Обходная дорожка большой чаши (правая)	БГКП	Не обнаружено
3. Обходная дорожка большой чаши (левая)	БГКП	Не обнаружено
4. Скамейка в раздевалке	БГКП	Не обнаружено
5. Поручень большой чаши (правый)	БГКП	Не обнаружено
6. Поручень большой чаши (левый)	БГКП	Не обнаружено
7. Перегородка в душевой	БГКП	Не обнаружено
8. Унитаз в мужской раздевалке	БГКП	Не обнаружено
9. Дверная ручка в душевой	БГКП	Не обнаружено
10. Душевой поддон	БГКП	Не обнаружено
11. Поручень малой чаши (правый)	БГКП	Не обнаружено
12. Поручень малой чаши (левый)	БГКП	Не обнаружено
13. Обходная дорожка малой чаши (правая)	БГКП	Не обнаружено
14. Обходная дорожка малой чаши (левая)	БГКП	Не обнаружено
15. Унитаз в детской раздевалке	БГКП	Не обнаружено
16. Раковина в детской раздевалке	БГКП	Не обнаружено
17. Свободная от воды стенка ванны большого бассейна	БГКП	Не обнаружено
18. Свободная от воды стенка ванны малого бассейна	БГКП	Не обнаружено
19. Стул в зале ванны большого бассейна	БГКП	Не обнаружено
20. Коврик	БГКП	Не обнаружено

В исследованных смывах до дезинфекции гипохлоритом натрия в трех смывах обнаружены бактерии группы кишечной палочки, после дезинфекции бактерий группы кишечной палочки не обнаружено. Кишечная палочка может попасть вводу или на поверхности с выделениями человека, поэтому ее наличие может сигнализировать о возможно присутствии возбудителей кишечных инфекций. Кроме того, кишечная палочка более устойчива, чем возбудители кишечных инфекций, поэтому, если имелись условия, при которых кишечная палочка погибла, можно предполагать, что погибли и возбудители этих заболеваний [19].

Заключение

Гипохлорит натрия, получаемый на установке типа «ГПХН» ЗАО «Белстройтехнология», обладает физико-химическими свойствами, отвечающими предъявляемым требованиям к дезинфицирующим средствам, что позволяет рекомендовать его для практического применения в плавательных бассейнах.

Выводы:

1. На установке «ГПХН» с бездиафрагменном реактором при электролизе 3 % раствора натрия хлорида объемом 10 дм³ в течение 2,5 часов при силе тока 17 А получается раствор, представляющий собой смесь натрия гипохлорита и хлорноватистой кислоты с $C_{ax} = 8067$ мг/дм³, рН = 8,95, ОВП = +871 мВ (х. с. э.), $\sigma = 70,1 \times 10^{-3}$ Дж/м², который можно использовать для дезинфекции воды, поверхностей помещений и оборудования плавательных бассейнов. Этот раствор является стабильным в течение пяти дней.

2. Для дезинфекции воды бассейна для детей 1-6 лет необходимой концентрацией активного хлора является 1 мг/дм³ (содержание остаточного свободного хлора в воде составляло $0,25 \pm 0,02$ мг/дм³), для бассейнов спортивного вида – 1,5 мг/дм³ (содержание остаточного свободного хлора в воде - $0,5 \pm 0,04$ мг/дм³), а для бассейнов оздоровительного вида - 2 мг/дм³ (содержание остаточного свободного хлора в воде - $0,75 \pm 0,02$ мг/дм³).

3. Добавление гипохлорита натрия в воду не изменяет рН воды и увеличивает ее окислительно-восстановительный потенциал, что является преимуществом перед традиционно используемыми дезсредствами, изменяющими рН воды и, тем самым, ухудшающими качество дезинфекции.

4. Гипохлорит натрия, полученный на установке «ГПХН» производства ЗАО «Белстройтехнология» (г. Минск, Республика Беларусь), с $C_{ax} = 5000$ мг/дм³, рН = 8,9 ед. и ОВП = +852 мВ при экспозиции 60 мин обладает высокой биоцидной активностью в отношении бактерий группы кишечной палочки.

Литература

1. СанПиН 2.1.2.10-39-2002 «Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды плавательных бассейнов»: утв. Постановлением глав. гос. сан врача РБ 31.12.02. – Минск: ГУ «РЦГЭ и ОЗ» МЗ РБ, 2003. – 11 с.

2. Влияние хлорирования и озонирования на суммарную мутагенную активность питьевой воды / В.С. Журков [и др.] // Гигиена и санитария. – 1997. - №1. – С. 11-13.

3. Chlorination disinfection byproducts in water and their association with adverse reproductive outcomes: a review / M.J. Nieuwenhuijsen [et al.] // *Occup. Environ. Med.* – 2000. - №57(2). – P. 73-85.

4. Авчинников, А.В. Гигиеническая оценка современных способов обеззараживания питьевой воды (обзор) / А.В. Авчинников // *Гигиена и санитария.* – 2001. - №2. – С. 11-20.

5. Практическое руководство по применению средств дезинфекции и стерилизации в лечебно-профилактических учреждениях / Под ред. Авчинникова А.В. – Смоленск: СГМА, 2000. – 155 с.

6. Электрохимическая технология приготовления активированных растворов – новое направление в медицине, фармации, промышленности и сельском хозяйстве / И.И. Бурак [и др.] // *Достижения фундаментальной клинической медицины и фармации: тезисы докладов 59-ой научной сессии университета, посвященной 70-летию ВГМУ, Витебск, 26-27 февраля 2004 г. / Витебск. гос. мед. ун-т; редкол.: А.П. Солодков [и др.]. – Витебск, 2004. – С. 164–165.*

7. The disinfection of the surgery department of a garrison hospital using a neutral anolyte / S.I. Mikhailov [et al.] // *Voen. Med. Zh.* – 1999. - №320(9) – P. 56-81.

8. Оценка антимикробной активности электрохимически активированного раствора поваренной соли, полученного на установке типа «БАВР» / А.А. Адарченко [и др.] // *Здравоохранение.* – 1998. - №3. – С. 38-39.

9. Возная Н.Ф. Химия воды и микробиология: учеб. пособие для вузов / Н.Ф. Измеров. – 2-е изд. – Москва: Высшая школа, 1979. – 340 с.

10. О механизме бактерицидного действия химических дезинфектантов / А.П. Маслюков [и др.] // *Гигиена и санитария.* – 1991. - №11. – С. 6-11.

11. Инструкция по применению гипохлорита натрия, полученного на установках типа «ГПХН» для дезинфекции плавательных бассейнов: утв. МЗ РБ 06.02.2007, №154. – Минск: ГУ «РЦГЭ и ОЗ», 2007. – 6 с.

12. Евстратова, К.И. Практикум по физической и коллоидной химии / К.И. Евстратова. – Москва: «Высшая школа», 1990. – 255 с.

13. Руководство к практическим занятиям по методам санитарно-гигиенических исследований: учебное пособие / З.Ф. Азевич [и др.]; под общ. ред. Л.Г. Подуновой. – Москва: Медицина, 1990. – 304 с.

14. ГОСТ 11086-76 «Гипохлорит натрия. Технические условия»: утв. Постановлением Гос. комитета стандартов Совета Министров СССР 24.05.76. – Москва: Издательство стандартов, 1986. – 9 с.

15. Руководство к лабораторным занятиям по коммунальной гигиене: учеб. пособие для вузов / Е.И. Гончарук [и др.]; под общ. ред. Е.И. Гончарука. 3-е изд. – Москва: Медицина, 1990. – 416 с.

16. ГОСТ 18190-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания остаточного активного хлора»: утв. Постановлением Гос. комитета стандартов Совета Министров СССР 25.10.72. – Москва: Издательство стандартов, 1974. – 6 с.

17. Методические указания №2657-82 по санитарно-бактериологическому контролю на предприятиях общественного питания и торговли пищевыми продуктами: утв. Зам. глав. гос. сан врача СССР 31.12.1982. – Москва: “Министерство здравоохранения СССР”, 1984. – 54 с.

18. Рекомендации по ускоренным методам индикации бактерий группы кишечной палочки при санитарно-бактериологическом исследовании смывов: утв. Нач. Глав. сан.-эпид. управ. Мин. Здравоохр. БССР 29.12.1980. – Минск: “Министерство здравоохранения БССР”, 1980. – 7 с.

19. Измеров Н.Ф. Общая и коммунальная гигиена / Н.Ф. Измеров, В.Ф. Кириллов, Н.Н. Трахтман. – Москва: Медицина. 1978. – 408 с.

20. Каминский, Л.С. Статистическая обработка лабораторных и клинических данных. Применение статистики в научной и практической работе врача. Издание 2-ое / Л.С. Каминский. – Ленинград: «Медицина», 1964. – 252 с.

21. Инструкция по применению анолита нейтрального, полученного на установках типа «АКВАМЕД» для дезинфекции плавательных бассейнов: утв. МЗ РБ 08.11.2004, №5763. – Минск: ГУ “РЦГЭ и ОЗ”, 2004. – 5 с.