

УДК 628.162

В. И. Романовский, кандидат технических наук, ассистент (БГТУ);
Ю. Н. Чайка, аспирант (ЦНИИКИВР)

КОРРОЗИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ К ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИМ РАСТВОРАМ

В статье представлен сравнительный анализ коррозионной активности хлорсодержащих дезинфицирующих растворов и насыщенного раствора озона в воде к углеродистым сталям весовым методом. Исследования проводились на малоуглеродистых сталях марок Ст3 и Ст20. Установлено, что наибольшей коррозионной активностью среди исследуемых растворов обладает насыщенный раствор озона в воде, среди хлорсодержащих дезинфицирующих растворов – гипохлорит натрия.

The paper presents comparative analysis of the corrosion activity of chlorine bleach and a saturated solution of ozone in water to carbon steels by gravimetric method. Studies were carried out on low carbon steel St37-3 and Ct20 brands. Established that the most corrosion activity of test solutions has saturated solution of ozone in water among chlorine disinfectants – sodium hypochlorite.

Введение. Для укрепления стенок скважин от обрушений производится обсадка с помощью обсадных труб. В зависимости от параметров и назначения скважины с этой целью используются металлические (оцинкованные, нержавеющие, эмалированные), асбестоцементные или полимерные (ПВХ, ПНД) обсадные трубы. Эти изделия подразделяют на технические и питьевые. Последнее время наибольшее распространение при бурении водозаборных скважин находят обсадные трубы из ПВХ. В некоторых случаях существуют варианты установки пластиковой обсадной трубы внутри металлической. Однако на сегодняшний день абсолютное большинство обсадных труб выполнены из стали. В качестве обсадных труб для частного водоснабжения часто применяют цельнотянутые трубы из стали Ст20 ГОСТ 8732–78 с толщиной стенки 6 мм. Однако буровые компании для поддержания конкурентноспособной цены и снижения себестоимости иногда используют трубу толщиной стенки 4,5 мм Ст3 ГОСТ 10704–91.

Количество водозаборных скважин в Республике Беларусь составляет около 35 тыс. и ежегодно бурится еще 500–600 новых скважин.

В настоящее время дезинфекцию ствола скважин и колодцев, а также трубопроводов питьевого водоснабжения осуществляют обработкой хлорсодержащими реагентами [1], использование которых обладает рядом недостатков [2].

С целью решения проблем и устранения недостатков применяемых сегодня методов дезинфекции трубопроводов, отмеченных выше, можно использовать озон в качестве дезинфицирующего средства [2].

Согласно результатам множества экспериментов, представленных в литературе, озон превосходит все хлорсодержащие дезинфициру-

ющие растворы. По своему бактерицидному воздействию озон в 3–6 раз сильнее ультрафиолетового излучения и в 400–600 раз сильнее хлора.

Целью представленной работы является сравнительный анализ коррозионной устойчивости углеродистых сталей к хлорсодержащим дезинфицирующим растворам и насыщенного раствора озона в воде.

Основная часть. Для разработки технологии дезинфекции водозаборных скважин с использованием озона необходимо решить четыре важных задачи:

- определить растворимость озона по высоте столба жидкости;
- провести сравнительный анализ коррозионной активности дезинфицирующих растворов;
- сравнить эффективность инактивации различных дезинфицирующих растворов;
- представить технико-экономическое обоснование использования предлагаемой технологии.

Сегодня известны результаты множества исследований по определению коррозии хлорсодержащих кислотных сред на металлические поверхности, однако практически отсутствует такая информация по растворам озона в воде. Поэтому сравнительный анализ коррозионной устойчивости металлических поверхностей к данным растворам является весьма актуальной задачей. Важным вопросом при использовании озона в качестве дезинфицирующего вещества является сравнение его коррозионной активности с растворами хлорсодержащих дезинфицирующих веществ. Для определения коррозионной активности использовались следующие реагенты: гипохлорит кальция, гипохлорит натрия, хлорная известь, насыщенный раствор озона в воде. Исследуемые концентрации хлорсодержащих дезинфицирующих растворов: 50, 100 и 150 мг/л активного хлора. Для получения насыщенного раствора озона в воде использовался

каскадный турбоозонатор фирмы ООО «Роваланг-СпецСервис», объем обрабатываемой воды – 200 мл, концентрация озона в газовой смеси – 2,7 г/м³, расход газовой смеси – 13,2 л/мин, время насыщения – 30 мин. В процессе исследования подача озон-содержащей газовой смеси не прекращалась. Для коррозионных испытаний использовались пластинки из углеродистой стали марок Ст3 и Ст20. Исследования проводили весовым методом.

Как видно из результатов, представленных на рис. 1 и рис. 2, в исследуемых дезинфицирующих растворах уменьшение массы пластинок происходит равномерно, однако в насыщенном растворе озона для стали Ст20 наблюдается резкое уменьшение массы пластинки после 2 ч нахождения в растворе. При этом потеря массы по прошествии 8 и 16 ч обработки составляет 248 и 556 мг.

Для определения группы стойкости металла по отношению к дезинфицирующим растворам был рассчитан весовой (K_m , г/м² · ч) и глубинный (K_r , мм/год) показатель коррозии, который соответствует уменьшению толщины металла вследствие коррозии. По величине глубинного показателя коррозии определяли группу и балл стойкости металлов в данной агрессивной среде.

Результаты расчета представлены в табл. 1 и 2.

Как видно из табл. 1 и 2 для стали Ст3 глубинный и весовой показатели коррозии в насыщенном растворе озона в 14,4 раза меньше, чем для Ст20. Среди хлорсодержащих дезинфицирующих растворов наиболее коррозионноактивным являются растворы гипохлорита натрия. Глубинный показатель коррозии до 9,6 и 4,9 раз выше (для Ст3) и до 8,8 и 9,8 раз выше (для Ст20), чем растворы гипохлорита кальция и хлорной извести соответственно. В ряде экспериментов наблюдается эффект пассивации металла при увеличении концентрации активного хлора в растворе. Переход в пассивное состояние металла сопровождается замедлением скорости коррозии с увеличением концентрации активного вещества в растворе.

Из приведенных результатов видно, что значения весового и глубинного показателя для стали марки Ст3 значительно ниже, чем для стали марки Ст20. С увеличением содержания углерода в стали наблюдается ускорение его коррозии, так как процесс коррозии в кислых средах обычно контролируется процессом водородной деполаризации, скорость которого растет с увеличением площади катодных участков на поверхности металла.

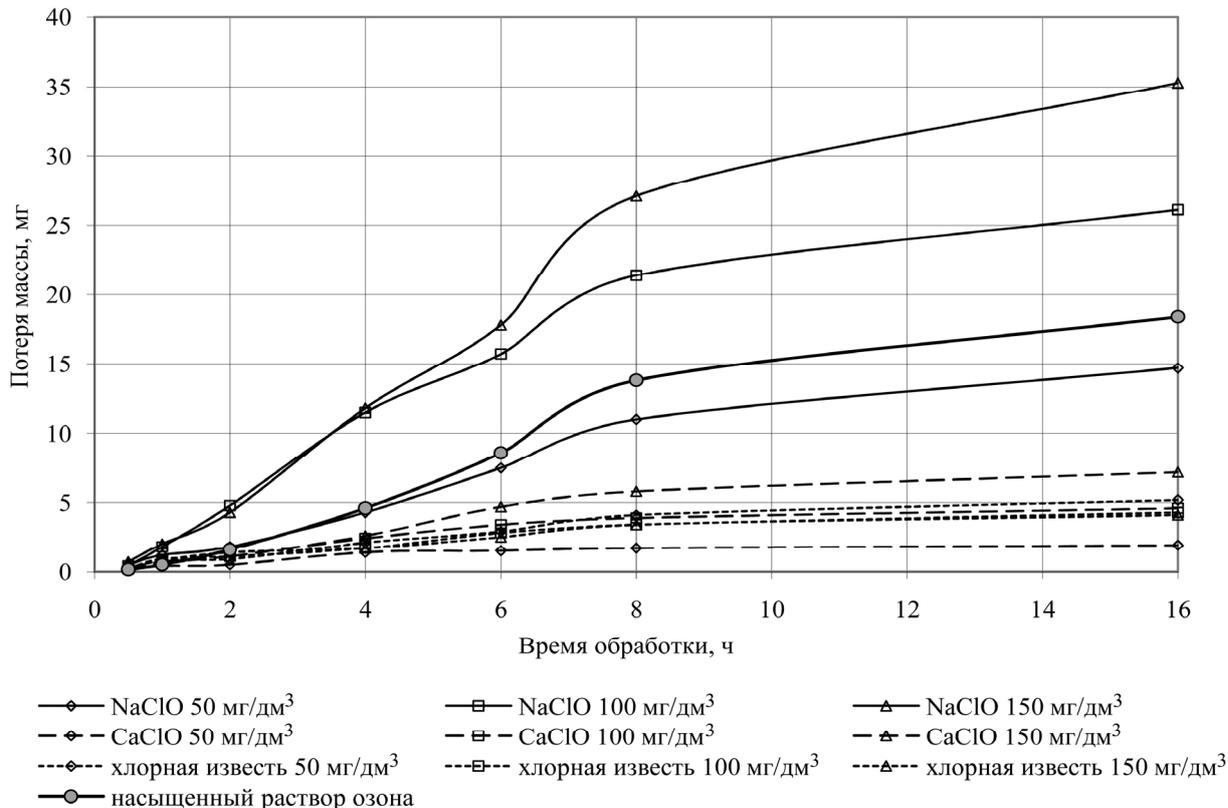


Рис. 1. Потеря массы металлической пластинки из стали Ст3 от времени воздействия дезинфицирующего раствора

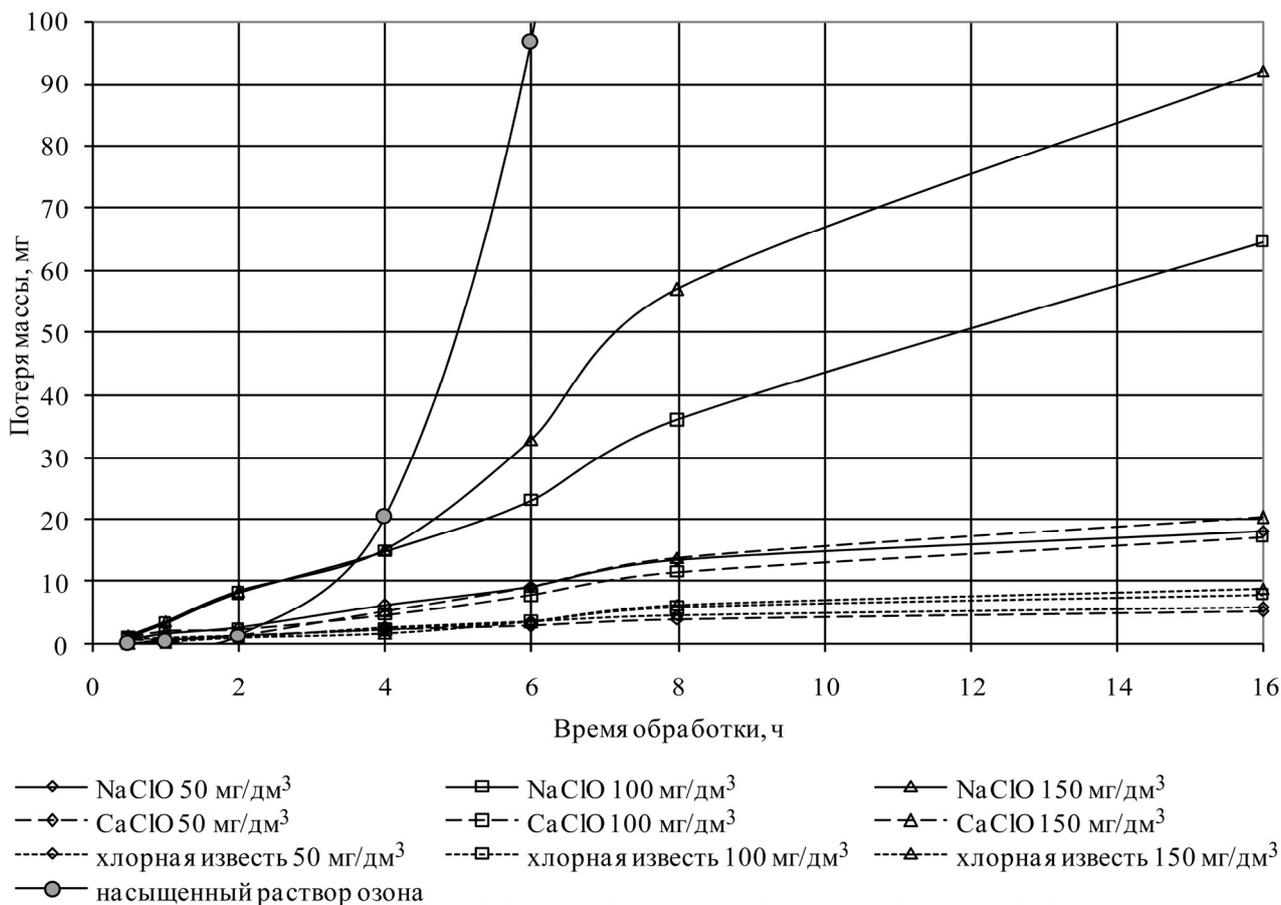


Рис. 2. Потеря массы металлической пластинки из стали Ст20 от времени воздействия дезинфицирующего раствора

Для стали марки Ст20 весовой и глубинный показатели коррозии насыщенного раствора озона превышают показатели в хлорсодержащих дезинфицирующих растворах до 31,4 и 31,2 раза. Для стали Ст3 весовой показатель коррозии насыщенного раствора озона почти в 2 раза превышает значения для растворов гипохлорита кальция и хлорной извести и до 2,5 раз меньше, чем значения для растворов гипохлорита натрия.

Следует отметить, что время обработки сооружений и трубопроводов с использованием озона не превышает 15–20 мин, при этом весовой показатель коррозии для стали марки Ст20 составит 2,2 г/м², а дезинфекция хлорсодержащими растворами может длиться от 8 до 24 ч и при этом весовой показатель коррозии будет равен 10,6 г/м² для раствора хлорной извести с концентрацией активного хлора 100 мг/дм³.

Таблица 1

Весовой и глубинный показатель коррозии углеродистой стали марки Ст3 в дезинфицирующих растворах

Наименование раствора		K_m , г/(м ² ·ч)	K_r , мм/год	Группа стойкости	Балл стойкости
Раствор NaClO	50 мг/дм ³	0,67	0,743	Пониженно-стойкие	7
	100 мг/дм ³	1,26	1,403	Малостойкие	8
	150 мг/дм ³	1,46	1,630	Малостойкие	8
Раствор Ca(ClO) ₂	50 мг/дм ³	0,15	0,169	Пониженно-стойкие	6
	100 мг/дм ³	0,30	0,332	Пониженно-стойкие	6
	150 мг/дм ³	0,38	0,426	Пониженно-стойкие	6
Раствор хлорной извести	50 мг/дм ³	0,31	0,348	Пониженно-стойкие	6
	100 мг/дм ³	0,30	0,332	Пониженно-стойкие	6
	150 мг/дм ³	0,298	0,335	Пониженно-стойкие	6
Насыщенный раствор озона		0,61	0,68	Пониженно-стойкие	7

Таблица 2

**Весовой и глубинный показатель коррозии углеродистой стали марки Ст20
в дезинфицирующих растворах**

Наименование раствора		K_m , г/(м ² ·ч)	K_g , мм/год	Группа стойкости	Балл стойкости
Раствор NaClO	50 мг/дм ³	0,89	1,0	Пониженно-стойкие	7
	100 мг/дм ³	2,09	2,329	Малостойкие	8
	150 мг/дм ³	2,76	3,081	Малостойкие	8
Раствор Ca(ClO) ₂	50 мг/дм ³	0,32	0,35	Пониженно-стойкие	6
	100 мг/дм ³	0,81	0,898	Пониженно-стойкие	7
	150 мг/дм ³	0,61	0,678	Пониженно-стойкие	7
Раствор хлорной извести	50 мг/дм ³	0,34	0,38	Пониженно-стойкие	6
	100 мг/дм ³	0,44	0,489	Пониженно-стойкие	6
	150 мг/дм ³	0,28	0,314	Пониженно-стойкие	6
Насыщенный раствор озона		8,8	9,8	Малостойкие	9

Таким образом, можно сделать вывод, что за один этап дезинфекции материалы сооружений будут подвергаться коррозии в меньшей степени при использовании насыщенного раствора озона, чем при использовании хлорсодержащих дезинфицирующих растворов.

Заключение. Проведя сравнительный анализ коррозионной устойчивости углеродистых сталей к дезинфицирующим растворам, можно сделать вывод, что использование растворенного озона помимо более эффективного результата дезинфекции будет вызывать меньшую коррозию стальных материалов водозаборных скважин.

Экономические расчеты создания мобильной установки для дезинфекции водозаборных скважин и трубопроводов питьевого водоснабжения показали, что с учетом затрат на НИОКР

срок окупаемости составит около 1,5 года в сравнении с используемыми в настоящее время хлорсодержащими дезинфицирующими растворами.

Литература

1. Гигиенические требования к источникам нецентрализованного питьевого водоснабжения населения СанПиН от 02.08.2010 № 105. Введ. 24.08.2010. Минск : Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2010. 14 с.

2. Дезинфекция озоном водозаборных скважин и трубопроводов систем питьевого водоснабжения / В. И. Романовский [и др.] // Труды БГТУ. 2013. № 3: Химия и технология неорганических веществ. С. 55–60.

Поступила 06.03.2014