

УДК 504:628.336

И.Г. ФОМИНА, аспирант

НИУ «Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем» (УКРНИИЭП), г. Харьков

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ОЗОНИРОВАНИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОСАДКА

Рассмотрен физико-химический метод обеззараживания осадков сточных вод озонированием. Проанализированы характерные особенности процесса озонирования и описан эксперимент, направленный на подбор оптимального способа обеззараживания осадков сточных вод. На основании результатов проведенных опытов сделаны выводы о недостаточном влиянии озона на санитарно-бактериологический и паразитологический состав осадков и необходимости отработки различных режимов физико-химических методов обеззараживания.

Ключевые слова: очистные сооружения, осадки сточных вод, озонирование, патогенные микроорганизмы, яйца гельминтов, обеззараживание, сальмонелла, термофильные бактерии, общее микробное число.

При обработке хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод на очистных сооружениях канализации образуются осадки сточных вод (ОСВ), содержащие тяжелые металлы, соединения азота, фосфора и другие загрязнители, которые затем сорбируют активным илом. Осадки хозяйственно-бытовых сточных вод содержат также патогенную микрофлору и яйца гельминтов, которые являются потенциальными источниками инфекционных и паразитарных заболеваний. Таким

образом, недостаточно обеззараженные ОСВ загрязняют окружающую природную среду (ОПС) и представляют серьезную угрозу для здоровья живых существ. В связи с этим возникает необходимость в поиске методов обезвреживания избыточных илов и ОСВ от патогенной микрофлоры и яиц гельминтов, присутствие которых не позволяет применять илы и осадки в сельском хозяйстве.

Автором проведены исследования влияния процесса озонирования на физико-химические, санитарно-бак-



териологические и санитарно-паразитологические показатели осадков сточных вод.

Данная технология обеззараживания воды и воздуха основана на использовании озона (O_3) – газа голубого цвета с резким запахом. Озон в 2,5 раза тяжелее O_2 и образуется из молекулярного кислорода при электрическом разряде. Это сильный окислитель, обладающий мощным бактерицидным действием. Наиболее ценным свойством озона является то, что его распад не сопровождается выделением в ОПС токсичных веществ, требующих дальнейшего удаления, поскольку единственным продуктом разложения этого газа является кислород. При воздействии озона на микроорганизмы, в т.ч. дрожжи, их клеточная мембрана частично повреждается, в результате чего микроорганизмы гибнут или теряют способность к размножению.

Таким образом, механизм уничтожения бактериальной клетки озоном базируется на разрушении клеточной оболочки – мембраны. Озон реагирует с фосфолипидами и протеинами мембраны, образуя непрочные и нестабильные соединения – пероксиды. При распаде пероксидов целостность мембраны нарушается, благодаря чему озон проникает внутрь клетки и окисляет цитоплазму, что приводит к разрушению клетки. Озон влияет также на обмен веществ в живой клетке, вследствие чего нарушается равновесие преобразования активной сульфидной группы в неактивную.

По данным источника [1], в результате обработки воды озоном при правильно подобранных дозе и времени воздействия этого окислителя происходит почти стопроцентная гибель практически всех видов бактерий, вирусов, плесневых и дрожжеподобных грибов и простейших. Так, например, обработка озоном в концентрациях от 1 до 5 мг/л приводит к гибели 99,9 % эшерихии, стрептококков, микобактерий, филококков, кишечной и синегнойной палочек, протеев и других микроорганизмов в течение 4–20 мин. После озонирования общее микробное число в 1 мл воды снижалось на 92–99 % за период 1–25 мин.

Следует отметить, что увеличение мутности требует увеличения бактерицидной дозы озона.

Интенсификация процессов биологической очистки сточных вод путем подачи в систему озono-воздушной смеси уже давно стала предметом исследований ученых различных стран. Экспериментально доказано, что поступление малых доз озона на первую стадию биологической очистки положительно сказывается на протекающих процессах. Это происходит, во-первых, из-за разрыва длинных молекулярных цепочек на короткие звенья, что способствует их более полной деструкции на активном иле, а во-вторых – из-за стимулирующего вли-

яния озono-воздушной смеси на сам активный ил, благодаря которому ускоряются процессы окисления органических веществ, улучшаются показатели БПК и ХПК очищенной сточной воды [2].

В лабораторных условиях были проведены исследования по озонированию воды из скважины, которая содержала патогенные энтеробактерии в количестве, превышающем нормативные значения. Для исследования процесса обеззараживания две пробы воды из скважины в течение 30 мин обрабатывали озоном на озонаторе производства ЧП НМФ «Наутех» производительностью 0,4 г/час.

После обработки озоном первая проба воды была подвергнута анализу в тот же день, а вторая – хранилась в пластиковой бутылке в течение восьми суток перед посевом. Посев проб проводили методом фильтрации на селективную среду Эндо в соответствии с нормативным документом [3]. Для этого по 1 дм³ каждой пробы фильтровали через нитроцеллюлозные фильтры № 3 с использованием водно-струйного насоса. Эти фильтры располагали на поверхности агаризованной среды Эндо и инкубировали в термостате при 37 °С в течение 24 часов. По окончании срока культивирования определяли количество колоний энтеробактерий, выросших на питательной среде. Сравнение результатов посева обеих проб, обработанных озоном, с пробой воды без обработки приведено в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты посева проб воды, обработанных озоном, и пробы без обработки

Наименование пробы	Количество патогенных энтеробактерий, клеток/дм ³
Необработанная вода	228±12
Вода после обработки озоном в день отбора	7±2
Вода после обработки озоном спустя восемь суток	6±2

Из табл. 1 видно, что в результате обработки пробы воды из скважины озоном количество патогенных энтеробактерий сократилось на 97 %. Колонии микроорганизмов, выросшие на среде Эндо после озонирования, характеризовались очень слабым ростом и мелким размером по сравнению с колониями, выросшими в пробе воды, не обработанной озоном.

Для исследования влияния озонирования на обеззараживание ОСВ пробы осадка обрабатывали озоном на том же озонаторе «Наутех» в течение двух часов. После завершения озонирования проводили посев проб осадка на питательную среду, определяли жизнеспособность яиц гельминтов и физико-химические показатели ОСВ.

Контроль влияния процесса озонирования на жизнедеятельность микроорганизмов проводили по санитарно-бактериологическим показателям – общему микробному числу (сапрофитная микрофлора) и количеству патогенных энтеробактерий (в т.ч. сальмонеллы). Результаты этих исследований представлены в табл. 2, а сводные результаты – в табл. 3.

Таблица 2 – Результаты влияния процесса озонирования на физико-химические показатели ОСВ

Показатель	Результат измерения до обработки	Результат измерения после обработки
pH	8,27	8,28
Влажность, %	98,77	99,26
Сухой остаток, г/дм ³	12,394	12,389
Органическое вещество, %	31,50	31,45

Таблица 3 – Результаты исследований влияния процесса озонирования на физико-химические и бактериологические показатели осадка

Наименование пробы	pH	Влажность осадка, %	Сухой остаток осадка, мг/см ³	Органическое вещество, %	Количество микроорганизмов в 1 см ³ осадка фактической влажности		Бактерии рода Salmonella	Жизнеспособные яйца гельминтов
					Общ. микроб. число, кл./см ³	Патогенные энтеробактерии (сальмонелла)		
Осадок до обработки озонированием	8,27	99,17	37,0	31,50	1,29·10 ⁸	1,09·10 ⁶	+	+
Осадок после обработки озонированием	8,28	98,96	37,2	31,45	7,1·10 ⁷	2,3·10 ⁵	+	+

ВЫВОДЫ

Процесс озонирования в выбранном режиме не повлиял на физико-химические показатели ОСВ: pH осадка, его влажность и содержание в нем органического вещества существенно не изменились. Общее количество бактерий уменьшилось в 1,5 раза, а количество патогенных энтеробактерий – в пять раз. Такие результаты не соответствуют нормативным значениям. Кроме того, следует отметить, что в обоих изученных пробах присутствуют бактерии рода Salmonella.

Таким образом, установлено, что процесс озонирования является эффективным методом в случае обеззараживания воды из скважины или водоемов, но такая сложная, имеющая вязкую консистенцию среда, как осадок, требует отработки параметров режима озонирования, увеличения дозы озона и периода его контакта со смесью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Драгинский В. Л. Озонирование в процессах очистки воды / В. Л. Драгинский, Л. П. Алексеева, В. Г. Самойлович. – М. : ДеЛи принт, 2007. – 400 с.
2. Семенов М. А. Применение озона для обработки воды. Передовые технологии безреагентной и экологически без-

опасной обработки питьевой воды, сточных вод и обработки вод для процессов / М.А. Семенов, А. Л. Кузьминкин // Вода в промышленности – 2010 : сб. докл. межотрасл. конф., 20 октября 2010 г., г. Москва. – М. : ИНТЕХЭКО, 2010. – С. 7–10.

3. МВ 10.2.1-113-2005. Санітарно-мікробіологічний контроль якості питної води. Методичні вказівки : затв. Наказом МОЗ України від 03.02.2005 N 60.

Поступила в редакцию 05.06.2014

Розглянуто фізико-хімічний метод знезараження осадів стічних вод озонуванням. Проаналізовано характерні особливості процесу озонування і описано експеримент, спрямований на підбір оптимального способу знезараження осадів стічних вод. На підставі результатів проведених дослідів зроблено висновки щодо недостатнього впливу озону на санітарно-бактеріологічний і паразитологічний склад осадів та необхідності відпрацювання різних режимів фізико-хімічних методів знезараження.

It is considered physical-chemical method of disinfecting waste water sediment by ozone treatment. Peculiarities of ozone treatment process are analyzed and experiment aimed at choosing optimal way of disinfection of waste water sediment is described. Based on results of experiments, it is drawn conclusions about insufficient influence of ozone on sanitary and bacteriological and parasitological composition of sediments and necessity to work out various modes of physical-chemical methods of disinfection.