

**ОСОБЕННОСТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ УЛЬТРАЗВУКОМ ПРОЦЕССА
ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАФИОЛЕТА**

¹Ульянов А.Н., ²Балакин С.К.

¹ООО «СВАРОГ», г. Москва, Россия, E-mail: svarog@svarog-uv.ru

²ОАО «ЗОМЗ», г. Сергиев Посад, Россия, E-mail: info@zomz.ru

ООО «СВАРОГ» давно и успешно применяет ультразвуковые колебания для интенсификации процесса обеззараживания питьевых и сточных вод с помощью ультрафиолета. Это становится все более актуальным в условиях повышения устойчивости бактерий и вирусов к ультрафиолетовому воздействию, т.к. простое повышение его уровня не приводит к достижению требуемых уровней инактивации. В этой ситуации требуется введение дополнительных эффективных энергетических факторов, которые при относительно небольшой их себестоимости приводили бы к необходимым результатам. Одним из таких факторов и является ультразвук.

Существенное ограничение применения УФ обеззараживания воды играет биообрастание и обрастание кристаллами соли защитных кварцевых оболочек ультрафиолетовых ламп. Это требует введения технических остановок оборудования для очистки чехлов химическими и физическими методами.

Введение в зону обработки упругих колебаний достаточной мощности с ультразвуковой частотой позволяет получить уровни обеззараживания, достижение которых только лучевой энергией невозможно. Причем достижение нужных уровней инактивации может быть обеспечено при более низких суммарных уровнях энергии, что обуславливает невысокую себестоимость дезинфекции при стабильном результате. Вода подвергается комплексному ультразвуковому воздействию, при котором происходит дробление бактериальных кластеров на более мелкие элементы, разрушение микроорганизмов и преобразование органических фаз. При этом происходит непрерывное вирулицидное воздействие ультрафиолетового излучения, приводящее к утрате микроорганизмами способности к воспроизводству. Эти процессы происходят совместно в одной камере, поэтому ультразвуковые колебания, отлично распространяющиеся в водной среде, заставляют колебаться все внутренние поверхности в реакторе, что препятствует биообрастанию и соляризации поверхности как реактора, так и защитных трубок ультрафиолетовых ламп [1]. Таким образом, одновременно происходит ряд процессов, поддерживающих постоянный уровень обеззараживания в течение всего срока службы ламп и ультразвуковых преобразователей. Это позволяет повысить эффективность обработки при сопоставимой мощности УФ-облучения до 10^3 раз (см. рис. 1) и практически полностью уничтожить (полное фотохимическое окисление) любые формы (в том числе спорозые) микроорганизмов, вирусов и простейших в концентрациях до 10^3 ед/л [2–4]. Традиционное УФ-облучение (в реальном масштабе времени), а при больших производительностях и озонирование, не способны подавить эти виды микрофлоры. Эффект полной инактивации в традиционных технологиях УФ и озонирования достигается при очень низких концентрациях спорозых и простейших при длительном воздействии, и практически не уничтожает плесени.

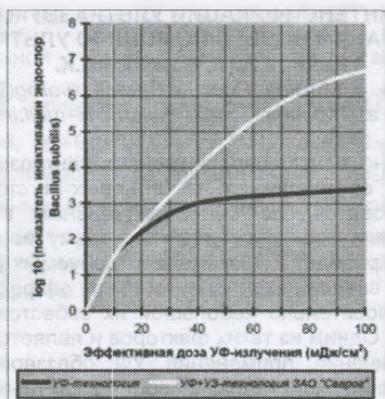


Рисунок 1 – Эффективность обработки при сопоставимой мощности УФ-облучения

Использование технологии «Ультразвук + Ультрафиолет» для дезинфекции воды позволяет существенно уменьшить использование химических средств дезинфекции. Например, использование для бассейнов позволяет исключить «цветение» воды, а также снизить концентрацию хлора до примерно 0,05 мг/л. Кроме того, значительно снижается расход флокулянтов и коагулянтов. При этом качество воды высокое, вкус и запах хлора не ощущается. Побочные продукты, образующиеся при дезинфекции в результате химических реакций между средствами дезинфекции и молекулами органических веществ, присутствующими в воде, могут быть причиной возникновения неприятного вкуса и запаха воды, либо образования в воде токсичных или канцерогенных веществ.

Поэтому технология «Ультразвук + Ультрафиолет» успешно используется для обеззараживания воды в бассейнах и банях, а также питьевой и сточной воды как для индивидуального пользования, так и в промышленных масштабах.

Как пример можно привести результаты длительного исследования обеззараживающих свойств установок «Лазурь-М», проведенного одной из крупнейших в мире компаний по производству средств водоочистки Rand Water Board в Южно-Африканской Республике. [5].

По заключению специалистов этой компании, использование данного способа обеззараживания, по сравнению с традиционными УФ методами (при промышленных производительностях установок), эффективнее в 100–1000 раз, а экономические затраты на обработку 1 м³ в 2...3 раза ниже (см. рис. 2).

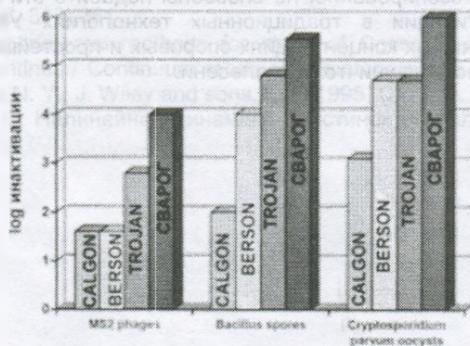


Рисунок 2 – Экономические затраты на обработку

Коллектив российских ученых различных направлений более 10 лет проводил работы по оценке эффективности губительного воздействия на яйца гельминтов и цисты патогенных кишечных простейших, находящихся в водной среде, с помощью только УФ и УФ+УЗ методов дезинфекции природной, питьевой и сточных вод, что позволило дать санитарно-паразитологическую оценку этим методам. [6].

Было установлено, что оптимальная инактивирующая доза УФ-облучения при использовании производственных установок технологии УФ для протозойных патогенов находится в пределах 35–40 мДж/см², а для яиц гельминтов (в первую очередь – яиц аскарид, как наиболее резистентных) в диапазоне 65 мДж/см².

Экспериментальные исследования технологии одновременного воздействия ультрафиолетового излучения (УФ), ультразвука и акустических течений по определению паразитоцидного эффекта с использованием биотестирования в разных гидродинамических режимах эксплуатации установки (УФ более 40 мДж/см² и ультразвук (УЗ) более 2 Вт/см²) показали, что полный паразитоцидный эффект наступает при использовании всех гидродинамических режимов.

Отмечено, что полный паразитоцидный эффект наступает лишь в условиях комплексного воздействия (УФ + УЗ). В связи с тем, что ультразвук является прекрасным диспергатором, внесение в модельную жидкость, содержащую паразитарные патогены, окислителя (перекиси водорода) даже в небольших количествах (0,015 от общего объема модельной жидкости) усиливает паразитоцидный эффект комплексного воздействия ультразвука и ультрафиолета, что позволяет вдвое увеличить номинальную скорость водотока и, тем самым, значительно снизить экономические затраты при использовании данной технологии очистки воды от возбудителей кишечных паразитарных заболеваний.

Список литературы:

1. Ультразвук: Энциклопедия. – Под ред. И.П. Голяминой. – М., 1979
2. А.Н. Ульянов, д-р физ. мат. наук «Применение ультрафиолетового излучения совместно с физическими процессами для обработки воды в небольших населенных пунктах» // Журнал «Водоподготовка» №1 2004г стр. 13–16// журнал «Водоочистка» №4 2007г стр. 6–9.
3. А.Н. Ульянов, д-р физ. мат. наук (по материалам международного конгресса по УФ-технологиям в июле 2003г) «Ультрафиолетовое излучение при дезинфекции питьевой воды»// журнал «Водоснабжение» №4 2003 г стр. 16–18.
4. van der Walt E. «The Use of UV in Combination with Physical Unit Processes for the Treatment of Raw Water in Small or Rural Communities (South Africa)» //Материалы 2-го международного конгресса по ультрафиолетовым технологиям июль 2003г
5. Test report. (2007). Determination of the efficiency of inactivation of MS2 phage, Poliovirus, Cryptosporidium parvum and a bacterial cocktail in Adelaide drinking water—A detailed evaluation, AWQC
6. Новосильцев Г.И., Чернышенко А.И., Батаева М.Е. Институт медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е.И. Марциновского Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова (Москва, Россия), Михайлова Р.И, Рыжова И.Н., Рахманин Ю.А. НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им А.Н. Сысина (Москва, Россия), Бээр С.А. Институт паразитологии РАН (Москва, Россия), Ульянов А.Н. ЗАО «СВАРОГ» (Москва, Россия), Мельникова Л.И. ФГУ ЦМСЧ № 165 ФМБА России (Москва, Россия) «Оценка паразитоцидного действия современных методов обеззараживания воды от возбудителей кишечных паразитарных болезней» //Материалы московского международного водного форума ЭКВАТЕК–2008.