

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ

А. Ю. Аброськин¹, А. Ф. Сокольский¹, Г. А. Куанышева²

¹Астраханский государственный

архитектурно-строительный университет

²Казахский институт нефти и газа (г. Астана, Казахстан)

Ультрафиолетовые лучи – это часть электромагнитных волн, которые невозможно увидеть человеческим глазом. Следует заметить, что у ультрафиолета энергии намного больше, чем у видимого обычного фиолетового света. Ультрафиолетовое излучение находится в диапазоне от ста до четырехсот нанометров.

Первое упоминание об ультрафиолетовом излучении относится к 13 веку. Индийский философ Шри Мадхвачария в своем труде Anuvyakhyana, описывал местность Bhootakasha. В этой местности были некие невидимые фиолетовые лучи. Однако подтвердить на практике существование таких лучей и тем более их изучить, на тот момент, технически не представлялось возможным. И только в 1842 году немецкий физик Риттер смог экспериментальным путем доказать существования УФ-лучей. Во время эксперимента по распаду хлорида серебра электромагнитным излучением, Риттер обнаружил, что быстрее идет процесс не в инфракрасном спектре, который уже был к тому моменту изучен, а в ультрафиолетовом. Эта область оставалась неизвестной для ученых тех лет. После открытия ультрафиолетового излучения, ряд ученых занялись исследованием его свойств. Наибольший вклад в изучение внесли Александр Беккерель, Варшавер, Данциг, Македонио Меллони, Франк, Парфенов, Галанин и другие [1].

Исследуя свойства ультрафиолета, в 1877 году, ученые обнаружили свойство УФ-излучения убивать бактерии и дезинфицировать пространство в области облучения. Тем не менее, первые технологии обеззараживания воды были созданы лишь в 1901 году, с появлением ртутных и газоразрядных ламп.

В 1910 году в Германии и Франции были введены в эксплуатацию первые УФ-установки по очистки воды. Дальнейшая эксплуатация показала, что существует зависимость от продолжительности облучения, длины волны, прозрачности воды, все это позволяло создавать более эффективные аппараты по очистки воды [1].

Тем не менее, высокая производственная и эксплуатационная себестоимость, не позволила начать массовое применение подобных установок. Поэтому предпочтение отдали методу хлорированию воды.

В ходе эксплуатации установок по хлорированию, было выявлено ряд недостатков, таких как: образование вредных примесей в соединении хлора и воды, которые могут вести к образованию различных опухолей у человека, быстрый износ трубопроводов, регулирующей и запорной арматуры.

В 70-е годы в США и странах западной Европы начали поиск альтернативных методов очистки воды. В результате возрос интерес к методу Уф-излучения для обеззараживания воды. Финансирование исследований позволило создать в 80-е годы конкурентоспособные установки, что позволило массово внедрять их на станции очистки воды. Сейчас очистка воды Уф-излучением является основным методом обеззараживания воды в развитых странах Европы и США.

В России очистка воды Уф-излучением была внедрена в оборонную промышленность, в середине 70-х годов, однако эти установки уступали зарубежным аналогам. Тем не менее, вплоть до 90-х годов такие аппараты серийно изготавливались и успешно эксплуатировались.

Очень важные исследования были проведены в 1995–1997 годах НИИ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана. Цикл работ по определению влияния обобщенных показателей качества воды. Облучали речную воду с цветностью в пределах 20–50 град, мутностью 1–30 мг/л, БПК₅ 5–10 мг/л и ХПК 29–63 мг/л, перманганатной окисляемостью 6–14 мг/л. Эти исследования позволили понять, что изменение показателей в указанных пределах не влияет на дозу облучения, необходимую для достижения нормативных показателей [1].

Очистка воды УФ-излучением является физическим методом. Она происходит без какой-либо химической реакции и использования реагентов. Существует два метода УФ-дезинфекции воды: импульсный и постоянный. При импульсном методе для очистки используют широкий спектр волн ультрафиолетового диапазона, а при постоянном волны находятся в заданном диапазоне.

Ультрафиолет имеющий длину волны в пределах 100–200 нанометров называют жестким. Именно он способен разрушать молекулы органических соединений и различных примесей, находящихся в воде. Ксеноновые и ртутные лампы способны излучать волну от 200 до 400 нанометров. Они способны очень хорошо обеззараживать как воду, так и воздух и имеют широкое применение.

Однако лишь некоторая часть УФ-излучения обладает бактерицидными свойствами. Его длина находится в диапазоне 205–315 нанометров. Принцип обеззараживающего эффекта основан на реакциях, воздействующих на ДНК и РНК молекул вредных веществ. В результате нарушения структуры этих молекул, происходит необратимая их гибель [2].

В таблице 1 приведена эффективность очистки воды, которая прямо пропорциональна времени и мощности УФ-излучения.

Произведение данных величин называют величиной бактерицидной энергии, которой воздействуют на вредные микроорганизмы для их уничтожения. Согласно стандартам Минздрава России, минимальное значение облучения, которым воздействуют на вредные вещества в воде для ее полной очистки, составляет 16 мДж/кв. см.

Таблица 1

Производственные показатели использования УФ-дезинфекции

<i>Эффективность очистки воды ультрафиолетом. Единица измерения</i>		<i>Значение показателя</i>	<i>Эффективность очистки, %</i>	
<i>До очистки не более</i>			<i>После очистки не более</i>	
БПКп	мг/дм ³	37	3	99,2
Взвешенные вещества	мг/дм ³	32	3	99
Азот аммонийный	мг/дм ³	14	0,39	99
Фосфаты (по Р)	мг/дм ³	6,5	0,2	98,8
СПАВ	мг/дм ³	2,5	0,1	99,2

При таком воздействии УФ-излучения можно добиться снижения содержания бактерий в 5 раз и более, а содержание вирусов упадет в 2–3 раза.

Преимущество очистки воды ультрафиолетом заключается также в том, что он почти не зависит от уровня рН, температуры воды и ее химического состава. Единственный минус, это необходимость учитывать наличие взвешенных частиц в воде, поскольку они экранируют загрязнения и способны поглощать ультрафиолетовые лучи. Соответственно, чем больше таких частиц в воде, тем сильнее необходимо использовать энергию УФ-излучения.

УФ-обеззараживания является финальным этапом очистки воды. Вода поступает в сборную камеру, а из нее – по самотечному коллектору далее к месту сброса, либо к потребителям.

Данный метод очистки воды полностью обеспечивает отведения надлежащего качества сточных вод, которые возвращаются в поверхностные водоемы и питьевой воды на нужды потребителей, практически полностью сводя на нет воздействие вредных химических веществ и различных болезнетворных бактерий. В отличие от других методов, при очистке методом УФ-излучения, полностью сохраняются исходные физические и химические свойства воды, взятые из источника водоснабжения.

В настоящее время УФ-технология активно развивается, и широко используются как за рубежом, так и в нашей стране.

Список литературы

1. Черкасов С. В. УФ-стерилизация. теория, практика, проблемы. URL: <http://www.wwtec.ru/index.php?id=369> (дата обращения: 20.03.2017).
2. Рябцев А. Н. Ультрафиолетовое излучение // Физическая энциклопедия / Гл. ред. А. М. Прохоров. М. : Большая Российская энциклопедия, 1998. Т. 5. С. 221.