

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ

А.А. Иванников, В.М. Лелевкин, А.В. Токарев, В.А. Юданов

*Кыргызско-Российский Славянский университет*

*720000, г. Бишкек, ул. Киевская 44. andrean.t@netmail.kg, aral@krsu.edu.kg*

Наиболее распространенным методом обработки воды с целью ее обеззараживания является хлорирование. Но при этом образуются хлорорганические соединения, которые обладают канцерогенными и мутагенными свойствами [1]. Поэтому в настоящее время развиваются передовые окислительные технологии АОТ (Advanced Oxidation Technology), основанные на совместном воздействии на воду менее вредных, но не менее эффективных окислителей (озон, перекись водорода), и ультрафиолетового излучения (УФ). Такое комплексное воздействие приводит к усилению обеззараживающего эффекта. Но осуществление АОТ требует усложнения обеззараживающей технологии, которая включала бы в себя генераторы дезинфектантов и устройство смешивания их с водой.

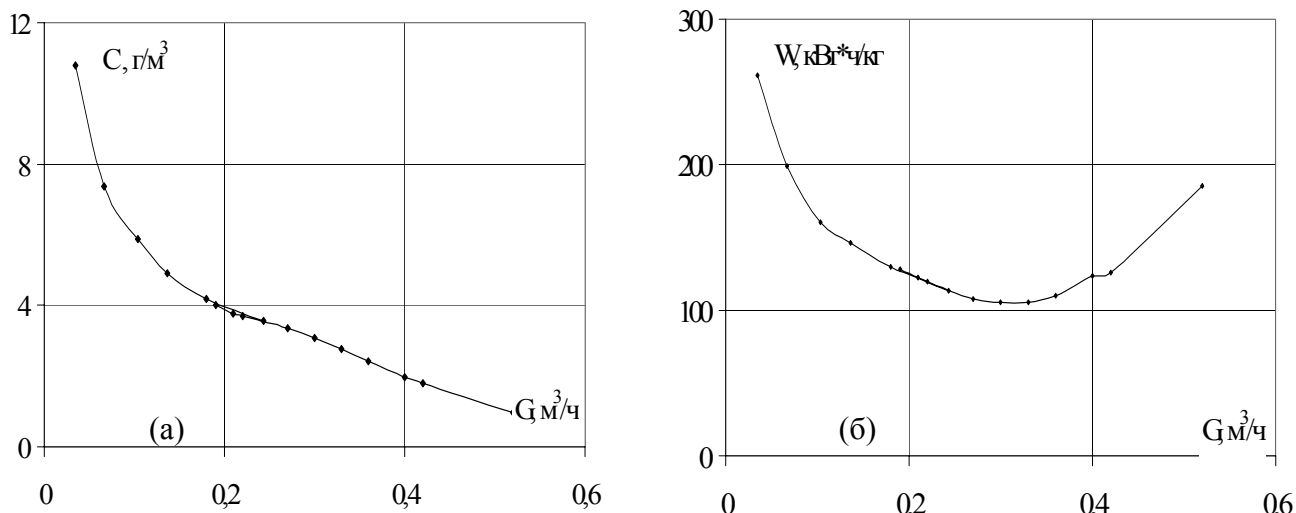
Электрические разряды, горящие в воде или на ее поверхность, позволяют реализовать АОТ в одном устройстве, так как газоразрядная плазма при определенных условиях может быть эффективным источником практически всех перечисленных выше элементов. Данные разряды способны обеспечить поступление окислителей в воду в количестве, необходимом для достижения дезинфицирующего эффекта. При обеззараживании воды газоразрядной плазмой в большинстве случаев основным окислителем, поступающим в воду, является перекись водорода, а очистка воды обладает рядом преимуществ по сравнению с дезинфекцией ее хлором [2]: перекись водорода улучшает органолептический состав воды (устраняет неприятные запахи и цветность), а продукты разложения, попадающие в воду, нетоксичны. Однако минимум удельных энергозатрат, идущих на синтез перекиси водорода в разряде, составляет  $>250 \text{ кВт} \cdot \text{час} / \text{кг}$  [3] и необходим поиск менее энергоемких процессов по очистке воды плазмой.

В данной работе исследуется тлеющий разряд атмосферного давления (ТРАД), горящий на поверхность воды, и оценивается эффективность его дезинфицирующего воздействия. Критерием эффективности очистки воды является концентрация перекиси водорода, поступившая в воду в результате воздействия ТРАД, и удельные энергозатраты на ее синтез, а также наличие бактерий кишечной палочки после обеззараживания предварительно зараженной воды.

Схема экспериментальной установки приведена в [4]. ТРАД осуществлялся в различных газовых средах: воздух, азот, аргон и водяной пар, для которых были сняты вольт-амперные характеристики ТРАД и измерена концентрация перекиси водорода в воде [4]. По известной мощности разряда, расходу воды и концентрации перекиси водорода оценивались удельные энергозатраты идущие на ее синтез. После обработки ТРАД предварительно зараженной воды проба исследовалась на наличие и количественный состав КОЕ (колониобразующих единиц) бактерий кишечной палочки.

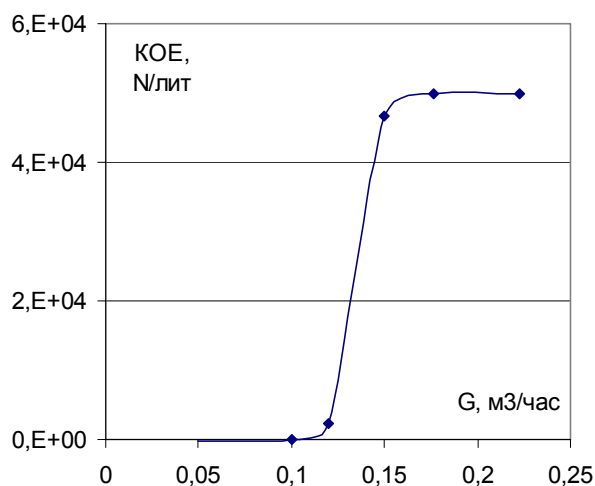
Из исследований выяснилось, что наиболее благоприятной атмосферой горения ТРАД для синтеза  $\text{H}_2\text{O}_2$  является воздушная среда. В воздушной среде в процессе эксперимента удалось получить наибольшие концентрации  $\text{H}_2\text{O}_2$  ( $\sim 10 \text{ мг} / \text{л}$ ) и наименьшие удельные энергозатраты ( $\sim 100 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{кг}$ ) (рис. 1 (а), (б)).

Измерения концентрации перекиси в других газовых средах при тех же параметрах (межэлектродном расстоянии, мощности разряда и расходах воды через разрядную камеру) показали, что в атмосфере аргона, водяного пара и азота перекись синтезируется в количествах мало пригодных для обеззараживания воды (меньше  $0,5 \text{ мг} / \text{л}$ ) и с высокими энергозатратами ( $\sim 1000 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{кг}$ ).



**Рис. 1.** Зависимость концентрации перекиси водорода (а) и удельных энергозатрат на ее синтез (б) от расхода воды.

Для воздушной среды наиболее оптимальными параметрами являются: размер разрядного промежутка  $d=10\text{мм}$ , при мощности разряда  $P=100\text{ Вт}$ . Измерения концентрации перекиси водорода в зависимости от расхода воды (рис. 1. (а)) показали, что



**Рис. 2.** Зависимость КОЕ в 1мл зараженной воды, после ее обеззараживания от расхода воды.

производительность устройства по перекиси водорода имеет максимум, и в соответствии с этим удельные энергозатраты имеют минимум (рис. 1, (б)). Наличие минимума в удельных энергозатратах связано со стабильностью горения разряда. Увеличение расхода воды через зону разряда приводит к нарушению ламинарности течения воды, размер разрядного промежутка беспорядочно изменяется, в результате чего оптимальная величина 10 мм не сохраняется и при расходах воды более  $0,3\text{ м}^3/\text{ч}$  удельные энергозатраты начинают возрастать.

Бактериологические исследования на наличие кишечной палочки в зараженной воде после ее обработки ТРАД при разных расходах воды через разрядную камеру показали, что полное обеззараживание наступает при расходах воды через разрядную камеру меньше

$0,12\text{ м}^3/\text{ч}$  (рис. 2). Концентрация перекиси водорода в обрабатываемой воде для этого случая порядка  $6\text{ г}/\text{м}^3$ . Энергозатраты для обеззараживания одного кубического метра воды составляют величину  $\sim 0,8\text{ кВт}\cdot\text{ч}$ .

#### ЛИТЕРАТУРА.

1. Рахманин Ю.А., Штанников Е.В., Ильин И.Е.// Гигиена и санитария. 1985. № 3. С. 4—7.
2. Миронец Н.В., Савина Р.В., Власова Л.П.// Гигиена и санитария. 1984. № 3. С. 86—87.
3. Kim K.S., Лелевкин В.М., Токарев А.В., Юданов В.А.// Сборник научных трудов. Выпуск 3. / Кыргызско-Российский Славянский университет. Бишкек: 2000.С. 37-48.
4. Иванников А.А., Токарев А.В., Юданов В.А.// Материалы первой республиканской научной конференции студентов-физиков и молодых ученых. Приложение к журналу «Вестник Иссык-кульского университета» /Каракол 2002 с. 57-62.