

Объединение в системе водообработки дезинфекции ультрафиолетовым излучением и озонирования.

В данной статье представлены результаты исследований на примере двух случаев, выявляющих преимущества применения озона и ультрафиолетового излучения. Эти результаты демонстрируют экономическую эффективность и надежность методов, объединяющих применение двух альтернативных способов водообработки. В первом исследовании озон и дезинфекция воды ультрафиолетовым излучением применялась на предприятии № 3 обработки воды водоохраной зоны водохранилища Вебер (Weber). Система озонирования предназначена для улучшения предварительной обработки, контроля вкуса и запаха воды, обеспечения дополнительного барьера для микроорганизмов *Giardia*, а ультрафиолетовое излучение применяется для снижения содержания микроорганизмов *Cryptosporidium*, выражающегося показателем 2 по логарифмической шкале. Экономия капитальных затрат, получаемая при реализации такого решения, составляет почти 50 % по сравнению с затратами при использовании только озона. Во втором исследовании эффективность применения озона и ультрафиолетового излучения оценивалась при обработке воды озера Окечоби. Анализ данных, полученных в ходе проверки соответствия качества воды, показывает, что комбинация озона и ультрафиолета обеспечивает наиболее экономически эффективный способ дезинфекции воды.

Водоохранилище Вебер. Предприятие № 3 обработки воды водоохраной зоны.

Предприятие № 3 водоохраной зоны водохранилища Вебер было обычным предприятием водообработки, на котором использовались система многослойного фильтрования GAC и дезинфекция воды хлорированием. Планируя увеличение производительности предприятия с 98,5 до 174 тыс. м³/сут., рассматривались следующие альтернативные методы водообработки: мембранная фильтрация с низким давлением, дезинфекция воды озоном (с продолжительностью обработки воды 30 мин. и концентрацией озона 15 мг/л мин), дезинфекция воды ультрафиолетовым излучением с дозами 50 мДж/см², комбинация применения озона и ультрафиолетового излучения.



Однако в ряде публикаций были приведены сведения о том, что для инактивации *Cryptosporidium* к системе водообработки должны предъявляться более жесткие требования, в частности при температуре воды 2 °С время экспозиции должно быть не менее 40 мин., а дозирование озона должно соответствовать 38 мг/л мин. В результате капитальные затраты на установку системы снабжения озона могли бы удвоиться. Поэтому были произведены оценки возможности использования в процессе обработки озона и ультрафиолетового излучения.

Учитывая эти альтернативные методы обработки воды, были произведены новые оценки стоимости. В **табл. 1** приведены сравнительные данные оценки стоимости совместного использования озона и ультрафиолетового излучения, а также применения только озона.

Оценка стоимости альтернативных методов инактивации микроорганизмов *Cryptosporidium*

Таблица 1

Расходы	Озон – с двукратным логарифмом снижения содержания ¹	УФ – логарифмическое снижение / озон – контроль вкуса и запаха
Капитальные затраты, долл. США	8 100 000	4 600 000
Эксплуатационные расходы, долл. США/1 000 галлонов	0,08	0,01
Ежегодные эксплуатационные расходы ² , долл. США	460 000	60 000

¹ На основании данных для низкой температуры воды (1 °C), представленные доктором Гордоном Финчем (Gordon Finch).

² На основании среднего ежедневного расхода 56,8 тыс. м³/сут.

В процессе анализа альтернативных решений был выявлен ряд преимуществ совместного использования озона и ультрафиолетового излучения, в том числе:

- комбинированное применение озона и ультрафиолетового излучения обеспечивает множество барьеров для микроорганизмов *Cryptosporidium* и *Giardia*;
- озонирование повышает прозрачность воды для ультрафиолетового излучения и, таким образом, сокращает эксплуатационные и капитальные затраты, связанные с находящейся далее системой ультрафиолетового облучения;
- дезинфекционная эффективность ультрафиолетового света не имеет сильной зависимости от температуры воды, поэтому применение ультрафиолетового излучения при низких температурах имеет дополнительные преимущества;
- Ультрафиолетовый свет обеспечивает дезинфекцию воды от отлагающейся биопленки, защищая от нее биологически активные фильтры.

На основании данных экономической эффективности и учитывая перечисленные выше преимущества был выбран метод обработки, предполагающий совместное применение озона и дезинфекцию воды ультрафиолетовым излучением.

Озеро Окечоби. Экспериментальное исследование CERP AS.



Проект CERP направлен на отвод пресной воды озера Окечоби, стекающей по каналам в экосистему болот, что должно способствовать восстановлению болот Флориды.

Исходя из параметров качества воды озера Окечоби было предложено производить фильтрацию воды, за которой следует озонирование и / или дезинфекция воды ультрафиолетовым излучением.

Результаты анализа полученных данных показывают, что благодаря требованиям водообработки система, включающая озонирование и ультрафиолетовую дезинфекцию воды, обеспечивает наиболее экономически эффективное решение. Такое заключение было сделано частично из-за высокого содержания органических включений в воде озера.

Оценка стоимости проекта была сделана для комбинированной системы, использующей озон и ультрафиолетовую дезинфекцию для снижения цветности воды, повышения коэффициента ультрафиолетового пропускания и прозрачности для ультрафиолетового излучения, что дает возможность использовать менее мощную и менее дорогую ультрафиолетовую систему. Такой способ применения озона позволяет использовать меньшую систему озонирования и соответственно более дешевую.

Оценки затрат, связанные с дозировками озона, определялись по данным, предоставленным поставщиками оборудования. Результаты этих оценок представлены в **табл. 2**.

Таблица 2
Капитальные, производственные и эксплуатационные затраты, связанные с системой озонирования и УФ-дезинфекции

Дозировка озона, мг/л	0,98	2,52	5,46	10,92
Капитальные затраты, долл. США	2 700 000	2 600 000	2 600 000	2 750 000
Эксплуатационные расходы, долл. США/1 000 галлонов	0,15	0,11	0,11	0,11
Производственные расходы на O ₃ и УФ, долл. США/1 000 галлонов	0,61	0,55	0,53	0,56

Примечание: оценки затрат предполагают использование системы обработки среды и дозы УФ-облучения 140 мДж/см². В эти оценки не включена стоимость смесителя озона, т. к. дезинфекция не является целью системы озонирования.

Заключение.

Результатом объединения технологий озона и ультрафиолетового излучения является надежный процесс обработки, способный решать широкий спектр вопросов обеспечения качества воды. Кроме того, сочетание двух указанных процессов может привести к значительной экономии капитальных и эксплуатационных затрат благодаря применению менее мощной системы озонирования, а также уменьшению размеров системы ультрафиолетовой дезинфекции воды.

Научное редактирование выполнено:

Ген. директором ЗАО «Сварог», действительный член ВАНКБ А.Н. Ульяновым