

УДК 628.179, УДК 628.387

*Ананич К. И., Локтионов Н. Г.*

*Научные руководители: профессор, к. т. н., доцент Житенёв Б. Н.;  
ст. преподаватель Рыбак Е. С.*

## **ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ СТОЙКИХ ПРИМЕСЕЙ ОЗОНИРОВАНИЕМ ПРИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОМ ОБЛУЧЕНИИ**

**Введение.** Часто природная вода содержит стойкие примеси, не подвергающиеся естественным процессам разложения, сохраняющиеся в окружающей среде в течение длительного времени, которые переносятся на большие расстояния во все части земного шара, причем даже в районы, удаленные на тысячи километров от ближайшего источника загрязнения.

Стойкие примеси накапливаются в тканях большинства живых организмов, которые поглощают их вместе с пищей, питьевой водой или вдыхаемым воздухом. К стойким примесям относят лекарственные препараты, пестициды, СПАВ, синтетические красители и прочее. Очистка воды от стойких примесей является актуальной задачей.

Новые окислительные технологии обеспечивают деградацию и минерализацию органических соединений в различных условиях в водной среде при взаимодействии с гидроксильными радикалами, озоном, кислородом, пероксидом водорода, ферратами. Основную роль в этих процессах играют гидроксильные радикалы, характеризующиеся величиной стандартного восстановительного потенциала 2,7 В, превосходящей этот показатель для озона (2,07 В) и уступающей только токсичному фтору. Озон, кислород и пероксид водорода могут непосредственно взаимодействовать с органическими соединениями или участвовать в трансформациях, приводящих к образованию гидроксильных радикалов. Высокореакционными промежуточными продуктами подобных трансформаций, помимо гидроксильных радикалов, являются и ряд других кислородных соединений.

К технологиям на основе озонирования относят как процессы прямого окисления органических соединений или обезвреживания растворенным в воде озоном, так и окислительные процессы, протекающие при участии гидроксильных радикалов, образующихся в результате химических трансформаций озона. Именно эти последние процессы рассматривают в числе новых окислительных технологий. При этом, если стандартный восстановительный потенциал озона равен 2,07 В, то у гидроксильных радикалов этот показатель достигает 2,8 В. Образование гидроксильных радикалов в результате трансформации озона в водной среде увеличивается в присутствии пероксида водорода, катализаторов, активированного угля, при совмещении озонирования с ультрафиолетовым облучением и ультразвуковой обработкой

В результате озонирование при ультрафиолетовом облучении происходит деградация загрязняющих веществ в результате прямого фотолиза, прямого озонирования и взаимодействия с гидроксильными радикалами. Последние образуются при трансформации озона при воздействии ультрафиолетового

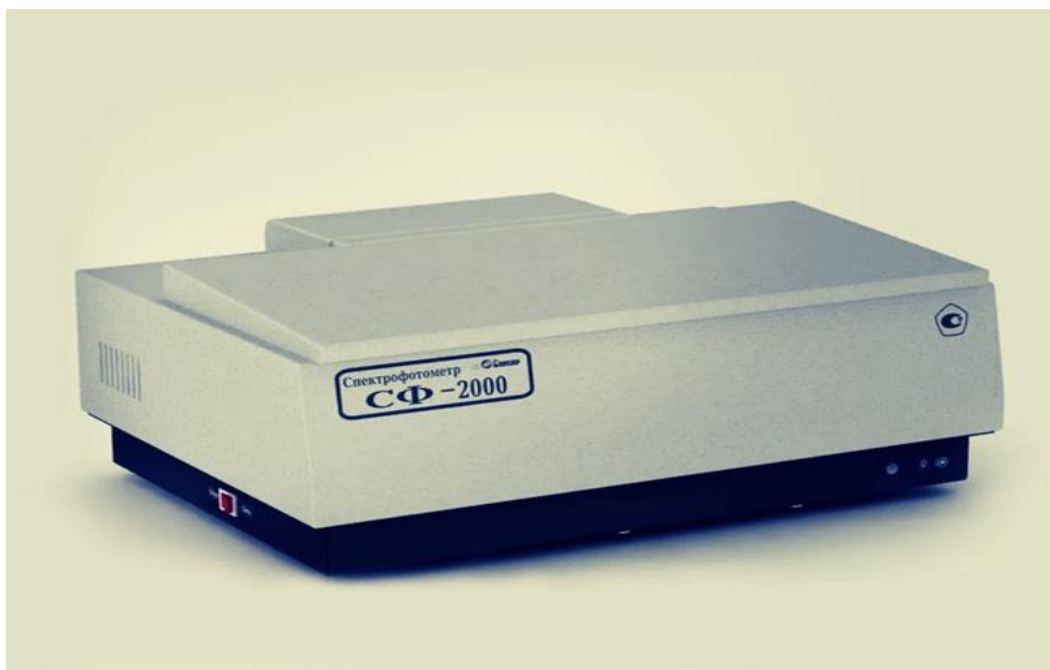
облучения через промежуточное образование пероксида водорода. В ходе процесса повышается температура реакционной среды, что приводит к уменьшению растворимости озона. В этой связи необходима система охлаждения.

Преимущества процесса по отношению к традиционному озонированию выявлены в многочисленных исследованиях по деградации веществ с гормональной активностью, фталатов, нитробензола, фенольных соединений. Во всех случаях достигается существенно большая минерализация загрязняющих веществ.

Исходным веществом для проведения экспериментальных исследований являлся медицинский препарат: ампициллина тригидрат в таблетированной форме. В состав препарата входили также крахмал картофельный, тальк, кальция стеарат, крокскармеллоза натрия.

Одна таблетка ампициллина содержит 250 мг ампицилина. Вес таблетки 0,372 г. Водный раствор лекарственного препарата содержал в 1 мл 1 мг ампициллина.

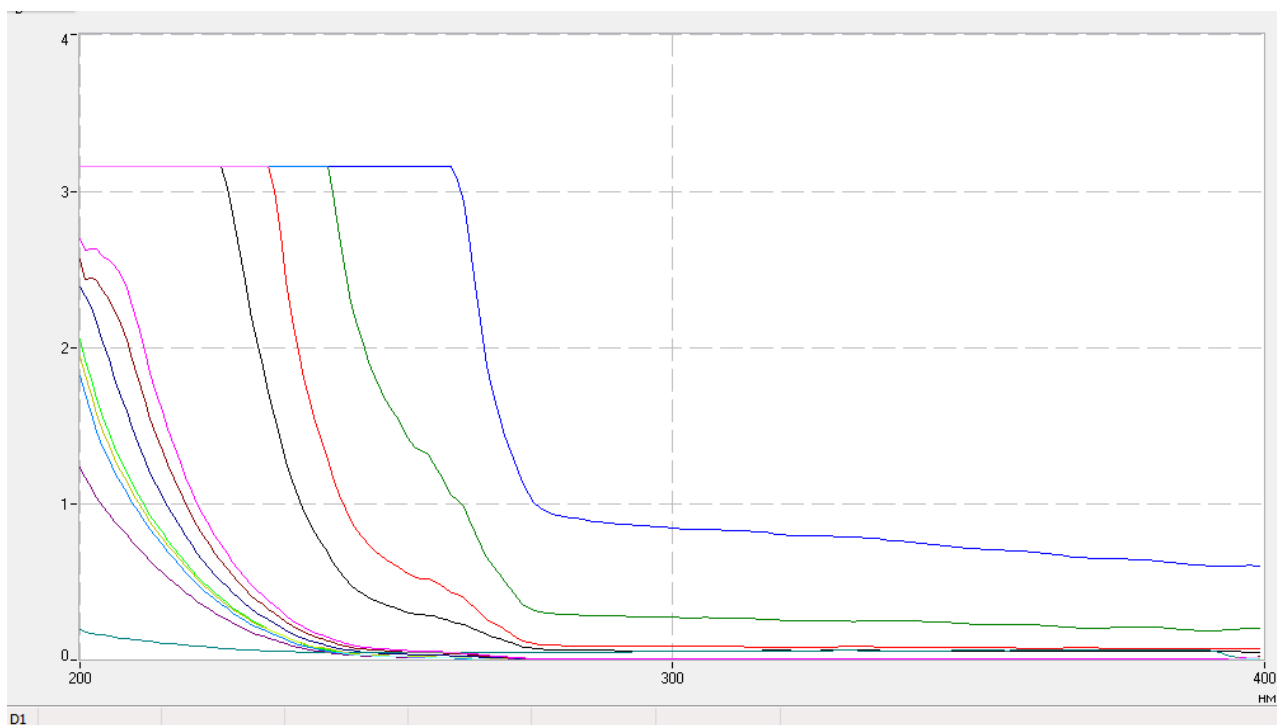
Спектр снимали с помощью спектрофотометра СФ-2000, изображенном на рисунке 1.



*Рисунок 1 – Спектрофотометр СФ-2000*

С помощью программы «Окраска-мониторинг» обрабатывали полученный спектр поглощения пробы, и программа рассчитывала степень снижения антибиотика при следующих концентрациях ампициллина: 0,25 мг/л; 0,1 мг/л; 0,05 мг/л; 0,01 мг/л; 0,0083 мг/л; 0,0067 мг/л; 0,0056 мг/л; 0,0053 мг/л; 0,005 мг/л; 0,004 мг/л; 0,0025 мг/л.

Раствор ампициллина имеет заметное поглощение в УФ-области, которое обусловлено наличием в нем антибиотика. Результаты, необходимые для построения калибровочного графика оценивались спектрофотометрическим методом в УФ-диапазоне от 200 до 400 нм (рисунок 2).



*Рисунок 2 – Спектры ампициллина в различных концентрациях*

В лабораторных условиях исследовались возможности очистки водного раствора ампициллина озонированием при ультрафиолетовом облучении.

Озон вводили в обрабатываемый раствор ампициллина методом точного дозирования в виде водного раствора. Далее проводилась серия опытов с добавлением озона в раствор антибиотика.

Реакция озона с обрабатываемой водой происходила в конической колбе. Затем рассчитывали объем озонированной воды, который необходимо влить в обрабатываемую пробу исследуемой воды, чтобы обеспечить заданную дозу озона. После этого отмеряли рассчитанный объем озонированной воды и добавляли к обрабатываемой пробе воды, находящейся в колбе и перемешивали в течение получаса. Разбавление обрабатываемой пробы воды при введении озона в виде водного раствора было незначительным, поскольку объемом озонированной воды, вливаемой в обрабатываемую пробу, был в 10 раз меньше объема обрабатываемой воды.

Для определения степени снижения антибиотика озонированием при ультрафиолетовом облучении в водном растворе была выполнена серия опытов, которые требуют доработки, так как метод определения остаточного ампициллина очень чувствителен к различным примесям, содержащимся непосредственно в самом препарате.

**Заключение.** Работа является частью большой работы по исследованию результатов деструкции хлороорганических и фенольных соединений, а также очистки сточных вод производства оливкового масла, текстильной и фармацевтической промышленности, содержащих антибиотики, фильтрата полигонов хранения твердых бытовых отходов. Результаты должны применяться на станциях водоподготовки. В данный момент эксперимент требует продолжения.

### Список цитированных источников

1. Николадзе, Г. И. Обезжелезивание природных и оборотных вод / Г. И. Николадзе. М.: Стройиздат, 1978 – 163 с.
2. Кожинов, В. Ф. Очистка питьевой и технической воды / В. Ф. Кожинов. М.: Стройиздат, 1971 – 303 с.
3. Мамонтов, К. А. Обезжелезивание воды в напорных установках / К. А. Мамонтов. М.: Стройиздат, 1964 – 95 с.
4. Кульский Л. А., Строкач П. П. Технология очистки природных вод / Л. А. Кульский, П.П. Строкач. К.: Вища школа, 1986. – 352 с.
5. Мосин, О. В. Использование озона в водоподготовке // Сантехника, 2011. – 4, С. 47–49.
6. Кофман, В. Я. Очистка воды и сточных вод от соединений с гормональной активностью (обзор) // Водоснабжение и санитарная техника. – М., 2012. – № 6. – С. 17.

УДК 697.7

*Василевич А. С., Брандлер В. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Ключева Е. В.*

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСА ДЛЯ МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

Система отопления относится к инженерным сетям зданий и является системой жизнеобеспечения, предназначенной для поддержания в помещениях оптимальной температуры. Без этого постоянное пребывание людей в зданиях невозможно.

В холодное время года человек вынужден обеспечивать в помещениях внутреннюю температуру воздуха выше наружной. Процесс поддержания такой внутренней температуры называется отоплением. Тепловая энергия, подаваемая в помещение системой отопления, передается внутреннему воздуху, в то же время от внутреннего воздуха поток тепла через наружные ограждения направлен из помещения наружу. Баланс этих двух процессов обуславливает температуру внутреннего воздуха.

В данной статье произведено сравнение системы водяного отопления пятиэтажного жилого дома с горизонтальной поквартирной разводкой труб, работающей от котельной и теплового насоса.

В настоящее время в жилых домах устанавливается СВО с горизонтальной разводкой труб. Данная система позволяет осуществлять регулирование и учет потребляемой теплоты каждым отдельным потребителем в здании.

На каждую квартиру устанавливается счетчик тепла, что позволяет собственникам квартир платить только за то тепло, которое они потребляют.

Общие потери тепла  $Q_{\text{общ}} = 117,012 \text{ кВт}$ .

Сравнение будет производиться по тепловому расчету. Целью теплового расчета является выбор типа и размера отопительного прибора. В данном случае используются стальные панельные радиаторы марки «Лидея». В первом случае вычисления по подбору отопительных приборов (ОП) для последнего этажа здания в СО от котельной сведены в таблицу 1.