

ской медицине. Одесса, 1976, с.51.

10. Войтенко А.М., Сиденко В.П., Шафран Л.М., Красовский Г.Н., Редькан Ю.Р. Гигиенические основы очистки и обеззараживания судовых сточных вод. – Киев. – Здоровье. – 1991. – 173 с.

**Резюме**

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕМІСІЙНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ І МЕТОДУ КВАЗІЛІНІЙЧАТИХ СПЕКТРІВ В ГІГІЄНІЧНІЙ ОЦІНЦІ ЗАБРУДНЮЮЧИХ КОМПОНЕНТІВ І ОБ'ЄКТІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА (МАТЕРІАЛИ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ)

*Кузнецов А.В.*

Вивчена можливість застосування фізичних методів контролю для гігієнічної оцінки вмісту шкідливих речовин в суднових стічних і поверхневих водах.

Визначення мікроелементів здійснювали методами рентгенофлюоресцентного та емісійного спектрального аналізів.

**Summary**

PROSPECTS OF APPLICATION OF EMISSIVE SPECTRAL ANALYSIS AND METHOD OF QUASI-LINEAR SPECTRUMS IN THE HYGIENIC ASSESSMENT OF POLLUTING COMPONENTS AND OBJECTS OF ENVIRONMENT (STUFFS OF INFORMATION-ANALYTICAL RESEARCHES)

*Kuznetsov A.V.*

The opportunity of application of a physical quality monitoring for a hygienic assessment{evaluation} of the content of harmful materials in ship waste and superficial waters is investigated.

Determination of trace substances carried out methods roentgen fluorescent and emissive spectral analyses.

*Впервые поступила в редакцию 17.11.2007 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 6 от 19.11.2007 г.).*

УДК 613:628.162.8:656

**ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЗОНА В ПРИРОДООХРАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД НА ТРАНСПОРТЕ**

***Сиденко В.П., Приказюк А. И***

*Украинский НИИ медицины транспорта, Одесса*

**Введение**

Одной из важнейших санитарно-экологических проблем современности является продолжающееся загрязнение окружающей среды, вследствие все возрастающих масштабов влияния антропогенного фактора на природу человека.

Развитие транспорта и интенсификация мирового судоходства, увеличение промышленного и капитального строительства, расширение сети лечебно-оздоровительных учреждений

особенно в приморских городах сопровождается бурным ростом населения, а, значит, увеличением количества промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод [1, 2, 3, 4].

Отмечено, что степень загрязнения водоемов в различных странах определяется, в основном, плотностью населения и уровнем индустриализации [5].

В результате увеличивающейся нагрузки на водные бассейны их способность к самоочищению неуклонно

снижается, что приводит к санитарному неблагополучию и снижению их биологической продуктивности. Под влиянием различного рода загрязнений, поступающих в воды Черного моря, претерпели значительные изменения донные биоценозы при этом численность зообентоса уменьшилась со 150 до 77 экз/м<sup>2</sup> [6, 7, 8].

Накопление при этом токсических веществ в рыбах представляет не только их пищевую ценность, но и опасность для человека [9].

В настоящее время уже не сохранилось водоемов в их естественном состоянии.

Значительный вклад в их загрязнения вносят плавсредства.

Проблема предотвращения загрязнения водоемов судами решается, в частности, с помощью компактных санитарных систем физико-химического и биологического принципов действия.

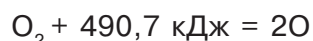
По результатам проведенного нами анализа и научной информации в отношении санитарных систем выявлена (в ряде случаев) неудовлетворительная степень очистки и обеззараживания сточных вод при их эксплуатации [11].

Поиски путей усовершенствования обработки сточных вод и, в частности, их обеззараживания обратили внимание исследователей на такой сильный окислитель, как озон. [12, 13, 14, 15].

Озон представляет собой аллотропическую модификацию кислорода (его молекула состоит из трех атомов кислорода). При нормальных температуре и давлении озон является газом бледно-фиолетового цвета с характерным запахом. Растворимость озона в воде, по сравнению с кислородом, является более высокой и в пределах pH от 0 до 7,5 (т.е. в кислой и нейтральной средах) остается величиной постоянной. В присутствии щелочей растворимость озона уменьшается в результате

быстрой реакции разложения растворенного озона в присутствии OH<sup>-</sup> ионов, выступающих в роли катализатора [16, 17].

В основе промышленного получения озона лежит реакция расщепления молекулы кислорода на атомы под действием «тихого» электрического разряда с последующим присоединением их к молекулам кислорода:



Образующийся при распаде молекулы озона атомарный кислород дает высокий окислительный эффект [18]. Электросинтез озона осуществляется в генераторе, представляющем собой два электрода, разделенных диэлектриком и воздушной прослойкой.

На основании изложенного, становится очевидным необходимость в гигиенической регламентации новых проектов природоохранных систем.

*Целью исследований* являлась разработка в эксперименте гигиенически регламентированной технологической схемы в процессе создания образца компактной системы на основе использования физических принципов очистки (фильтрация, коагуляция, механическое отстаивание) с последующим применением озона в качестве безреагентного способа обеззараживания хозяйственно-бытовых сточных вод.

*В задачи работы* входило: изучение седиментирующего действия коагулянтов в процессе очистки и обезвреживающего эффекта озона на загрязненные воды с помощью экспериментальной озонаторной установки в модельных условиях.

#### **Материалы и методы исследования**

Объектом исследования служили фекальные стоки из городской канализации, очистка которых на первом этапе обработки основывалась на физи-

ческих (фильтрация, механическое отстаивание) и физико-химических процессах (коагулирование). Второй этап обработки сточных вод, направленный на более глубокую очистку и обеззараживание, проводили с применением озона.

Фильтрацию неочищенной сточной воды проводили через колонку с гранулированным активированным углем. Отстаивание вели в течение 30 минут.

Для коагулирования стоков применяли коагулянт – оксихлорид алюминия, получаемый из отходов хлорорганической промышленности, в концентрации 1 мл/дм<sup>3</sup>. Озонирование воды проводили с помощью озонатора ОСПВ отечественного производства с технической характеристикой (табл. 1).

Схема модельной озонаторной установки, на которой проводились исследования, представлена на рис. 1 и 2.

С целью комплексного санитарно-гигиенического изучения эффективности озонирования стоков, уровень очистки и обеззараживания оценивали по основным санитарно-гигиеническим и физико-химическим критериям: мутность, взвешенные вещества, pH, БПК<sub>5</sub>, СПАВ, коли-индекс, определение остаточного озона в воде и воздухе рабочей зоны. Наряду с этим, для определения токсичности остаточного озона, был применен метод биотестирования.

Определение мутности исследуемой сточной воды вели по общепринятой методике [19, 20].

Наличие взвешенных веществ оп-

ределяли весовым методом по разнице между сухим и прокаленным остатком после фильтрования воды через плотный беззольный фильтр «синяя лента».

Активную реакцию воды определяли потенциостатическим методом на pH-метр милливольтметре pH-121 [21].

Биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>) определяли по общепринятой методике.

В исследованиях на коли-индекс пользовались методикой посева воды на мембранные фильтры [22, 17].

Определение остаточного озона в воде вели в соответствии с существующей методикой, основанной на окислении озоном йодида до йода, который титруется раствором серноватистокислого натрия. Чувствительность метода 0,05 мг/л О<sub>3</sub> [23].

Озон в воздухе рабочей зоны определяли методом вытеснения озоном эквивалентного количества йода из раствора йодистого калия с последующим его определением титрованным раствором тиосульфата натрия.

СПАВ определяли методом, основанным на способности детергентов образовывать с метиленовым голубым комплексные соединения, растворимые в хлороформе. Метод позволяет определять суммарное содержание детергентов в воде. [24]. В качестве теста при биотестировании была использована культура инфузорий *Tetrachymena puriformis*, жизнедеятельность которых в период между опытами поддерживались пересевами на селективную среду [25].

Таблица 1

Характеристика озонатора ОСПВ

Производительность по озону, г/ч	до 5,5
При расходе кислорода, м <sup>3</sup> /ч	до 6,0
Напряжение сети, В	36
Частота тока, Гц	50
Мощность потребляемая, кВт	до 1,0
Масса, кг	20

### Результаты и их обсуждение

В процессе создания модельного образца установки очистки и обеззараживания

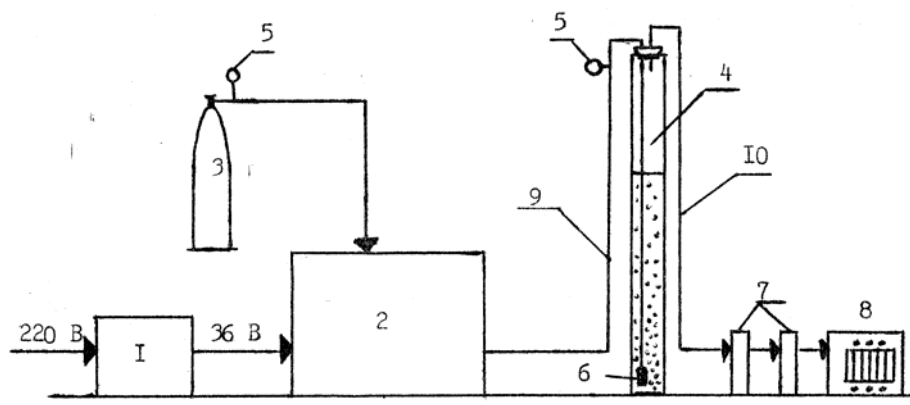


Рис.1. Схема модельной озонаторной установки: 1. Трансформатор. 2. Озонатор. 3. Баллон с кислородом. 4. Имитационная контактная колонна. 5. Мономеры. 6. Диспергатор. 7. Поглотители. 8. Аппарат Мигунова. 9. Озон с кислородом. 10. Смесь не растворившегося озона с воздухом.

раствором серноватистокислого натрия. Чувствительность метода 0,05 мг/л  $O_3$  [23].

Озон в воздухе рабочей зоны определяли методом вытеснения озоном эквивалентного количества йода из раствора йодистого калия с последующим его определением титрованным раствором тиосульфата натрия.

СПАВ определяли методом, основанным на способности детергентов образовывать с метиленовым голубым комплексные соединения, растворимые в хлороформе. Метод позволяет определять суммарное содержание детергентов в воде. [24]. В качестве теста при биотестировании была использована культура инфузорий *Tetrachylena puriformis*, жизнедеятельность которых в период между опытами поддерживались пересевами на элективную среду [25].

### Результаты и их обсуждение

В процессе создания модельного образца установки очистки и обеззараживания сточных вод (ООСВ), основанной на разработке гигиенически регламентированной технологии использовали физический принцип с применением озона в качестве безреагентного

способа обеззараживания.

Исследования проводили по трем схемам обработки воды:

- I фильтрация – озонирование;
- II механическое отстаивание – озонирование;
- III коагулирование – озонирование.

При сравнительном озонировании сточной воды по трем указанным схемам, эффективность каждой из них оценивали по ряду следующих параметров: БПК<sub>5</sub>, взвешенные вещества, коли-индекс, рН, количество СПАВ, количество остаточного озона в воде.

Режим озонирования: объем обрабатываемой воды – 1 дм, давление озono-кислородной смеси 0,2 МПа, время озонирования 2 мин., температура воды 20С.

Результаты исследований, проведенных в трех повторностях озонирование представлены в таблице 2.

Полученные данные показывают, что наибольшая степень очистки сточной воды обеспечивается при коагулировании и фильтрации через активированный уголь. В обоих случаях количество взвешенных веществ в сравнении с исходным, уменьшается в 20 раз.

По сравнению с водой, очищенной

12,8; 28,6; 30,8 мгО<sub>2</sub>/ дм<sup>3</sup>.

Количество остаточного озона в исследуемых пробах сточной воды изменяется в соответствии с содержанием в них СПАВ, что, вероятно, связано с тем, что некоторые синтетические моющие средства (типа алкилбензолсульфоната аммония) относятся к разряду трудноокисляемых веществ. Полученные результаты свидетельствуют о частичном окислении СПАВ озоном, что согласуются с имеющимися в литературе данными.

Коагулирование и фильтрация способствуют некоторому увеличению кислотности обрабатываемой воды, однако, в результате озонирования рН среды повышается до значений, близких к 8,0. Это отвечает требованиям «Санитарных условий спуска сточных вод в водоёмы», согласно которым остаточное значение рН сбрасываемой воды должно быть не меньше 6,5.

В ходе исследований проведена

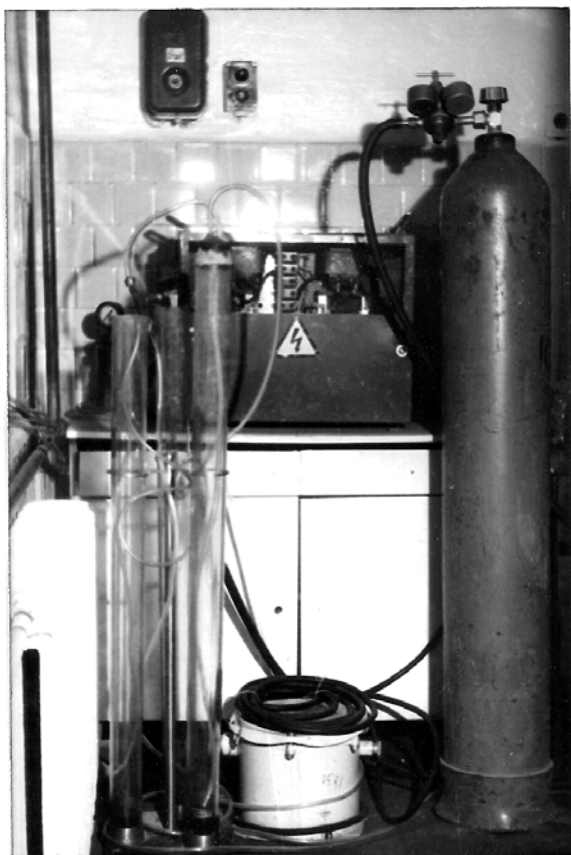


Рис. 2. Модельная озонаторная установка

работа по проведению реактивации бактерий кишечной группы в пробах озонированной сточной воды с предварительной обработкой коагулянта.

Установлено, что в условиях режима озонирования реактивация бактерий наступает через трое суток и сопровождается возрастанием значений коли-индекса до 2000 кл/дм<sup>3</sup>, что связано, по-видимому, с наличием в воде легкоусваиваемых органических веществ, образуя в результате окисления озоном так называемой сложной органики, способствующей развитию бактерий. Увеличение времени контакта озонкислородной смеси с водой до 4 минут исключает возможность реактивации бактерий в условиях работы модельной установки.

Сравнительные исследования обработки сточной воды по трём схемам показали, что в соответствии с существующими представлениями о зависимости эффективности озонирования от степени очистки воды, предварительная её обработка оксихлоридом алюминия и фильтрованием через активированный уголь способствует повышению эффективности озонирования по сравнению с менее очищенной отстаиванной водой. Учитывая, однако, более высокий обеззараживающий эффект в результате озонирования сточной воды в сравнении с фильтрованной водой, а также неэкономичность фильтрования активированным углём ввиду высокой его стоимости и технической сложности обеспечения процесса очистки, технологическую схему озонирования коагулированной сточной воды можно считать более перспективной. Если к тому же принять во внимание тот факт, что работа компактных очистных установок физико-химического действия основывается на применении коагулянтов, становится очевидной реальная возможность применения озонирования для обеззараживания сточных вод на указанных санитарных системах при соответствующей

Таблица 2

Результаты сравнительного озонирования сточной воды после предварительной обработки по трём схемам

№ п/п	Схема обработки воды	Усредненные показатели					
		рН	Взвешенные в-ва, мг/дм <sup>3</sup>	Коли-индекс, мт/дм <sup>3</sup>	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	СПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	Остаточный озон, кг/дм <sup>3</sup>
1.	Неочищенная СВ	7,3	120	12·10 <sup>5</sup>	164,0		-
2.	Фильтрация через активированный уголь	6,85	6,2	1,2·10 <sup>4</sup>	30,4	2,4	-
	Фильтрация-озонирование	8,05	0	2,9·10 <sup>2</sup>	28,6	2,0	3,7
3.	Механическое отстаивание.	7,2	10,4	5,8·10 <sup>5</sup>	80,2	6,6	-
	Отстаивание-озонирование	7,9	0	3,2·10 <sup>3</sup>	30,8	3,4	2,2
4.	Коагулирование оксихлоридом алюминия	6,57	6,3	9·10 <sup>3</sup>	32,0	5,4	-
	Коагулирование-озонирование	7,83	0	0	12,8	3,1	2,5

щей конструкторской их модификации уже в ближайшее время.

В результате наблюдений установлено – что скорость взаимодействия озона с органическими веществами зависит от изменения его температуры. [26, 30]. Вследствие отмеченных особенностей, озонирование проводили в температурном интервале 10° до 40°С. Перед озонированием при различных температурах сточная вода предварительно обрабатывалась коагулянтном. Озонирование вели в оптимальном для модельной установки режиме: добавление 0,2 МПа, время озонирования 2 мин, объём озонируемой воды 1 дм<sup>3</sup>. Результаты экспериментов представлены на рис.3.

Полученные данные согласуются имеющимися в литературе сведениями об ускорении самопроизвольного разложения озона при повышении температуры воды [31-34].

Отмечена также прямая зависимость эффективности озонирования от времени обработки воды (рис.4).

В процессе исследований удалось установить также, что по мере увеличения объёма обрабатываемой воды, эффективность озонирования снижалась. Так величина коли-индекса возрастала с 0 в объёмах 1 дм<sup>3</sup> до 4500 мт/дм<sup>3</sup> в объёме воды, равном 5 дм<sup>3</sup>. Получен-

ные данные подтверждают необходимость экспериментального подбора оптимального режима озонирования хозяйственно бытовых вод.

По результатам проведенных исследований определены следующие гигиенические регламентированные условия озонирования в модельной системе:

- давление озono-кислородной смеси – 0,2 МПа;
- время озонирования – 2 мин;
- температура сточной воды - 20°С.

При указанном режиме количество остаточного озона в воде составляло 2,0-2,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Одним из условий эффективности безреагентной обработки стоков является скорость движения озono-кислородной смеси, которая находится в прямой зависимости от высоты слоя обрабатываемой воды.

Для распыления озона впервые испытаны диспергаторы с размером пор 0,65 – 0,8 мм, выполненные из отходов титаномагниевого производства (разработка Института титана г. Запорожье) и показана целесообразность подобного применения отходов. Испытанные нами диспергаторы могут быть рекомендованы для компактных озонаторных систем с целью эффективного распределения озона в воде, при соот-

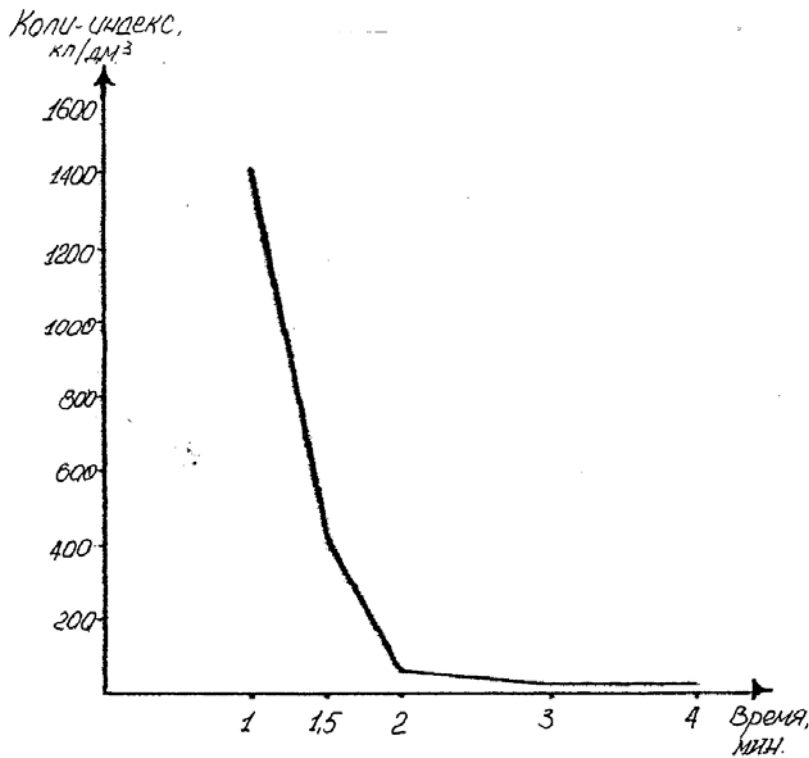


Рис.3. Зависимость содержания остаточного озона от температуры обрабатываемой воды

чение пузырьков озono-кислородной смеси диаметром не более 5-бмм (по имеющимся данным, более крупные пузырьки озона снимают эффективность озонирования).

При работе модельной установки, насыщенность воздуха рабочей зоны озонoм составляла 35 мг/м³ при ПДК 0,1 мг/м³.

В процессе изучения отработки различных технологических схем водоподготовки сточных вод к

обеззараживанию озонoм (механическое отстаивание, фильтрование через активированный уголь, Коагулирование оксихлоридом алюминия), показано, что наибольшая эффективность обеспечивается при применении технологической схемы «коагулирование - озонирование».

Наряду с этим, установлено частичное окисление, озонoм СПАВ в сточной воде. По сравнению с исходным, их количество в результате озонирования предварительно коагулированной воды обычно снижалось.

Изучение зависимости эффективности обеззараживающего дей-

ветствующем конструктивном решении, исходя из реальных размеров установки.

Применение диспергатора в модельных условиях обеспечивало полу-

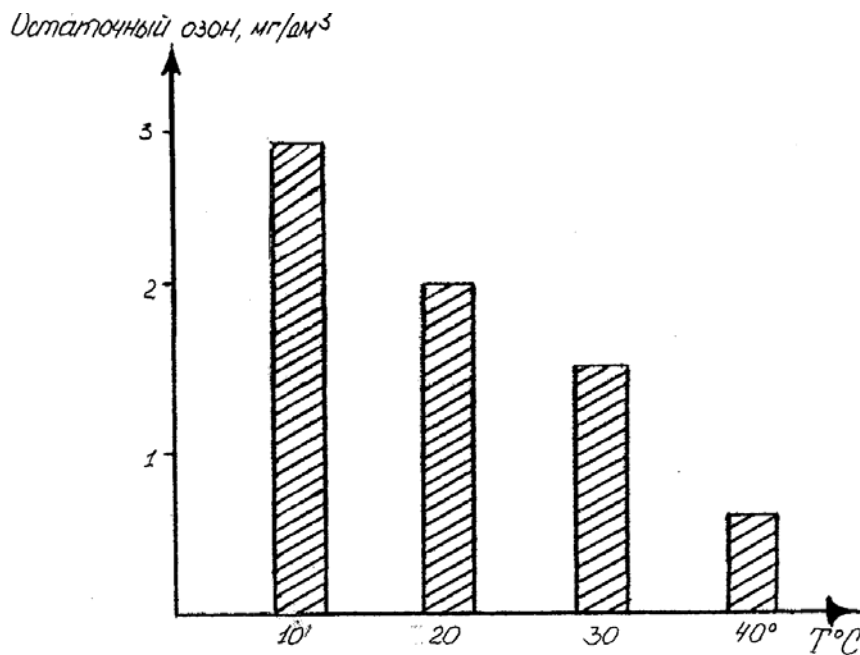


Рис. 4 Зависимость эффекта озонирования от времени обработки воды

ствия озона от температурного режима сточной воды показало, что изменение от 10 до 40°C не оказывало влияния на обеззараживающих эффект озонирования. Количество остаточного озона в воде, нагретой, до 40°C уменьшалось по сравнению с более низкими температурами в несколько раз.

При определении зависимости эффективности озонирования от объёмов обрабатываемой воды с целью выяснения возможности экстраполяции параметров оптимального режима работы модельной установки на большие объёмы сточной воды, подтверждена необходимость экспериментального подбора оптимального режима озонирования в натуральных условиях при испытании опытного образца установки.

В процессе экспериментальных исследований проводили определение токсичности остаточного озона в сточной воде с помощью биотестирования. По имеющимся в литературе данным, озон в концентрации от 2 до 15 мг/дм<sup>3</sup> оказывает разрушающее действие на различные виды зоо- и фитопланктона 15 [32]. При сбросе озонированной сточной воды за борт способность озона к разрушению гидробионтов может рассматриваться как экологически опасная. Вместе с тем, по результатам многочисленных исследований, озон, поступающий в воду, разлагается в течение различного периода времени – от 5 минут до 2 часов [31].

Как отмечалось ранее, концентрация остаточного озона в воде в результате озонирования в интервале температур 10-40°C колеблется в условиях работы модельной установки соответственно от 2,98 до 0,51 мг/дм<sup>3</sup>.

При определении времени разложение остаточного озона в условиях опыта было установлено, что уже через 10 минут прекращения озонирования остаточный озон в сточной воде не обнаруживается. Тем не менее, была проведена проверка токсичности остаточ-

ного озона для инфузорий *Tetrachymena pyriformis* – представителей простейших, которые наряду с другими гидробионтами подтверждены действию озона.

Культуру инфузорий выносили в неочищенную сточную воду, коагулированную и озонированную, коагулированную воду в соотношении 1:10. Результаты опыта учитывали через 6,24 и 48 часов методом микропирования капли постоянного объёма. При этом учитывали количество инфузорий и характер их движения.

Результаты эксперимента статистически обрабатывали при пороге доверительной вероятности 0,95, определяя средние арифметические величины и их доверительные границы. Последние находили, пользуясь специальными таблицами [25], значительно упрощающими вычисления. Табличный метод, основанный на учёте размаха варьирования, даёт наилучшие результаты при малых объёмах выборок, которые характерны для токсикологических исследований.

Достоверность различий результатов опытов оценивали методом сопоставления средних величин с учетом их доверительных границ [36].

Результаты опытов предоставлены в таблице 3.

Из таблицы видно, что достоверных различий в численности инфузорий в трёх вариантах исследуемой воды нет.

В течение всего эксперимента различий в поведении, характере и интенсивности движения инфузорий не обнаружено, что свидетельствует об отсутствии токсического влияния остаточного озона на исследуемый вид простейших.

#### **Выводы:**

1. Разработан гигиенически регламентированный оптимальный технологический режим работы озонаторной системы по трём параметрам:



Таблица 3

Определение токсичности остаточного озона в сточной воде для инфузорий *Tetrachymena pyriformis*

Время	Количество инфузорий в капле воды постоянного объема, шт.								
	Неочищенная			Коагулированная			Озонированная		
	1	1	Средн.	2	2	Средн.	3	3	Средн.
6 ч.	17;30;8	20;25;4	17,37;11,2	50;30;15	40;25;25	30,97;10,7	11;50;21	18;30;25	25,87;16,8
1 сут.	20;30;25;40;45	25;30;25;30;35	30,57,6,0	40;35;15;30;35	30;35;45;20;40	32,57;7,2	15;35;30;20;35	25;35;30;20;35	25,47;10,2
2 сут.	Во всех пробирках в 1 капле по 100 шт. инфузорий.								
Характер движения	Различий в характере и интенсивности движений за исследуемый период не обнаружено								

высоте слоя озонируемой воды, давлению озono-кислородной смеси и времени озонирования. Оценочным критерием озонаторного образца в оптимальном режиме и определённой температуре сточной воды регламентируется количество остаточного озона.

2. Достигнут высокий эффект обеззараживания сточных вод (значение коли-индекса – не менее 10 мт/дм<sup>3</sup>). При этом количество остаточного озона при температуре 20 °С составляет 2,0 - 2,5 кг/дм<sup>3</sup>.
3. Рекомендована к применению на установках физико-химического принципа действия при соответствующей конструкторской модификации, а также при разработке новых природоохранных систем технологическая схема “коагулирование – озонирование”.
4. В опытах биотестирования на инфузориях *Tetrachymena pyriformis* остаточный озон не оказывает на них токсического воздействия.
5. Данные, полученные на модельной установке, подтверждены реальными системами и объёмами судовых и береговых сточных вод (модифицирование компактные системы очистки ныне функционируют на судах и в ряде лечебно-профилактических учреждений).

#### Литература

1. Лоранский Д. Н., Раскин Б. М., Алфимов Н. Н. Санитарная охрана

моря М. Медицина, 1975, 165 с.

2. Слуцкер Д. С. Шафран Л. М. Загрязнение и охрана водоемов. Рига: Б.и., 1975 г., 120 с.
3. Сиденко В. П. Основные направления научно-практических исследований в области санитарной охраны окружающей среды на транспорте. Материалы 1-го, международного симпозиума «Актуальные проблемы транспортной медицины», Одесса, 2000, с.169-170.
4. Mann H Symposium uber Nature und Ausmass der Verchmutzung der fischerereilich genutzten “In form Binnengewasser Europas fur die Fichwirtschaft”, 1972, №5, с.169-171.
5. Красовский Г. Н., Редькин Ю. Р., Залевский В. С.. Гигиеническая основа очистки и обеззараживания судовых сточных вод, Киев, «Здоровье», 1991, 174 с.
6. Миловидова Н. Ю., Смоляр Р. И. Влияние загрязнения на некоторые данные биоценозы Чёрного моря. В сб. «Материалы Всесоюз симпоз, по изучению Чёрного и Средиземного морей, использованию и охране их ресурсов.» Киев, «Наукова думка», 1973 с. 90-92.
7. Cobe H.A. La pollution dans la partie nord est de Atlautique. “Naturopе”. 1973. 17. 10 -13.
8. Fishelson Lev. Ecology of coral reefs in the gulf of Agaba (Red sea)

- influenced by pollution. "Oceologia". 1973. 12. 55-67.
9. Waldichuk Michael Coastal marine pollution and fish. "Ocean Manag". 1974. 17. 10-13.
  10. Кожова О. М. Некоторые современные задачи гидробиологического изучения Сибири в связи с антропогеанизацией водоёмов. В сб. "Исследования гидробиологического режима водоёмов Восточной Сибири». Иркутск. 1997. с . 10-16.
  11. Войтенко А. М., Сиденко В. П., Кузнецов А. В., Майко Г. В. Санитарная охрана водоемов и пути оздоровления морской среды от загрязнения. Научно-методические проблемы оздоровления окружающей среды Одесского региона. Сборник научных статей, 2006 г., с. 33-38.
  12. Кульский А. А., Шевченко М. А., Смирнов П. И., Сиденко В. П. Обработка природных вод озоном с целью их обесцвечивания. Киев. 1957. с. 18с.
  13. Кульский Л. А., Строкач П. П. Технология очистки сточных вод. К., "Вища школа", 1986, 351 с.
  14. Кульский Л. А. Теоретические основы и технологии кондиционирования воды. Киев: «Наукова думка». 1980. 259 с.
  15. Разумовский С. Д., Заиков Г. Е. Озон и его реакции с органическими соединениями. М., «Наука». 1978. 321с.
  16. Каменев С. Б., Прейс С. В., Мунтер Р. Р. И др. О растворимости озона в водных растворах. УП Всесоюз. симпоз. по современным проблемам прогнозирования, контроля качества воды водоёмов и озонирования. Таллин, 1985. Тез. докл. т. 4. 134с.
  17. Мокиенко Н. В. К вопросу о расширении диапазона использования озона на судах. Материалы 1-го, международного симпозиума «Актуальные проблемы транспортной медицины», Одесса, 2000, с. 237-240.
  18. Разумов А. С. Биологические образования в системе питьевого и технического водоснабжения и меры борьбы с ними. М.:ВНИИВОДЕГО. 1953. 56 с.
  19. Драчев С. М., Разумов А. С., Бруевич С. В. и др. Методы химического и бактериологического анализа воды. М: Медгиз, 1953, 280 с.
  20. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М., Химия, 1984, 448 с.
  21. Новиков Ю. В. Методы определения вредных веществ в воде водоемов. М.:Медицина,1981, 376 с.
  22. Утевский Н. Л. Микробиология с техникой микробиологических исследований. М., Медицина, 1975, 471 с.
  23. ГОСТ 16301-72. Вода питьевая. Методы определения остаточного озона.
  24. Руководство по методам химического синтеза морских вод. Под ред. Оредовского С. Г. Гидрометеоиздательство. 1977. 207 с.
  25. Боядырева Н.М. Исследование новых пестицидов с использованием тест-культуры инфузорий. У Всесоюз. конф. По водной токсикологии. Тез. докл. М., 1988, с.10.
  26. Кожин В. Ф. Озонирование питьевой воды. М., 1961. 86с.
  27. Кожин В. Ф., Кожин И. В. Озонирование воды. М., Стройиздат. 1974. 159с.
  28. Молчанов И. П. Использование озона для глубокой очистки бытовых сточных вод. УП Всесоюз. Симпоз. По современным проблемам прогнозирования, контроля качества воды водоёмов и озонирования. Таллин, 1985. Тез. докл. т. 4. 134с.
  29. Рожнятовский И. И., Дубровская Д. П., Меламед Ф. А., Кокс и химия,

- 1959, №7, с. 63.
30. Руденко Г.Г. Гороновский И. Т. Удаление примесей из природных вод на водонапорных станциях. К., Будівельник, 1976.
  31. Пикунов П. К., Соколова Н. В. Озонирование реки Оки. Волго-Вягское книжное издательство, 1966, 36 с.
  32. Кожин В. Ф. Установки для озонирования воды, 1968.
  33. Jьrs B. H. Die Wirkyng des Ozons auf im Wassergelцste stoffe."Fortschritte Wasserchemie", 4, 1966, S. 40-64.
  34. Gomella C. Le traitemennt des eaux par lozone – «Extract du mensuel du centre Belge d'etude et al documentation lex eaux». 287. Oct., 1967.
  35. Стрелков Р. Б. Метод вычисления стандартной ошибки и доверительных интервалов средних арифметических величин с помощью таблицы. 1966, Сухуми, «Алашара» АМН СССР, 41 с.
  36. Рокитский П.Ф. Биологическая статистика. 1973, Минск, Высшая школа, 320 с.

### Резюме

ГІГІЄНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ  
ВИКОРИСТАННЯ ОЗОНУ В  
ПРИРОДООХОРОННІЙ ТЕХНОЛОГІЇ  
ОЧИЩЕННЯ І ЗНЕЗАРАЖЕННЯ  
ЗАБРУДНЕНИХ ВОД НА ТРАНСПОРТІ

*Сиденко В.П., Приказюк А. І*

Проведені комплексні дослідження по вивченню способу безреагентної обробки стічних вод. Матеріали експериментів оцінювали по наступних параметрах: БПК<sub>5</sub>, зважені речовини, рН, СПАВ, колі-індекс. Додатково вивчали кількість озону у воді і вміст його в повітрі робочої зони.

Визначені оптимальні параметри знезараження стічних вод з озоном. Гігієнічно апробовані в модельних умовах і рекомендовані до реалізації перс-

пективні гігієнічні режими знезараження стічних вод. Результати випробувань послужили основою для вирішення питань, пов'язаних з проектуванням і виготовленням компактних природоохоронних систем.

Показана біологічна нешкідливість і високий ступінь детоксикації обробленого і знешкодженого озоном «вихідного» стоку. Біотестування проведено на *Tetrachymena pyriformi*.

### Summary

HYGIENIC SUBSTANTIATION OF  
NATURE PROTECTION TECHNOLOGY  
OF POLLUTED WATERS CLEARING AND  
DISINFECTING BY OZONE ON  
TRANSPORT

*Sidenko V.P., Prikazyuk A.I.*

Complex researches after studying a way of non-reagent processing sewage are carried out. Materials of experiments estimated on the following parameters: the weighed substances, pH, synthetic surface active agent, coli-index. In addition studied the content of ozone in water and in air of a working zone.

Optimum parameters of disinfecting of sewage are determined by ozone. Hygienic modes of disinfecting of sewage are approved in modelling conditions and recommended to realization. Results of tests have formed a basis for the decision of the problems connected to designing and production of compact nature protection systems.

Biological harmlessness and high degree of a detoxication of the "initial" drain processed and disinfected by ozone is shown. Biotesting is carried out on *Tetrachymena pyriformi*.

*Впервые поступила в редакцию 20.09.2007 г.  
Рекомендована к печати на заседании ученого  
совета НИИ медицины транспорта (протокол №  
6 от 19.11.2007 г.).*