

ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

Алексеев С.Е.

*Московский государственный строительный университет,
кафедра водоотведения*

В докладе излагаются основные результаты проведенных исследований, о влиянии предварительной обработки воды, содержащей биологически стойкие загрязнения, озонированием и УФ - облучением, на последующий процесс биологической очистки. Отмечается повышение биоразлагаемости загрязнений, и интенсивности протекания биологических процессов.

Актуальным направлением охраны окружающей среды становится предотвращение загрязнения природных вод биологически стойкими органическими веществами, оказывающими существенное негативное влияние на биохимический режим водоемов.

Данные экологических мониторингов, проводимых в России и за рубежом, свидетельствуют о том, что в районах с развитой производственной и социально-бытовой деятельностью природные воды продолжают загрязняться биологически стойкими веществами техногенного происхождения, причем это относится как к поверхностным, так и к подземным водам. Наряду с непосредственным попаданием этой группы загрязнений в почву и водоемы, процесс накопления их в значительной мере обусловлен недостаточной степенью очистки сточных вод, отводимых с территорий городов и населенных мест.

Биологически стойкие органические загрязнения попадают в природные водоемы в основном с производственными сточными водами. Даже при отводе производственных сточных вод в городскую канализацию, с последующей очисткой на городских очистных сооружениях, не удается предотвратить попадание этих веществ в окружающую среду. Дело в том, что эта категория загрязнений не удаляется из воды механическими и биологическими методами очистки, применяемыми на городских очистных сооружениях, так как они разлагаются бактериями активного ила не более чем на 10...20%. Некоторые соединения угнетают жизнедеятельность микроорганизмов, тормозя процесс

биологической очистки, а при значительных концентрациях могут нарушить работу очистных сооружений (например сильно пенящиеся ПАВ).

Постоянный рост количества и ассортимента, применяемых в производстве химических реагентов требует создания и внедрения достаточно универсальных, эффективных и малоотходных технологических процессов очистки сточных вод.

Применение физико-химических методов очистки, основанных на деструктивных процессах, и в частности технологии озонирования позволяет проводить очистку производственных сточных вод от биологически трудноокисляемых органических соединений и токсичных примесей. Однако использование озона связано с применением дорогостоящего оборудования, и высокими эксплуатационными затратами. Поэтому наиболее эффективное использование озонирования возможно в случае "направленного" его применения для деструкции загрязнений, не удаляемых другими, более дешевыми, методами.

В лаборатории физико-химических процессов очистки сточных вод Московского государственного строительного университета проводятся исследования по применению технологии озонирования для предварительной обработки промышленных сточных вод, содержащих биологически стойкие органические загрязнения, с целью повышения эффективности их очистки на биологических очистных сооружениях.

Эксперименты проводились на производственных сточных водах красильно-отделочных цехов тонкосуконной фабрики, содержащих синтетические красители, ПАВ и текстильные вспомогательные вещества. Исходная вода имела следующие основные показатели: pH – 6,5...7,5; ХПК – 1400...1600 мгО₂/л; БПК_п – 350...420 мгО₂/л; концентрация анионных ПАВ около 170...200 мг/л; красителей прямых и активных – около 40...65 мг/л. Взвешенные вещества были предварительно удалены фильтрованием.

В ходе проведения экспериментальных исследований изучались различные последовательности процессов химического и биохимического окисления органических примесей, а также влияние параметров химического окисления на последующий процесс биологической очистки воды. В данном случае, под химическим окислением подразумевается процесс озонирования воды и озонирования в комбинации с УФ облучением.

Обработка воды озонированием и УФ облучением осуществлялась в барботажном реакторе, объемом 1 л, со встроенной монохроматической УФ лампой, мощностью 15 Вт и длиной волны излучения $\lambda = 254$ нм. Озон получали на лабораторном высокочастотном

озонаторе, производительностью по озону до 1 г/ч и концентрацией в озono-воздушной смеси до 15 мг/л, работающем на осушенном воздухе.

Процесс биохимического окисления проводился в аэробном реакторе объемом 5 л со свободно плавающим активным илом и постоянным аэрированием для поддержания концентрации растворенного кислорода в пределах 2...4 мг/л. Некоторые опыты проводились в герметичных сосудах, аналогично проведению методики определения БПК, с постоянным измерением концентрации растворенного в воде кислорода. Для заражения пробы микроорганизмами использовался не адаптированный активный ил городских очистных сооружений.

При озонировании изменяли дозу озона и период обработки, при УФ- облучении изменяли время экспозиции.

По результатам исследований установлено влияние предварительного озонирования и УФ- облучения на кинетику снижения показателей ХПК и БПК, скорость потребления кислорода.

На рис.1. приведены зависимости биоразлагаемости (БПК_п / ХПК) от периода обработки воды: озон, УФ облучением и озон + УФ облучение. Можно отметить, что наибольший эффект достигается при совместном воздействии (биоразлагаемость увеличивается в 3 раза), однако взаимного усиления воздействия озона и УФ - облучения не наблюдается.

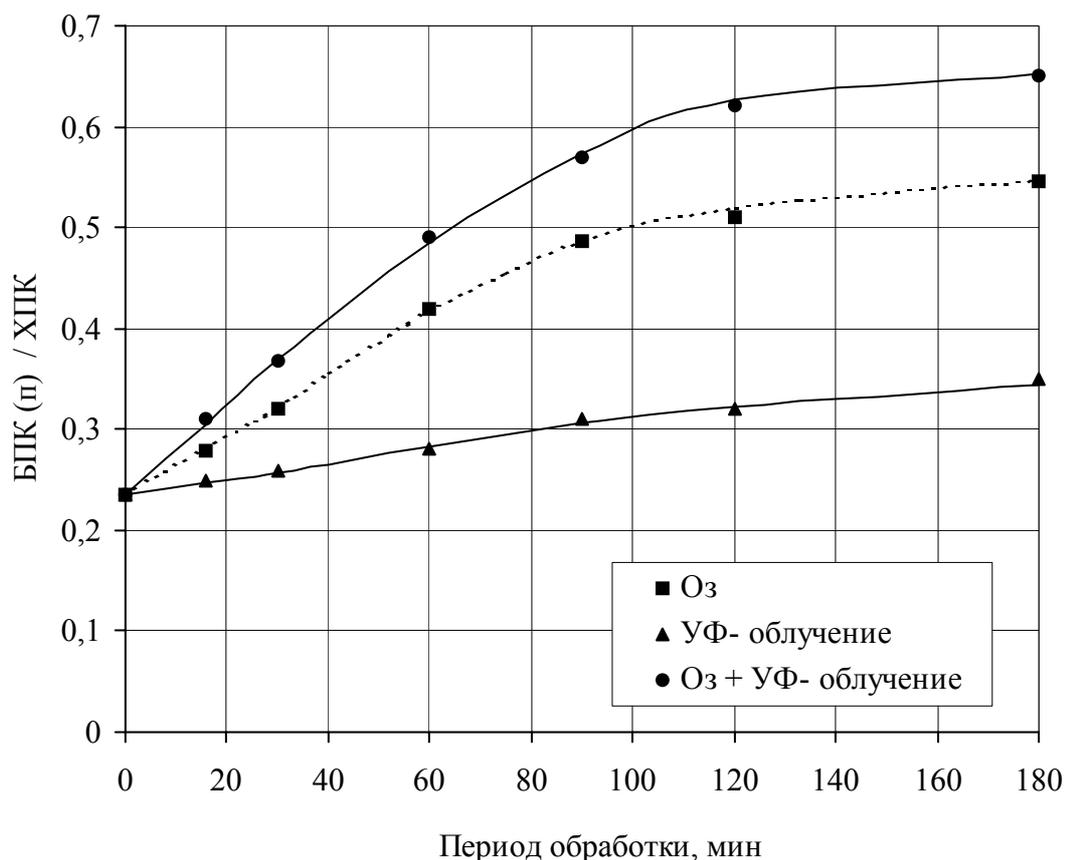


Рис.1. Изменение биоразлагаемости в зависимости от периода обработки сточной воды УФ облучением и озонированием.

Изучено влияние предварительного озонирования сточных вод, содержащих биологически стойкие органические загрязнения, на последующую биологическую очистку. На рис.2 и рис.3 приведены кинетические зависимости снижения показателя ХПК и роста массы микроорганизмов в процессе биологической очистки исходной и озонированной воды. Концентрация биомассы активного ила выражена в мг сухого беззольного вещества на 1 л пробы. По полученным результатам можно отметить, что скорость снижения показателя ХПК в обработанной озоном воде может увеличиваться в 2 раза по сравнению с необработанной. Скорость роста массы микроорганизмов, за рассматриваемые 12 часов, также увеличивается в 2...2,5 раза. Это свидетельствует о том, что процесс биологической очистки, предварительно обработанной озонированием воды, протекает значительно интенсивнее и с более глубоким окислением органических загрязнений. Следовательно продукты неполной деструкции БСЗ под действием озона являются более легко окисляемыми микроорганизмами активного ила и требуют меньшего периода адаптации.

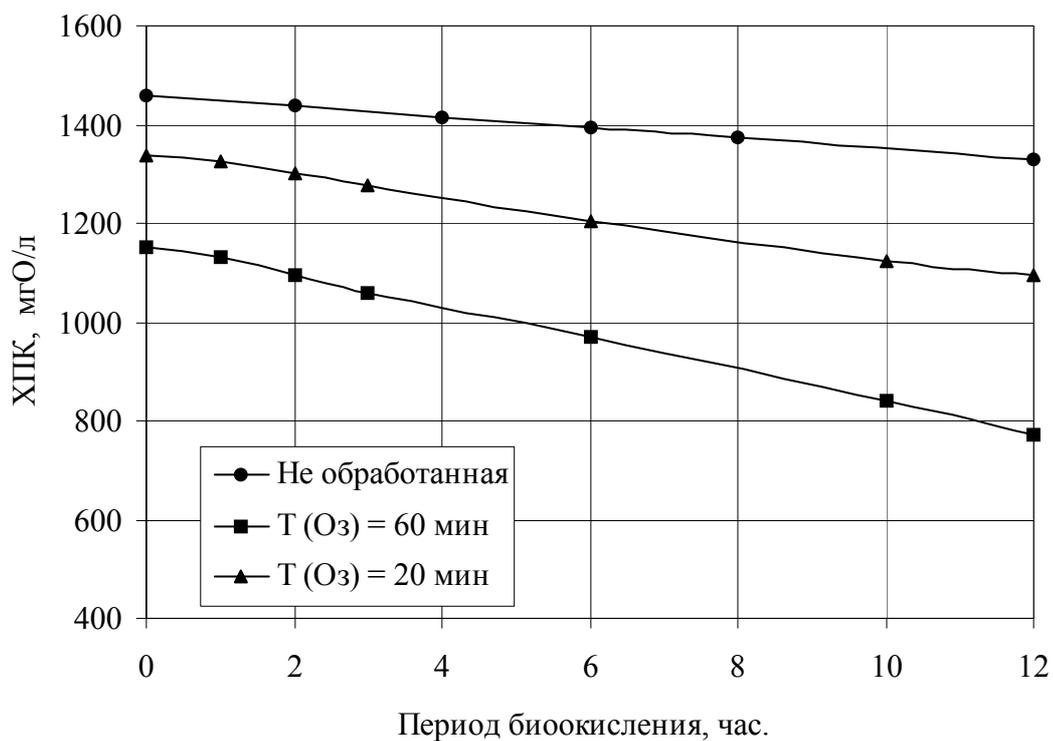


Рис.2. Зависимости изменения показателя ХПК для исходной и озонированной воды в течение биологического окисления микроорганизмами активного ила.

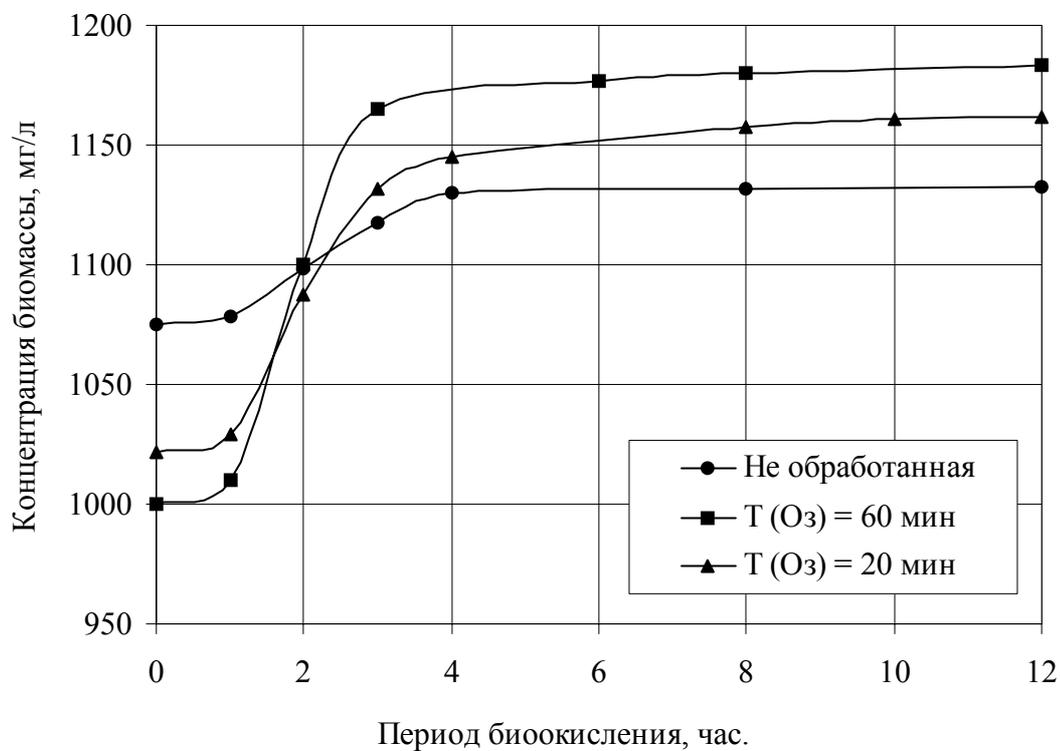


Рис.3. Зависимости роста массы микроорганизмов для исходной и озонированной воды в течение биологического окисления микроорганизмами активного ила.

Данные, характеризующие степень очистки сточных вод тонкосуконной фабрики по показателю ХПК при различных комбинациях процессов химического окисления и биологической очистки, приведены в таблице

Снижение показателя ХПК сточных вод при различных комбинациях химического и биологического окисления

Последовательности процессов окисления	Снижение показателя ХПК, %
Биологическое окисление	15...20
Биологическое → Озонирование	30...40
Биологическое → УФЛ	17...25
Биологическое → Озонирование + УФЛ	до 45
Озонирование → Биологическое	20...30
Озонирование + УФЛ → Биологическое	20...33
Биологическое I → Озонирование → Биологическое II	до 55
Биологическое I → Озонирование + УФЛ → Биологическое II	до 65

Проведенные исследования показали, что применение преозонирования производственных сточных вод, содержащих ТОС, в 2,2...3 раза увеличивает биоразлагаемость органических загрязнений воды (по отношению показателей БПК_П / ХПК), значительно увеличивается скорость потребления кислорода в процессе биохимического окисления.

Общий эффект снижения показателя ХПК, при применении окислительных методов совместно с биологическими, может увеличиваться с 20% до 65%, при этом в 2,5...3 раза увеличивается и скорость снижения показателя ХПК в процессе биологической очистки.

Наблюдаемый эффект ингибирования роста микроорганизмов токсичными соединениями после озонирования колеблется в пределах 10...16%, в то время как для необработанной воды он составляет примерно 47% при использовании не адаптированного активного ила.

И, хотя технико-экономическое сравнение рассмотренных технологических процессов не проводилось, но по технологическим и энергетическим параметрам данный метод представляется вполне реальным.

В настоящее время проводятся экспериментальные исследования влияния предварительного озонирования на процесс сорбции органических загрязнений с низкими концентрациями на гранулированных активированных углях. В частности исследуется процесс биосорбции на углях для доочистки природных вод в коммунальном водоснабжении. Предварительные данные указывают на существенное увеличение периода работы сорбентов за счет протекания процесса биохимической саморегенерации в аэробных условиях. Так же как и в описанных экспериментах на сточных водах, роль озона заключается в повышении биоразлагаемости органических загрязнений.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование процесса озонирования и УФ - облучения для предварительной обработки сточных вод, содержащих биологически стойкие органические соединения и токсичные примеси, позволяет улучшить их дальнейшую очистку на очистных сооружениях использующих биохимические процессы. Кроме того, технология озонирования и ультрафиолетового облучения не вносит в обрабатываемую воду дополнительных примесей и не создает вторичных отходов (осадков).