

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕРЕКИСИ ВОДОРОДА НА АКТИВНЫЙ ИЛ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ТОКСИКАНТОВ

В.Н. Штепа, А.Б. Шикунец

Полесский государственный университет

**Аннотация.** Оценена опасность наличия серосодержащих токсикантов в сточных водах на работу биологических очистных сооружений. Проведены эксперименты касательно воздействия перекиси водорода на активный ил при различных концентрациях соединений серы. Предложено использование в схемах биологических систем очистки сточных вод AOPs технологий.

**Ключевые слова:** Токсикант, соединения серы, перекись водорода, активный ил.

При поступлении в аэротенки сульфид-ионов в количествах свыше 10 мг/л иловой смеси происходит критическое снижение общей численности индикаторных групп микроорганизмов биологических очистных сооружений (ОС) [1]. В активном иле (АИ) остаются только особи, являющиеся факультативными анаэробами, так как сульфиды в такой системе не только проявляют токсическое действие на клетки, но и являются активным потребителем растворенного кислорода. Поэтому появляются виды-анаэробы, устойчивые к недостатку кислорода и токсическому воздействию сульфидов, то есть снижается индекс сапробности и аэробная очистка работает менее эффективно. Поэтому в соответствии с правилами приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов, предельно допустимая концентрация сероводорода в сточных водах, направляемых на биологическую очистку, не должна превышать 1 мг/л [2].

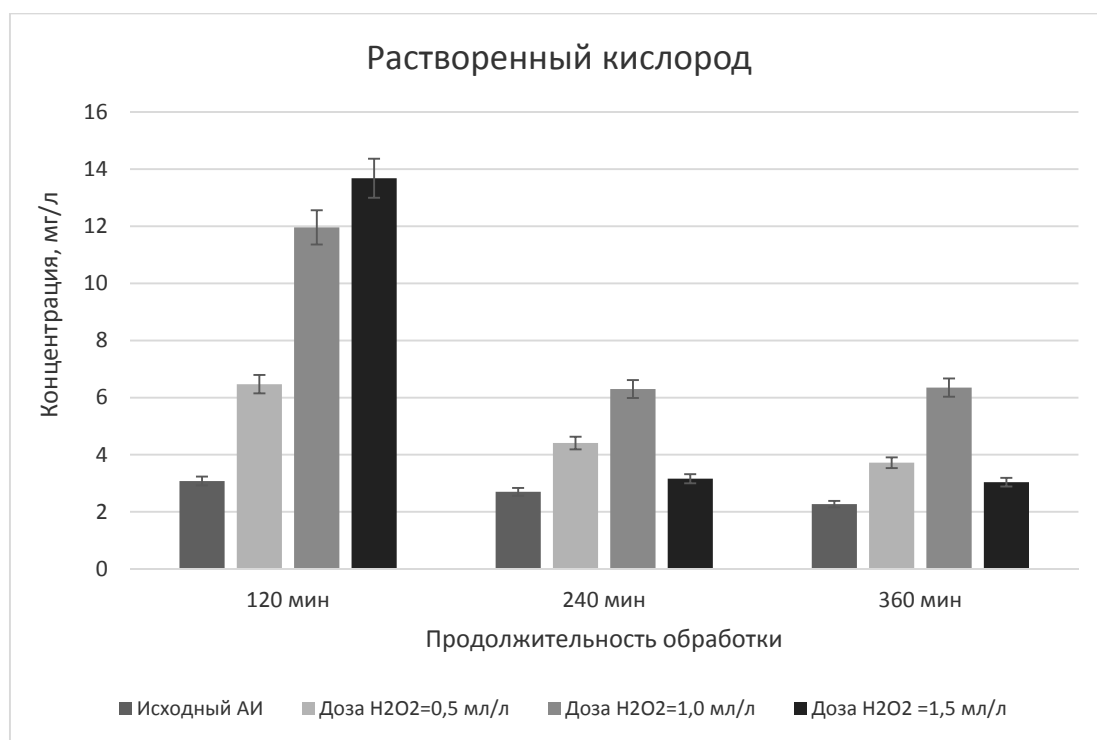
*Первичный этап исследований* [3] проходил при суммарной концентрации сульфид-ионов и сероводорода меньше 1,0 мг/л. В АИ очистных сооружений вносились три дозы  $H_2O_2$  (концентрация 3%): 0,5 мл/л; 1,0 мл/л; 1,5 мл/л. Сравнение концентрации растворенного кислорода в водном растворе АИ выполнялись через промежутки равные 2 часам (рис. 1).

Влияние различных токсикантов приводит к нарушению процесса хлопьеобразования, а также к деструкции флокул, которые уже сформированы [1]. Это влечет за собой увеличение количества мелкодисперсной взвешенной фракции и соответственно к снижению прозрачности надильной воды. Степень биологической очистки является удовлетворительной, если прозрачность воды составляет не менее 12 см. В случае наших исследований она первично (в исходном АИ) составила 8 см, при внесении различных доз перекиси водорода она снижалась. Другие показатели, в частности концентрация аммонийного азота и фосфора, не значительно колебались от показателей исходного АИ.

После 6 часов со времени начала проведения экспериментов выполнялся анализ видового состава АИ (табл. 1). Полученные результаты (см. рис. и табл. 1) позволяют сформулировать следующие выводы про условно штатные режимы работы системы биологической очистки сточных вод (концентрация серосодержащего токсиканта менее 1 мг/л):

- в целом исходный активный ил функционирующих очистных сооружений (без внесения дополнительного окислителя  $H_2O_2$ ) более соответствует технологическим задачам очистки сточных вод по показателям «Концентрация растворенного кислорода», «Прозрачность», «Концентрация фосфора», «Концентрация азота аммонийного», видовой состав;
- внесение дополнительного окислителя  $H_2O_2$  негативно влияет на АИ по показателям «Концентрация растворенного кислорода», «Прозрачность», «Концентрация фосфора», «Концентрация азота аммонийного», видовой состав.

*Вторичный этап исследований* проходил при суммарной концентрации сульфид-ионов и сероводорода больше 1,0 мг/л, поскольку на вход функционирующих очистных сооружений через определенный период времени начали поступать сточные воды с недопустимо-высокой концентрацией восстановленных соединений серы (суммарная концентрация сульфид-ионов и сероводорода 1,38 – 2,8 мг/л) – как результат началось вспухание АИ, снижение концентрации растворенного кислорода в водном растворе, значительное уменьшение прозрачности водяного столпа над илом.



**Рисунок – Концентрация растворённого кислорода в активном иле очистных сооружений до и после внесения в активный ил различных доз перекиси водорода (3%-концентрация)**

Таблица 1. – Видовой состав АИ до и после внесения H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (концентрация 3%)

Обработка активного перекисью водовода (3%-концентрация)		Видовой состав активного ила
Доза внесения перекиси водовода (3%-концентрация)	Видовой состав после внесения перекиси водовода (3%-концентрация)	
1	2	3
0,5	Нитчатые; Opercularia sp; Vorticella; Aspidisca; Carchesium (единично); Цисты раковинных амёб <i>Комментарий эксперта:</i> В иле в основном присутствуют Vorticella, прикрепленные колониальные. Наблюдаются бродяжки. Присутствуют цисты простейших. Хлопок умеренной величины, тёмнобурого цвета	Нитчатые; Carchesium; Opercularia Sp; Vorticella(разнообразные); Pamphagus; Aspidisca; Цисты раковинных амёб; отсутствуют коловратки. <i>Комментарий эксперта:</i> Наблюдается достаточно большое количество прикрепленных инфузорий, одиночных форм и колониальных. Активность прикрепленных удовлетворительная. Количество бактерий не связанных с активным илом умеренное, единично появились брюхожесничные инфузории. Хлопок ила умеренной величины
1,0	Нитчатые; Opercularia; Vorticella; Carchesium. <i>Комментарий эксперта:</i> Хлопок ила более мелкий, количество прикрепленных уменьшилось, преобладают одиночные прикрепленные (vorticella) кувшинообразной формы, прикрепленные инфузории более мелкие. Уменьшилось количество нитчатых бактерий не связанных с хлопьями активного ила.	Нитчатые; Euglypha; Opercularia (с замкнутым ресничным диском); Oligohymenophora; крупная, свободно плавающая инфузория; Vorticella; Carchesium (колониальная инфузория); Opercularia coarctata. <i>Комментарий эксперта:</i> Хлопок ила умеренной величины, пронизан множеством мелких нитчатых бактерий. Малое разнообразие простейших по видам. В иле преобладают прикрепленные инфузории.

1	2	3
1,5	Мелкие нитчатые; Carchesium; Opercularia; Vorticella; Раковинные корненожки; Равноресничные инфузории. <i>Комментарий эксперта:</i> Прикрепленные встречаются в угнетенном состоянии, встречаются цисты простейших. Общее количество уменьшилось, хлопок более раздробленный. Вода над илом имеет неоседающую муть.	Мелкие нитчатые; Archesium; Opercularia; Vorticella; Раковинные корненожки; Равноресничные инфузории. <i>Комментарий эксперта:</i> Хлопок ила умеренной величины, наблюдается разнообразие прикрепленных инфузорий как одиночных так и колониальных форм. В основном умеренно активны, но также есть и с закрытым ресничным диском. Появились равноресничные инфузории. Количество свободно плавающих бактерий уменьшилось.

В тоже время внесение дополнительного окислителя  $H_2O_2$  оперативно стабилизировало критическую технологическую ситуацию (табл. 2).

Таблица 2. – Состояния АИ при повышенных концентрациях восстановленных соединений серы и при внесении дополнительного окислителя  $H_2O_2$  (3%-концентрация)

Суммарная концентрация сульфид-ионов и сероводорода	Без внесения перекиси водорода		После внесения дозы 1 мл/л перекиси водовода (3%-концентрация)	
	Прозрачность, см	Концентрация растворённого кислорода, мг/л	Прозрачность, см	Концентрация растворённого кислорода, мг/л
2,8	0,7	1,3	6,8	2,3
1,36	1,1	1,5	5,1	3,4
2,06	0,9	1,1	7,1	2,5

Полученные результаты (см. табл. 2) демонстрируют позитивный технологический эффект от использования подходов AOPs (Advanced Oxidation Processes) при биологической водоочистке в случаи наличия в сточных водах серосодержащих токсикантов – вспухание АИ было остановлено и началась его регенерация.

**Заключение.** Для оперативного, а желательного превентивного, противодействия залповым поступлениям опасных токсикантов, например серосодержащих соединений, на биологические очистные сооружения целесообразно интегрировать в их схемы блоки имеющие AOPs-технологии и адаптивные системы управления степенью воздействия окислительно-восстановительных процессов на сточные воды [4].

#### Список использованных источников

1. Вильсон Е. В. Исследования в области удаления восстановленных соединений серы из сточных вод. *Науковедение*, 2013. 3. URL: <http://naukovedenie.ru>
2. Campos J. L., Valenzuela-Heredia A. Pedrouso D., Val del Río D., Belmonte M., Mosquera-Corral A. Greenhouse Gases Emissions from Wastewater Treatment Plants: Minimization, Treatment, and Prevention. *Journal of Chemistry*, 2016, Article ID 3796352, 12 pages. <https://doi.org/10.1155/2016/3796352>
3. Штепа В. М. Обґрунтування алгоритму експериментально-аналітичних досліджень режимів електротехнічної очистки стічних вод агропромислових об'єктів з метою побудови енергоефективних систем управління. *Енергетика і автоматика*. 2012-01 (11). С. 62–71.
4. Штепа В. М. Обґрунтування архітектури системи управління комплексними методами очистки стічних вод промислових об'єктів. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2014. Вип. 154. С. 48–50.