

## **Исследование технологических параметров процесса очистки вод с аэраторами из туфа**

Н. С. Серпокрылов, А. С. Смоляниченко, Г. Г. Петросян

Ранее в лабораторных условиях по методике переменного дефицита кислорода нами установлены практически значимые массообменные характеристики из туфов Республики Армения [1], причем наиболее эффективными оказались аэраторы из туфов арктического месторождения.

Целью развития исследований является определение технологических показателей очистки сточных вод аэрацией. На первом этапе исследовали показатели биологической очистки вод активным илом модельной жидкости в аэротенк, на втором — очистки вод аэрацией реальной сточной воды. Лабораторная установка представляла собой модель аэротенка объемом 30 л, оборудованная системой подачи модельной жидкости и аэратором из туфа арктического месторождения, размером 180 x 150 x 30 (h) мм при расходе подаваемого воздуха 10 л/мин. Доза ила по сухому веществу 2.4 г/л, по беззольному — 1.73 г/л. В качестве органического питания подавали этилацетат ( $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ ), имеющий соотношение БПК/ХПК (1,5/1,88) - 0,8, тогда как для метанола БПК/ХПК =  $0,98/1,5 = 0,653$  [5]. Биогенное питание вводили в виде диаммонийфосфата, исходя из известного соотношения БПКП : N : P = 100:5:1. Эксперимент проводился круглосуточно в течение 30 сут. Контролируемыми параметрами являлись: концентрации органических веществ (по ХПК и БПК), растворенного кислорода, окислительно — восстановительный потенциал (ОВП) .

Исследованы два режима аэрации, моделирующие очистку сточных вод в непрерывном круглосуточном режиме аэрации (по типу классического аэротенка) и в прерывистом режиме (по типу SBR-реактора) [2, 3]. В ходе исследований зафиксировано, что уровень ОВП в режиме непрерывной и прерывистой аэрации колеблется в пределах в пределах  $R_x=200 — 300$  mV, что свидетельствует о стабильной окислительной способности

биомассы [4]. При исходной концентрации загрязнений по БПКП 200 — 300 мг/л в модельном аэротенке в очищенной воде остаточные концентрации составляют 8 — 20 мг/л. Скорость потребления кислорода активным илом зависит от нагрузки по органическим веществам (табл. 1), что также указывает на достаточность обеспечения биомассы кислородом воздуха при аэрации. Полученные параметры могут быть использованы в первом приближении для расчета аэротенков с использованием в качестве аэраторов туфа арктического месторождения республики Армения.

Таблица 1 - Удельные скорости окисления органических загрязнений в модели аэротенка с синтетической сточной водой

Нагрузка, г БПК/куб. м х	ХПК (мг/г б.в.* ч)	БПК (мг/г б.в.* ч)
250 — 300	7,02	5,62
350 - 500	16,4	13,1
600- 750	32,74	26,19
800- 1000	79,53	63,62

Установили, что прерывистый режим аэрации (рис. 1, 2) может быть реализован на базе исследуемых аэраторов. Продолжительность периодов аэрации составляла промежуток времени, необходимый для снижения концентрации кислорода (потребления) с 7,5 мг/л до 0,5 мг/л при выключенной аэрации (рис.1), и, соответственно, достижения первоначального уровня кислорода с 0,5 мг/л до 7,5 мг/л (растворения) (рис.2, 3). Рассчитаем число «включений — выключений» аэраторов иловой смеси в прерывистом режиме (рис. 3): среднее время потребления концентрации кислорода в иловой смеси без аэрации равно 12 мин., а насыщения содержания кислорода до 7.5 мг/л — 4.8 мин. Тогда отключение электроэнергии позволит сэкономить расход электроэнергии — (12/4.8) в 2.5 раза. Разумеется, на стадии строительства станции и приобретения дополнительного оборудования (щитов автоматики, выключателей и т. п.) будет первоначальное удорожание, которое в перспективе окупит и превысит затраты за счет экономии электроэнергии.

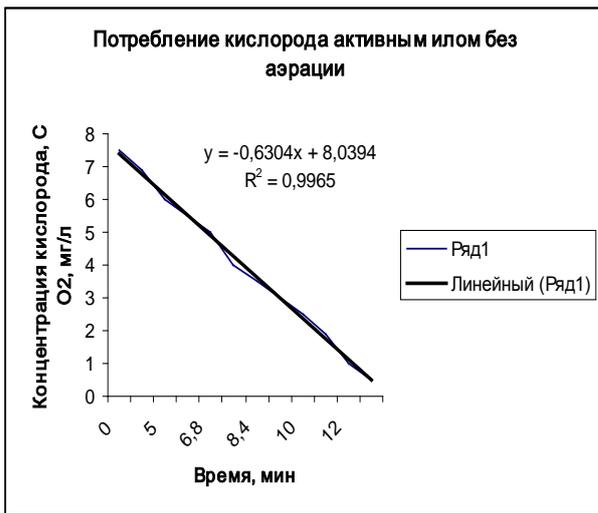


Рисунок 1 – Потребление кислорода активным илом без аэрации

Рисунок 2 – Растворение кислорода в аэротенке без аэрации

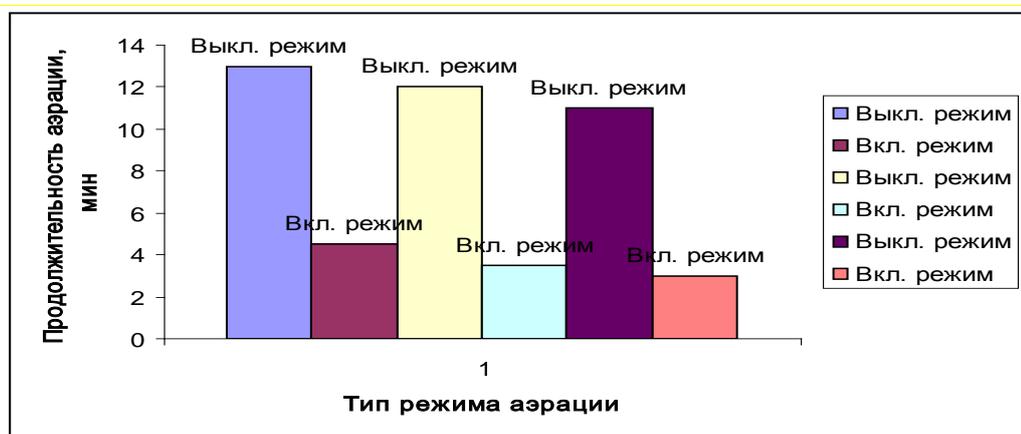


Рисунок 3 – Время потребления и растворения кислорода в режиме прерывистой аэрации

В опытно - промышленных условиях на сточных водах Ереванской станции аэрации (Республика Армения) были проведены пилотные испытания, выборочные результаты свидетельствуют о довольно высокой эффективности работы аэрационных элементов (табл. 2).

В песколовке очистных сооружений была выделена камера, в которую был погружен керамический аэратор из армянского туфа арктического месторождения [6,7]. При этом производился отбор проб сточной воды до аэрации и далее с аэрацией в течение 5 дней в установленное время (табл. 2).

Таблица 2 – Концентрации по основным показателям загрязнений сточных вод до и после аэраци

N	Показатели	До аэрации	После аэрации					
			Δср	13.09.2012г.	14.09.2012г.	15.09.2012г.	16.09.2012г.	17.09.2012г.
1	ХПК (мг/дм <sup>3</sup> )	702,0	160,0	240,0	200,0	160,0	120,0	80,0
2	БПК <sub>5</sub> (мг/дм <sup>3</sup> )	284,0	58,88	96,0	56,0	54,4	48,0	40,0
3	Прозрачность (см)	0,4	4,66	1,6	4,8	5,0	5,8	6,1
4	Взвешенные вещества (мг/дм <sup>3</sup> ) (100мл)	317,0	59,4	92,0	73,0	54,0	41,0	37,0
5	Сухой остаток (мг/дм <sup>3</sup> ) (50мл)	680,0	464,6	514,0	486,0	463,0	438,0	422,0
6	Прокаленной остаток (мг/дм <sup>3</sup> )	423,0	332,0	354,0	340,0	332,0	324,0	310,0
7	N.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (мг/дм <sup>3</sup> )	8,0	5,38	8,0	8,0	4,0	3,65	3,24
8	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (мг/дм <sup>3</sup> )	0,2	0,106	0,15	0,08	0,09	0,10	0,11
9	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (мг/дм <sup>3</sup> )	4,1	1,94	2,0	2,4	1,9	1,9	1,5
10	H <sub>2</sub> S (мг/дм <sup>3</sup> )	1,5	0,12	0,14	0,13	0,11	0,10	0,10
11	O <sub>2</sub> (мг/дм <sup>3</sup> )	2,7	5,12	4,1	5,0	5,1	5,5	5,9

Примечание: приведены результаты среднесуточной пробы

Полученные результаты свидетельствуют о существенном снижении концентраций по основным показателям загрязнений сточных вод. В частности, показатели по ХПК сократились в среднем в 4 раза, по БПК и взвешенным веществам – почти в 5 раз, по нитритам и нитратам - в 2 раза. Кроме того, было установлено количество кислорода, необходимое для окисления биомассы, которое возросло по отношению к первоначальному в 1,3 раза. Причем при столь высоких показателях стоимость пластины 350x300x30мм армянского туфа составляет приблизительно 400 руб., а, например, мембранные аэраторы RENAУ [8] имеют стоимость около 2500 руб. за погонный метр. Таким образом, из армянского туфа арктического месторождения могут быть произведены конкурентноспособные мелкопузырчатые аэраторы, которые следует испытать в промышленных условиях в течение 2-3 лет с выдачей обоснованных технико-экономических рекомендаций.

## Литература

1. Мишуков Б. Г., Соловьева Е. А. Оценка эффективности работы аэрационных систем // Вода: технология и экология. – 2008, № 2, С. 42 – 46.
2. Петросян Г.Г. Фильтрующие элементы для очистки вод на базе туфов Армении «Строительство –2012»: Материалы междунар. научн. – практич. конф. – Ростов н/Д: РГСУ, 2012, с.
3. Серпокрылов Н.С., Смоляниченко А.С., Саенко М.Н., Серпокрылов Е.Н., Фесенко Е.Н. Аэраторы в очистке сточных вод/ Учебное пособие/ -Ростов-на-Дону - Рост. гос. строит. ун-т, 2012 - 180 с.
4. Технический справочник по обработке воды «Degéremont»: в 2-х томах: пер. с фр. – СПб.: Новый журнал, 2007.
5. OECD Test №209 «Activated Sludge, Respiration Inhibition Test (Carbon and Ammonium Oxidation) 23.07.10 (ОЭСР Тест №209 «Определение биоразлагаемости по угнетению потребления кислорода активным илом от 23.07.10г.)
6. Finn R.K. Agitation – aeration in the laboratory and in industry // Bacteriological views. – 1954-V.18 – P.254-274.
7. Заявка на выдачу патента на изобретение N2012150898/05 от 27.11.2012г. “Способ аэрации воды”, авторы: Серпокрылов Н.С., Петросян Г.Г.
8. RAUBIOXON PLUS AND RAUBIOFLEX AERATOR SYSTEM technical information. Copyright by Rehau UT 700E RCOM.FLE.SG – 39 с.
9. Куля Н.Н., Н.С.Серпокрылов, А.А.Бондарчук, И.В.Новосельцева Экспериментальное исследование водоструйного аэратора // Инженерный Вестник Дона. –Ростов-на-Дону:– 2012. – Вып. № 3. – С. 192-199.
10. Н.С.Серпокрылов, Петренко С. Е., Борисова В. Ю. Повышение эффективности и надежности очистки сточных вод на разных стадиях эксплуатации ОСК// Инженерный Вестник Дона. –Ростов-на-Дону:– 2013. – Вып. № 2. – 10 С.