

УДК 628.32

**Г.Г. ПЕТРОСЯН**аспирант факультета инженерно-экологических систем кафедры водоснабжения и водоотведения  
Ростовский государственный строительный университет**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КЕРАМИЧЕСКИХ АЭРАТОРОВ  
ИЗ АРТИКСКОГО ТУФА ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД***THE EFFECTIVENESS OF CERAMIC AERATORS IN THE WASTEWATER TREATMENT MADE OF ARTIK TUFA*

*Исследована эффективность керамических аэра-  
торов на базе армянского (артикского) туфа как с точ-  
ки зрения массообменных характеристик, так и на  
основе лабораторных анализов отобранных проб сточ-  
ных вод в ходе аэрации.*

**Ключевые слова:** ХПК, эффективность аэрации,  
показатели по основным загрязнителям, Артикское ме-  
сторождение, сточные воды, керамические аэрато-  
ры.

На сегодняшний день наиболее распростра-  
ненной и применяемой в аэротенках является пнев-  
матическая система аэрации, которая предполагает  
подачу кислородсодержащего газа (воздуха, техни-  
ческого кислорода) под определенным давлением  
по магистральным и воздухораспределительным  
трубопроводам к различного рода диспергаторам,  
установленным в соответствующих точках аэраци-  
онных сооружений [1, 2]. С целью сокращения ка-  
питальных и энергетических затрат на аэрацию при  
сохранении высокой степени снижения загрязнений  
на очистных сооружениях, проведены исследования  
физических, химических и массообменных свойств  
вулканических туфов (на примере армянского туфа  
Артикского месторождения). До настоящего време-  
ни туф преимущественно применялся в строитель-  
стве, в отдельных случаях - в качестве фильтрующих  
элементов. Однако данный материал имеет потен-  
циал для использования в системе аэрации.

**Туф** – это пористая порода вулканического  
происхождения, которая образуется вследствие це-  
ментирования рыхлых продуктов вулканических из-  
вержений [3].

Более половины химического состава данной  
горной породы образуется за счёт оксидов кремния  
(49-75 %) и алюминия (8-23 %). Помимо этого в со-  
став камня входят оксиды железа, магния, калия, на-  
трия и других химических элементов в незначи-  
тельных количествах, %: CaO - (1-7), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - (1,95-10,74),

*We investigated the effectiveness of ceramic aerators  
on the basis of the Armenian tuff from the point of view  
of the mass-transfer characteristics as well as on the basis  
of laboratory analysis of the waste water samples in the  
aeration.*

**Key words:** COD, effectiveness of aeration, the  
figures for the main pollutants, artik field, waste water,  
ceramic aerators.

TiO<sub>2</sub> - (0,05-1,2), MgO - (0,02-3,5), SO<sub>3</sub> - (0,02-1,75),  
K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O - (1-10), прочие - (0-18%).

Вулканический туф возник путем смешения  
жидкой лавы с частицами песка и вулканического  
пепла. Эта порода является пористой (пористость  
находится в пределах 21,3-46,6 %), образованной пу-  
тем скрепления тем или иным путём обломочного  
материала. Физико-механические характеристики  
варьируются в зависимости от вида камня. Напри-  
мер, степень спекания, в зависимости от которой  
выделяют спёкшиеся и цементированные разно-  
видности, определяет параметр прочности. Плот-  
ность породы составляет 2400-2610 кг/м<sup>3</sup>; объёмный  
вес варьируется от 1370 до 2050 кг/м<sup>3</sup>. Степень водо-  
поглощения по весу может достигать 23,3 %. Моро-  
зостойкость данного материала невелика – около  
25 циклов заморзания-оттаивания. Коэффициент  
водонасыщения варьируется в пределах 0,57-0,86,  
коэффициент размягчения – 0,72-0,89. Предел проч-  
ности вулканической породы при сжатии составляет  
13,3-56,4 МПа [4].

Исследования проводились по методике пере-  
менного дефицита кислорода в модели аэротенка  
размерами, м: 1,5x0,5x0,45 (h) с использованием в  
качестве катализатора хлористого кобальта. Про-  
ведены исследования на керамических аэраторах  
из армянского туфа Артикского месторождения  
трех моделей: «высокий», оснащенный тремя шту-  
церами - 180x150x35 (h), «низкий», оснащенный  
одним штуцером - 180x150x30 (h), «дисковый»

Таблица 1

Массообменные характеристики керамических аэраторов из армянского туфа Артикского месторождения

Аэратор	Расход, л/мин	Параметрические показатели аэраторов при расходах воздуха, м <sup>3</sup> /ч, и высоте слоя воды 0,45 м			
		$K_{VT}$ , ч <sup>-1</sup>	КПД, %	окислительная способность, кг/ч·м <sup>3</sup>	эффективность аэрации, кгO <sub>2</sub> /(кВт·ч)
«Низкий»	30	2,6	2,6	1,08	2,03
«Высокий»	15	2,06	16,0	0,28	0,52
«Дисковый»	15	1,78	12,1	0,17	0,32

Таблица 2

Концентрации по основным показателям загрязнений сточных вод до и после аэрации

Показатель	До аэрации	После аэрации					
		Δср	13.09.2012 г.	14.09.2012 г.	15.09.2012 г.	16.09.2012 г.	17.09.2012 г.
ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	702,0	160,0	240,0	200,0	160,0	120,0	80,0
БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	284,0	58,88	96,0	56,0	54,4	48,0	40,0
Прозрачность, см	0,4	4,66	1,6	4,8	5,0	5,8	6,1
Взвешенные вещества (100 мл), мг/дм <sup>3</sup>	317,0	59,4	92,0	73,0	54,0	41,0	37,0
Сухой остаток (50 мл), мг/дм <sup>3</sup>	680,0	464,6	514,0	486,0	463,0	438,0	422,0
Прокаленный остаток, мг/дм <sup>3</sup>	423,0	332,0	354,0	340,0	332,0	324,0	310,0
N <sub>2</sub> 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
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
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
H <sub>2</sub> S, мг/дм <sup>3</sup>	1,5	0,12	0,14	0,13	0,11	0,10	0,10
O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	2,7	5,12	4,1	5,0	5,1	5,5	5,9

d=160 мм - h=50 мм. Рабочая высота слоя аэратора соответственно, мм: 40, 20, 30 (табл. 1).

Из полученных данных (табл. 1) следует, что керамические аэраторы из армянского туфа Артикского месторождения характеризуются сравнительно невысокими массообменными показателями.

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 песколовку был погружен керамический аэратор из армянского туфа Артикского месторождения. При этом производился отбор проб сточной воды до аэрации и далее с аэрацией в течение 5 суток в установленное время.

**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. Полученные результаты говорят о целесообразности дальнейших исследований работы керамических аэраторов на базе армянского (артикского) туфа.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мешенгиссер, Ю.М. Теоретическое обоснование и разработка новых полимерных аэраторов для биологической очистки сточных вод: автореф. дис. ... д-ра техн. наук [Текст] / Ю.М. Мешенгиссер. – М.: ФГУП «НИИ ВОДГЕО», 2005.
2. Попкович, Г.С. Системы аэрации сточных вод [Текст] / Г.С. Попкович, Б.Н. Репин. – М.: Стройиздат, 1986. – 133 с.
3. Шуман, В. Мир камня. Горные породы и минералы [Текст] / В. Шуман. – М.: Мир, 1986. - С. 112-114.
4. Заявка на выдачу патента на изобретение №2012150898/05 от 27.11.2012 г. “Способ аэрации воды” / Серпокрялов Н.С., Петросян Г.Г.

© Петросян Г.Г., 2013