

УДК 502/504:628.39

**С. В. ФРИДЛАНД, Л. Ф. ГАЛАНЦЕВА**

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный технологический университет», Республика Татарстан

**А. А. НУРУЛЛИН**

Филиал государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Камская государственная инженерно-экономическая академия», Чистополь, Республика Татарстан

## ПРИМЕНЕНИЕ ИЗВЕСТКОВОГО МЕТОДА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ ФОСФОРА

*Представлены результаты анализа применения известкового метода (введение извести в сточную воду) как в гашеном (известковое молоко), так и в негативном виде с целью очистки сточных вод от фосфатов на разных стадиях технологического процесса в биологических очистных сооружениях.*

*Известковый метод, очистка сточных вод, биологические очистные сооружения, аэротенки, содержание соединений фосфора.*

*There are given results of the analysis of the lime method application (introduction of lime into waste water both in a slaked (lime milk) and negative form) with a purpose of waste water treatment from phosphates at different stages of the technological process at biological treatment facilities.*

*Lime method, waste water treatment, biological treatment facilities, aero tanks, content of phosphor compounds.*

В связи с резко возросшей концентрацией биогенных элементов в сточных водах, поступающих на очистные сооружения, возникает необходимость в совершенствовании технологий, поскольку существующие не обеспечивают достаточной очистки от органических соединений. В первые годы после введения в эксплуатацию городские очистные сооружения справлялись с очисткой сточных вод от соединений азота и фосфора. В 2000 г. концентрация фосфатов в сточных водах, поступающих на станцию, в среднем составляла 10 мг/л, а эффект биологической очистки достигал 80 %, позволяя снижать содержание соединений фосфора до 2 мг/л. В январе 2008 г. концентрация фосфат-ионов на входе в биологические очистные сооружения выросла до 12 мг/л (табл. 1).

В феврале 2008 г. концентрация фосфат-ионов на входе в биологические очистные сооружения (БОС) города Чистополя составила 19 мг/л, а на выходе – 17 мг/л. В рабочие дни в пери-

од с 16.30 до 17.30 наблюдались залповые выбросы фосфатов до 24 мг/л на входе в такие сооружения.

Сточные воды, поступающие на биологические очистные сооружения, представлены в основном хозяйственно-бытовыми и промышленными стоками. Доля промышленных стоков в общем объеме сточных вод достигает 20 %. Предположительно фосфаты сбрасываются сточными водами таких предприятий, как ОАО «Чистопольский хлебозавод», ОАО «Чистопольский маслодельно-молочный комбинат» и др.

Согласно литературным источникам, для доочистки сточных вод от фосфат-ионов применяются в основном химические методы. Чаще всего используются такие реагенты, как известь, соли алюминия и железа. Наиболее распространен известковый метод, преимущество которого заключается в его надежности при сложном составе сточных вод, незначительной чувствительности к органическим примесям, возможности автоматизации и относительной простоте в

**Химический состав сточных вод, поступающих на биологические очистные сооружения города Чистополя**

Ингредиент	Единица измерения	На входе в БОС	На выходе из БОС
Температура	°С	13,5	13,8
pH	—	7,35	7,38
Азот аммонийный	мг/л	52,20	1,20
Азот нитритный	мг/л	0,00	0,073
Азот нитратный	мг/л	0,00	146,00
ХПК	мгОг/л	352,80	56,50
БПК <sub>5</sub>	мгОг/л	267,50	2,20
Взвешенные вещества	мг/л	309,00	6,30
Сухой остаток	мг/л	972,70	1029,00
Хлориды	мг/л	157,70	158,00
Сульфаты	мг/л	205,00	155,00
Железо общее	мг/л	0,76	0,12
Медь	мг/л	< 0,002	< 0,002
Никель	мг/л	< 0,01	< 0,01
Цинк	мг/л	< 0,01	< 0,01
Хром общ.	мг/л	< 0,01	< 0,01
Фосфаты	мг/л	12,00	12,30
СПАВ	мг/л	2,60	0,072
Жиры	мг/л	13,2...30,2	0,36...8,51
Нефтепродукты	мг/л	1,2	< 0,3

эксплуатации [1]. Недостаток метода – образование карбонатных отложений на стенках трубопроводов и коагуляция осадка при вводе извести перед первичными отстойниками [2].

В 2006–2009 гг. на биологических очистных сооружениях Чистополя были проведены испытания по очистке сточных вод от соединений фосфора с помощью известкования на разных стадиях технологического процесса. Известь вводили в сточную воду как в гашеном (известковое молоко), так и в негашеном виде. Эффективность очистки оценивали по изменению значений таких показателей, как pH, ХПК, БПК<sub>5</sub>, азот аммонийный, нитраты, нитриты, сухой остаток. Для определения концентрации фосфат-ионов использовали метод, изложенный в нормативном документе «Методика выполнения измерения массовой концентрации фосфат-ионов в пробах природных и очищенных сточных вод фотометрическим методом восстановления аскорбиновой кислотой ПНД Ф 14.1:2.112–97», химическое потребление кислорода рассчитывали по методике, изложенной в

ПНД Ф 14.1:2.100–97, БПК<sub>5</sub> определяли по ISO 5815.

В мае 2008 г. были отобраны пробы сточной воды на входе в биологические очистные сооружения. К воде добавляли навеску извести, после чего колбы подвергали встряхиванию и отстаиванию. Затем осветленную часть суспензии анализировали на содержание фосфат-ионов, подвергали биологической очистке в искусственно созданной среде с активным илом и снова анализировали на содержание фосфатов в очищенной сточной воде.

Эксперименты показали нецелесообразность введения извести в процесс очистки сточных вод на входе в очистные сооружения и непосредственно перед аэротенками. Биологическая очистка практически не влияла на содержание фосфатов в сточной воде, на 55,56 % предварительно очищенной от данного компонента известью. Так, если концентрация фосфатов в обработанной известью сточной воде перед аэротенками составляла 7,6 мг/л, то после аэротенков – 7,08 мг/л (табл. 2).

Таблица 2

**Результаты анализа применения известкового метода с целью очистки сточных вод от фосфатов на разных стадиях технологического процесса в биологических очистных сооружениях**

Пункт взятия пробы	Ингредиенты	С <sub>нач</sub>	Добавка реагента, г					
			0,2		0,6		1,0	
			С <sub>к</sub>	η, %	С <sub>к</sub>	η, %	С <sub>к</sub>	η, %
До биологической очистки	pH	7,75	8,55	—	8,96	—	9,10	—
	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л	17,10	12,85	24,85	5,50	67,84	2,52	85,26
После биологической очистки	pH							
	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л	15,30	10,30	32,68	7,25	52,61	6,04	60,52

Сточная вода, очищенная от фосфатов на 85,26 %, в аэротенках получает вторичное загрязнение, и эффективность очистки снижается до 60,52 %. Таким образом, концентрация фосфат-ионов, сниженная известью с 17,1 до 2,52 мг/л, после аэротенков увеличивается до 6,04 мг/л.

Эффективность проведенных исследований по очистке сточных вод от

фосфатов известковым методом после аэротенков оценивали по остаточной концентрации ионов PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> – ионов в растворе, по изменениям значений ХПК и сухого остатка. Анализы испытуемых проб проводили ежедневно.

Испытания показали высокую степень очистки сточных вод от фосфатов, а также снижение показателей ХПК и сухого остатка (табл. 3).

Таблица 3

**Результаты анализа применения известкового метода после аэротенков с целью очистки сточных вод от фосфатов**

Ингредиенты	С <sub>н</sub> , мг/л	Период времени Т, ч							
		1		2		3		4	
		С <sub>к</sub>	η, %	С <sub>к</sub>	η, %	С <sub>к</sub>	η, %	С <sub>к</sub>	η, %
С добавлением реагента m = 5 г									
Т, °С	12,00	15,50	—	—	—	—	—	—	—
pH	7,26	8,42	—	—	—	—	—	—	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л	9,6	8,64	10,00						
ХПК, мгО2/л	156,25								
Сухой остаток, мг/л	787,00								
С добавлением реагента m = 10 г									
Т, °С	12,00	15,50	—	18,00	—	19,00	—	20,00	—
pH	7,26	8,21	—	8,80	—	8,74	—	8,76	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л	9,6	4,16	99,60	2,99	99,71	2,30	99,78	1,50	99,86
ХПК, мгО2/л	156,25	93,24	—	53,76	—	53,12	—		
Сухой остаток, мг/л	787,00	843,00	—	845,00	—	876,00	—		
С добавлением реагента m = 20 г									
Т, °С	12,00	17,00	—	19,00	—	20,00	—	20,50	—
pH	7,26	9,65	—	9,84	—	9,6	—	9,48	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л	9,6	0,72	99,93	0,61	99,94	0,60	99,94	0,60	99,94
ХПК, мгО2/л	156,25	319,20	—	195,25	—	200,90	—	—	—
Сухой остаток, мг/л	787,00	918,00	—	947,00	—	955,00	—	—	—

Эффект очистки путем введения сухого реагента из расчета 10 г на литр после аэротенков достиг 99,6 %.

#### Список литературы

1. Сапожникова, Е. Н. Анализ эффективности реагентных методов удаления ионов тяжелых металлов из сточных вод [Текст] / Н. Н. Красногорская, С. В. Пестриков, Э. Ф. Легуш, Е. Н. Сапожникова // Безопасность жизнедеятельности. – 2004. – №3. – С. 21–22.

2. Лукиных, Н. А. Методы удаления из сточных вод питательных веществ [Текст] / Н. А. Лукиных,

Б. П. Липман, В. П. Криштул. – М. : Стройиздат, 1978. – С. 108–110.

Материал поступил в редакцию 29.03.09.

**Фридланд Сергей Владимирович**, доктор химических наук, профессор

E-mail: fridland@KSTY.ru

Тел. 8(843)231-40-97

**Нуруллин Анас Абдрахманович**, кандидат биологических наук, доцент

Тел. 8 (84342) 5-02-10

E-mail: ch.ineka@mail.ru

**Галанцева Лилия Фагимовна**, аспирантка

Тел. 8 (927) 240-41-19

E-mail: galancvalyly@mail.ru

УДК 502/504:504.53.06

#### С. В. ВАСИЛЕНКОВ

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Брянская государственная сельскохозяйственная академия»

### ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПОЛИВНОЙ ВОДЫ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЦЕЗИЯ-137 ИЗ ПОЧВЫ

*Описано влияние на интенсивность вымыва цезия из почвы водопроводной, снеговой, дождевой, дистиллированной воды, поверхностных вод открытых водоемов, бытовых сточных вод и животноводческих стоков. Поливы снеговой водой более эффективны, чем дождевой, а дистиллированная вода лучше снеговой. Эффективны бытовые сточные воды и животноводческие стоки. Значительно усиливает выщелачивание радионуклидов обработка воды ультразвуком, насыщение воздухом, внесение удобрений, известки.*

*Выщелачивание цезия, качество воды, обработка интенсификаторами.*

*There is described an influence of tap, snow, rain, distilled, surface water of open ponds, household sewage and cattle effluents on the intensity of caesium washing out from soil. Snow water irrigation is more efficient than rain water, and the distilled water is better than the snow one. Household sewage and cattle effluents are effective. The ultrasonic water treatment, air saturation, introduction of fertilizers, lime significantly intensify leaching of radionuclides.*

*Caesium leaching, quality of water, treatment with intensifiers.*

По данным НКДАР ООН, влияние содержащихся в воде природных радионуклидов калия-40, трития, углерода-14 и искусственных цезия-137, стронция-90 на суммарную дозу облучения населения пренебрежимо мало.

Содержание природных радионуклидов в воде источников орошения при сбросах производственными предприятиями загрязняющих веществ повышается, а искусственные радионуклиды могут накапливаться в воде из-за