

## РАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Урецкий Е. А.,<sup>1</sup> Мороз В. В.,<sup>2</sup> Яскевич Я. М.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Белорусская инженерная технологическая академия

<sup>2</sup> УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест

<sup>3</sup> Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Известно, что очистка сточных вод от простых фторидов осуществляется переводом фторид-ионов в малорастворимые в воде соединения, выпадающие в осадок. Для этой цели в качестве реагента используют известь (известковое молоко) или растворимые в воде соли кальция. Основная реакция осаждения фторида кальция:



Произведение растворимости  $\text{CaF}_2$  равно  $4 \cdot 10^{-11}$ , соответственно растворимость его в воде при  $20^\circ\text{C}$  составляет  $16 \text{ мг/дм}^3$ , вследствие чего остаточная концентрация фторид-ионов в обработанной таким образом воде равна  $8 - 9 \text{ мг/дм}^3$  [1].

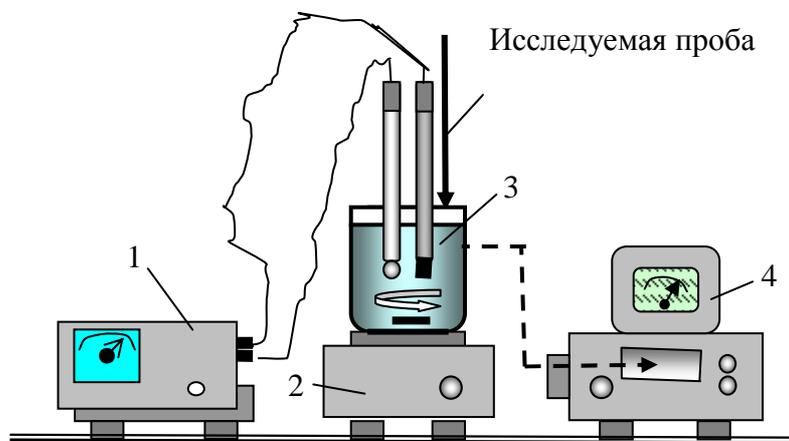
По существующим предельно-допустимым нормам концентрация фторидов не должна превышать  $1,5 \text{ мг/дм}^3$ . Следовательно, очищаемая осаднением фторида кальция вода должна быть доочищена или разбавлена в 6 раз. При концентрациях фтора более  $50 \text{ мг/дм}^3$  традиционно реагентная очистка промывных фторсодержащих сточных вод производится в два этапа [1,2].

На первом этапе сточные воды обрабатываются известью при  $\text{pH} = 10,5-11$  и отстаиваются с доведением концентраций по фтору до  $20 \text{ мг/дм}^3$ . На втором этапе сточные воды обрабатываются либо раствором сернокислого алюминия при  $\text{pH} = 6,0 - 7,0$ , либо раствором двухосновного фосфорнокислого натрия  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  или суперфосфата  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  в щелочной среде.

После второго этапа также производится отстаивание, в результате которого содержание фторидов в сточных водах снижается до  $1,5 \text{ мг/дм}^3$ .

Авторами статьи была опробована очистка фторсодержащих сточных вод в один этап с последующей их обработкой с кислотнo-щелочными сточными водами. При этом было достигнуто снижение концентрации фторидов до  $1,5 \text{ мг/дм}^3$ .

Работу проводили, используя опытную установку, показанную на рис. 1.



1 – иономер ЭВ-74; 2 – магнитная мешалка; 3 – стакан с исследуемой пробой;  
4 – фотоэлектрокалориметр КФК-2

**Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки**

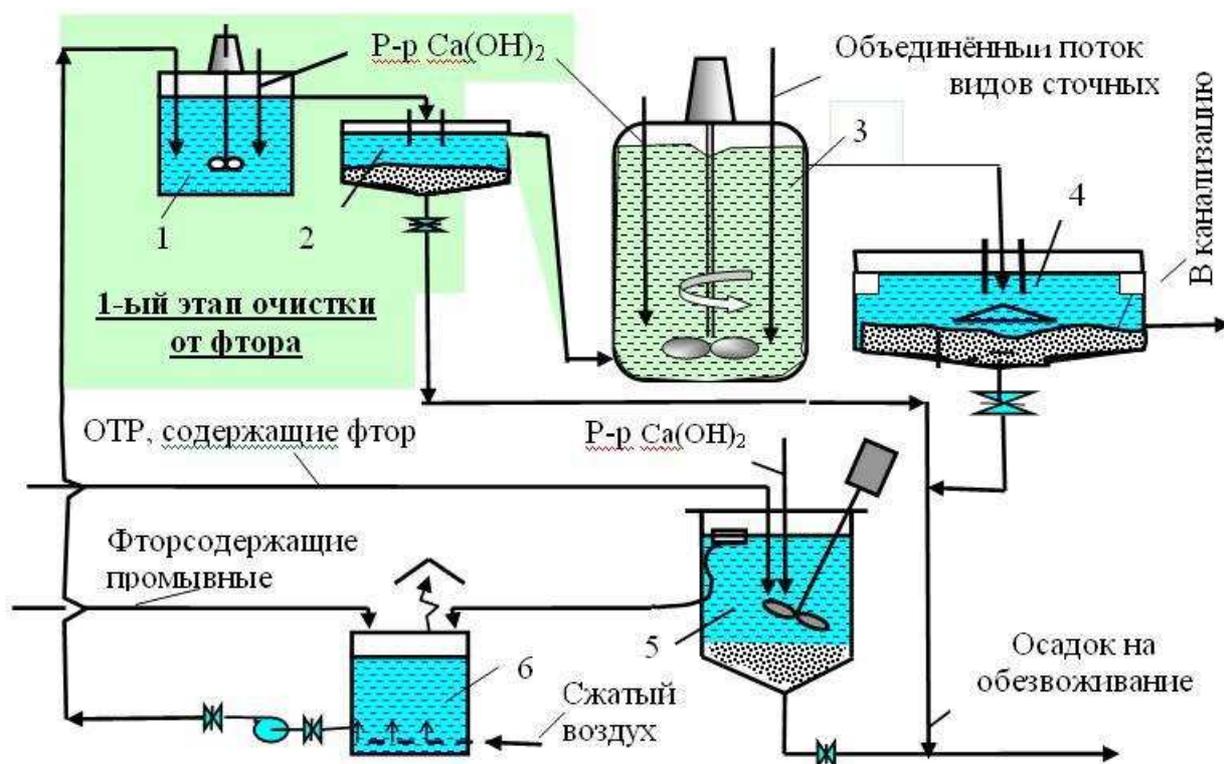
Таблица 1 – Результаты совместной обработки фторсодержащих и кислотно-щелочных сточных вод

Исходный фторсодержащий сток		Исходный фторсодержащий сток, разбавленный дистиллированной водой		Совместно обработанный сток кислотно-щелочными (натурный сток)		
$pH_{исх}$	Содержание фтора, мг/дм <sup>3</sup>	Соотношение стоков	Содержание фтора, мг/дм <sup>3</sup>	Соотношение стоков	$pH$	Содержание фтора, мг/дм <sup>3</sup>
6,16	3,30	1:5	0,67	1:5	8,56	0,20
6,21	5,60	1:5	1,1	1:5	8,60	0,54
6,30	7,92	1:5	1,6	1:5	8,62	1,1
6,15	19,70	1:5	3,9	1:5	8,52	1,46
6,32	20,90	1:5	4,2	1:5	8,50	1,49

Определение концентрации фтора осуществлялось потенциометрическим методом, используя систему, состоящую из измерительного фторидного электрода и вспомогательного хлорсеребряного по ГОСТ 4386-81. Результаты обработки фторсодержащих сточных вод, после первого этапа их обезвреживания, кислотно-щелочными сточными водами приведены в таблице.

Согласно проведенным исследованиям было установлено, что после обезвреживания фторсодержащих сточных на первом этапе, и последующей их совместной очистке с кислотно-щелочными сточными водами, в обработке их на втором этапе нет необходимости

На основании проведенных исследований была разработана рациональная технология обработки фторсодержащих сточных вод, которая приведена на рис. 2.



1 – Реактор 1-ой степени; 2 – отстойник 1-ой степени сточных вод, содержащих фтор; 3 – реактор-нейтрализатор всех видов сточных вод; 4 – отстойник всех видов сточных вод; 5 – реактор-декантатор фторсодержащих ОТР; 6 – приемная ёмкость промывных фторсодержащих стоков и декантата из поз. 6

Рисунок 2 – Рациональная схема обработки фторсодержащих сточных вод

## **Выводы**

Внедрение рациональной технологии очистки фторсодержащих сточных вод реагентным способом позволило:

- отказаться от второй ступени очистки фторсодержащих сточных вод;
- значительно снизить аппаратное оформление способа очистки сточных вод от фтора;
- обойтись без товарных реагентов  $Al_2(SO_4)_3$  и  $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ ;
- многократно снизить вторичное загрязнение сточных вод алюминием и фосфатами.

Рациональная технология очистки фторсодержащих сточных совместно с кислотно-щелочными внедрена и успешно функционирует на Брестском электромеханическом заводе [3, 4].

## **Список использованных источников**

1. Рекомендации по проектированию водоснабжения и канализации цехов гальванических покрытий / Госстрой СССР, ГПИ "САНТЕХНИИПРОЕКТ".БЗ-79. – М., 1992.
2. Урецкий, Е.А. Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий: монография – Брест: Изд-во БрГТУ, 2008. – 320 с.
3. Гогина, Е.С. Ресурсосберегающие технологии промышленного водоснабжения и водотведения: справочное пособие / Е.С. Гогина, А.Д. Гуринович, Е.А. Урецкий. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2012. – 312 с.
4. Урецкий, Е.А. Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий: монография. – Germany: изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 360 с. с илл.

УДК 628.196

## **КОАГУЛЯНТЫ ИЗ ОТХОДОВ ВОДОПОДГОТОВКИ**

**Осинин М. С.**

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В процессе водоподготовки для очистки воды, преимущественно из поверхностных источников, используются коагулянты. Данные отходы относятся к 3 классу опасности. Объем образования данных отходов составляет 5800 т/год (по данным за 2014 год).

В нашей стране данные отходы полезно не применяются. Однако на сегодняшний день предложены различные варианты их использования. Перспективность этого также может быть подкреплена тем фактом, что данные отходы имеют достаточно постоянный состав с преимущественным содержанием кальция, железа и алюминия. Для данных отходов преимущественно проработаны направления использования при получении различных строительных материалов [1]. В то же время существует ряд публикаций, посвященных исследованию процессов получения коагулянтов из данных отходов и других отходов, образующихся в процессах водоподготовки [2–7]. Одной из основных стадий получения коагулянтов из отходов является выщелачивание из них целевых металлов (железо, алюминий). Ранее нами было исследовано кислотное выщелачивание железа из осадков коагуляции поверхностных вод [8]. Целью данной работы является сравнительный анализ полученного коагулянта с товарными сульфатами железа и алюминия.

Коагулянт готовился из осадков коагуляции поверхностных вод, в его составе 16,7 мас.% алюминия и 7,4 мас.% железа. Поскольку в составе отхода находится кальций, то выщелачивание проводили серной кислотой. Из результатов кислотного