УДК 504.064.4; 504.064.043:62/69

А.С.ЧУГУНОВ

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

ОЧИСТКА ЖИДКИХ ОТХОДОВ, СОДЕРЖАЩИХ ИОНЫ ПОЛИВАЛЕНТНЫХ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «БЕЗРЕАГЕНТНЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ

Данными по стационарной концентрации ионов поливалентных металлов и рабочей обменной емкости показано, что наиболее приемлемыми ионитами для организации очистки производственных стоков от нормируемых примесей являются комплексообразующие иониты. Разработана технология регенерации ионитов, обеспечивающая получение выделяемых примесей в виде шлама, безопасного при долговременном хранении и захоронении.

By the data on stationary concentration of ions of polyvalent metals and working exchange capacity it is shown, that the most comprehensible ionites for the organization of clearing of industrial drains from normalized impurity are complexing ionites. The technology of regeneration ionites, providing reception of allocated impurity as slim, safe is developed at long-term storage and a burial place.

Содержащие ионы поливалентных металлов жидкие отходы образуются на многих производствах.

Поступление соединений переходных металлов на станции биологической очистки сточных вод населенных пунктов нормативно ограничивается. Значения допустимых концентраций (ДК) металлов в поступающих на станции очистки Санкт-Петербурга сбросных водах согласно приказу Комитета по управлению городским хозяйством администрации Санкт-Петербурга от 25 ноября 1996 г. № 201 (с изменениями от 28 ноября 1997 г. и 3 марта 1999 г.) следующие:

Загрязняющее вещество	ДК, мг/дм^3
Железо общее	1,1
Медь	0,02
Никель	0,005
Цинк	0,07
Хром (3+)	0,003
Свинец	0,004
Кадмий	0,0002
Ртуть	0,0001
Марганец	0,1

Традиционные методы очистки жидких отходов, основанные на методах осаждения и осветления образующихся суспензий гравитационными и фильтрационными методами, не позволяют обеспечить заданного качества сбросных вод. Хорошие результаты дает использование ионообменных технологий, причем следует отметить, что практически всегда под этот термин подпадают и технологии, определяемые разработчиками как сорбционные.

Основным критерием, который должен быть поставлен во главу угла при разработке систем очистки жидких отходов и сточных вод, является гарантированная максимальная эффективность работы при минимальных себестоимости и трудозатратах.

С практической точки зрения это означает соблюдение следующих требований:

- выбор фильтрующих загрузок или их комбинаций с высокими значениями рабочей динамической обменной емкости системы;
- проведение регенерации фильтрующей загрузки в условиях, при которых контролируемые ионы выделяются в самостоятельную фазу в той или иной химической форме;
- использование методов и технических средств, позволяющих восстанавливать свойства регенерационных растворов с од-

новременным переводом извлекаемых ионов в самостоятельную фазу.

Следует отметить, что к собственно методам очистки любых жидких отходов относятся только те, которые обеспечивают или разрушение токсикантов, или их перевод в химически и биологически инертную формы. По отношению к ионам поливалентных металлов это означает перевод их в такую химическую форму, которая бы исключала сколь-либо значимое взаимодействие с объектами биосферы, т.е. в форму практически нерастворимых в водных средах соединений. Это означает, что собственно очистку обеспечивают только процессы осаждения. Все остальные методы, в том числе и ионообменые, должны рассматриваться только как методы *концентрирования*, способствующие эффективному протеканию тех или иных процессов осаждения.

В настоящей работе использовались иониты с различным типом ионогенных групп: универсальные сульфокатионит КУ-2 и карбоксильный катионит с группами метакриловой кислоты КБ-4, комплексообразующий фосфорнокислотный катионит «Термоксид-3А», хелатообразующие карбоксильный катионит с группами акриловой кислоты КБ-2 и полиамфолит с группами типа иминодиуксусной кислоты «Purolite S-930».

Значения динамической обменной емкости (ДОЕ) ионитов рассчитывалось численным интегрированием выходных кривых фильтрования до концентрации извлекаемого иона, превышающей стационарную не более чем на 10 %, и выходных кривых регенерации ионитов. Значения стационарных концентраций ионов в фильтрате и рабочих динамических емкостей для исследованных ионитов приведены в табл.1.

Анализ полученных данных показал, что широко применяемые иониты общего назначения КУ-2 и КБ-4 не обеспечивают получения фильтрата с требуемым качеством. Обладая высокими значениями обменной емкости, эти ионообменные материалы могут рассматриваться в качестве фильтрующей загрузки первой ступени очистки, обеспечивающей снижение солевой нагрузки на системы тонкой очистки.

Комплексообразующие иониты позволяют получить фильтрат заданного качества, но в нейтральных растворах из-за относительно невысокой динамической обменной емкости могут использоваться только на стадии тонкой очистки, на которой низкие входные концентрации примесей обеспечивают практически приемлемое время фильтроцикла.

Таблица 1

Рабочие характеристики ионитов

Ионит	Функциональная группа	Стационарная концентрация в фильтрате, мкг/дм^3	Рабочая ДОЕ, экв/м^3
КУ-2	$–SO_3H$	18,2	620
КБ-4	$–PO(OH)_2$	24,4	480
КБ-2	–COOH	4,2	890
Термоксид-3А	–COOH	1,6	890
Purolite S-930	$–N(CH_2COOH)_2$	0,89	620

Таблица 2

Основные показатели регенерации ионитов

Ионит	Регенерирующий раствор	Восстановленная рабочая обменная емкость, экв/м^3	Средний удельный расход количества электричества, А·ч/экв
КУ-2	Католит	590	32,6
КБ-2	Анолит	880	27,4
Термоксид-3А	Анолит	720	29,7
Purolite S-930	Анолит	620	26,9

Регенерация ионитов осуществлялась в динамических условиях 10-процентным раствором сульфата натрия. Раствор подавался на вход электродных камер диафрагменного электролизера. Диафрагмой служила катионопроницаемая ионогенная мембрана МК-40. Католит подавался на вход фильтра первой ступени, а анолит – на вход фильтра второй ступени. При смешении отработанных регенерационных растворов во всех случаях наблюдалось выделение оксигидратных соединений переходных металлов. Значения восстановленной рабочей динамической обменной емкости ионитов после десяти циклов регенерации одним и тем же восстановляемым солевым раствором приведены в табл.2.

Анализ полученных данных показывает, что восстановление рабочих характеристик ионитов разрабатываемым методом протекает с близким к теоретически возможному удельным расходом электричества, что делает метод экономически и экологически оправданным.