

Пойта Л.Л.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РЕГЕНЕРАЦИИ ПРИ ДООЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Одним из перспективных направлений в области доочистки сточных вод предприятий машиностроения является применение ионообменного метода, позволяющего удалить из сточных вод ионы металлов и повторно использовать очищенную воду.

Большое значение при внедрении ионообменной технологии очистки сточных вод имеют исследование и разработка технологических режимов регенерации ионообменных материалов, позволяющих достигать высокой обменной емкости ионитов с одновременным уменьшением количества регенерирующих реагентов. Как показал литературный обзор [1-4], стоимость регенерирующих реагентов составляет до 50% стоимости очистки воды. В связи с этим в разработке ионообменной технологии очистки сточных вод приобретает актуальность проблема совершенствования процесса регенерации ионитов.

Для изучения процесса регенерации ионитов были проведены экспериментальные исследования по определению степени регенерации катионита КУ-2-8 в зависимости от затрат серной кислоты, ее оптимальной концентрации, а также полной обменной емкости (ПОЕ) катионита при очистке сточных вод от ионов меди.

В исследованиях использовали образцы товарного катионита КУ-2-8. Учитывая, что он обладает недостаточной механической прочностью (если зёрна меньше 0,3 мм, то годовой износ катионита составляет ориентировочно 15-20%), предварительно до начала исследований производился рассев воздушно-сухого катионита на ситах калибром 0,5 и 1 мм и для опытов отбиралась фракция с размером частиц 0,5...1,0 мм.

Исследования проводились на лабораторных колонках диаметром 25 и 20 мм. Модельный сток, подлежащий очистке, имел концентрацию 1000 мг/л ионов меди. Опыты проводились до полного насыщения катионита (определялась ПОЕ). Концентрация ионов меди определялась по стандартной методике с дитиокарбонатом натрия на фотоэлектрокалориметре ФЭК-56М. После насыщения катионит тщательно отмывали дистиллированной водой до отсутствия меди на качественную реакцию.

Регенерация состояла из следующих операций: взрыхления катионитного материала; пропуска регенерационного раствора и отмывки. Регенерацию катионита проводили растворами серной кислоты различной концентрации при скорости фильтрации 3 м/ч. Степень регенерации вычисляли как

Таблица 1. Опытные данные определения полной обменной емкости катионита.

Технологические характеристики	Ед. изм.	Номера опытов									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр колонки	см	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Высота слоя катионита	см	12	12	13	12,5	8	7,8	8,5	8,5	8,9	8,8
Вес катионита	г	30	30	30	30	20	20	20	20	20	20
Скорость фильтрации	м/ч	4,23	3,62	4,37	4,12	4,08	2,71	8,21	6,92	6,44	8,2
Объем фильтрата	л	3,518	3,55	4,0	4,0	3,0	3,045	3,02	3,0	3,0	3,02
Концентрация модельного раствора	мг/л	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Концентрация фильтрата	мг/л	77,1	77,3	145	123	210	200	104	104	202	186,75
Сорбировано ионов меди	мг	33873	3418	3420	3508	2340	2405	2706	2689	26977	2456
Обменная емкость катионита	мг/л	112,9	113,95	114	116,9	117	120,25	135,3	134,45	132,85	128,8
Обменная емкость катионита	мг-экв/л	3,55	3,58	3,588	3,68	3,68	3,784	4,258	4,23	4,244	3,87
% от веса сухой смолы	%	11,29	11,39	11,4	11,69	11,7	12,029	13,53	12,44	13,48	12,28
Технологические характеристики	Ед. изм.	Номера опытов									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Диаметр колонки	см	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Высота слоя катионита	см	9,0	8,5	8,8	8,2	8,5	8,5	8,7	8,7	8,8	8,7
Вес катионита	г	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Скорость фильтрации	м/ч	9,41	7,67	8,5	9,84	8,75	7,16	6,39	3,74	7,55	7,98
Объем фильтрата	л	3,0	3,01	3,05	3,05	3,07	3,035	3,03	3,03	3,024	3,0
Концентрация модельного раствора	мг/л	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Концентрация фильтрата	мг/л	223,6	197	193	188	181	164	160	146	175	150
Сорбировано ионов меди	мг	2500	2539	2421	2436	2524	2537	2059	2134	2495	2550
Обменная емкость катионита	мг/л	125,0	127,0	121,8	126,8	126,3	126,7	102,98	106,7	124,74	127,5
Обменная емкость катионита	мг-экв/л	3,94	4,0	3,82	3,835	3,9	3,95	3,241	3,358	3,925	4,012
% от веса сухой смолы	%	12,5	12,7	12,11	12,18	12,63	12,69	10,3	10,67	12,474	12,75

Пойта Людмила Лаврентьевна, доцент каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

отношение количества десорбированных ионов к количеству ионов меди сорбированных катионитом. Удельный расход кислоты определяется как отношение затрат кислоты (в экв), пошедшей на регенерацию, к количеству сорбированных ионов (в экв), т.е. как отношение практических затрат кислоты к теоретическому ее расходу.

Результаты опытов по определению полной обменной емкости катионита представлены в таблице 1.

Как показали проведенные исследования, ПОЕ катионита по иону меди составляет 11,3-13,5% от веса сухой смолы, что соответствует 3,55-4,25 мг-экв/г.

Изучено влияние концентрации раствора серной кислоты на динамику процесса десорбции. Интегральные выходные кривые динамики процесса десорбции представлены на рис.1. Повышение концентрации раствора кислоты снижает потребный ее объем и тем самым продолжительность регенерации при постоянной скорости фильтрования, что свидетельствует об интенсификации процесса десорбции с повышением концентрации. Применение кислоты низкой концентрации (0,1н) нецелесообразно, т.к. для достижения приемлемой степени регенерации требуются большие объемы раствора. Большая крутизна кривых для высоких концентраций кислоты не значит, что более концентрированные растворы кислоты наиболее выгодны в практическом отношении, поскольку стоимость регенерации в основном зависит от затрат реагента (от удельного расхода кислоты на регенерацию).

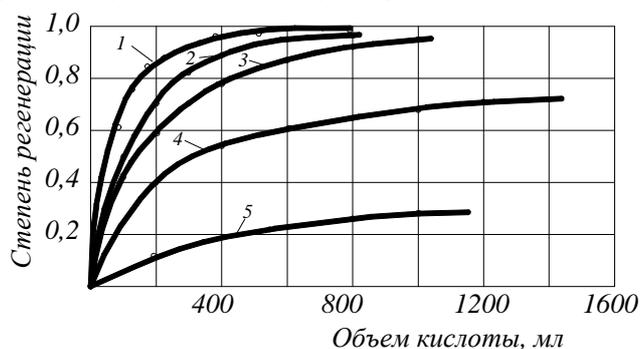


Рис. 1. Интегральные кривые динамики процесса десорбции. 1-3н H₂SO₄; 2-2н H₂SO₄; 3-1н H₂SO₄; 4-0,5н H₂SO₄; 5-0,1н H₂SO₄.

На рис.2 представлена зависимость степени регенерации катионита от удельного расхода кислоты. Как следует из графика, независимо от концентрации кислоты при увеличении ее удельного расхода степень регенерации катионита возрастает. Наиболее эффективно кислота используется при 75-80%-ной степени регенерации, повышение степени регенерации свыше 85% резко увеличивает удельный расход кислоты и в практике очистки сточных вод вряд ли целесообразно, т.к. приведет к большим затратам кислоты на регенерацию.

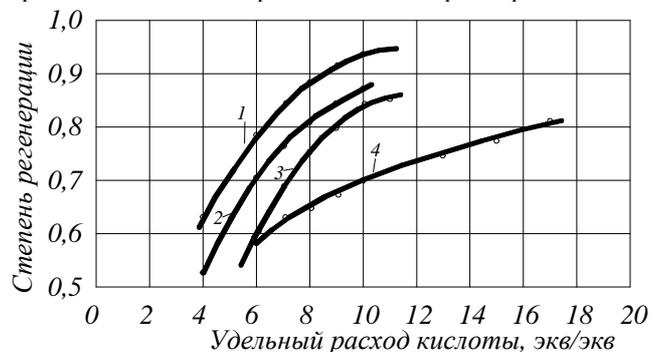


Рис. 2. Влияние удельного расхода кислоты на степень регенерации катионита. 1-1н H₂SO₄; 2-2н H₂SO₄; 3-3н H₂SO₄; 4-0,5н H₂SO₄.

Влияние концентрации кислоты на ее удельный расход представлено на рис. 3. Из рисунка видно, что зависимость удельного расхода кислоты от ее концентрации при постоянной степени регенерации имеет минимум. Наименьший расход кислоты соответствует 1 нормальной концентрации кислоты и составляет 4,8 и 6,25 эквивалентов на эквивалент сорбированных ионов соответственно для 70 и 80% степени регенерации. Вблизи точки минимума имеется довольно широкая область оптимальных концентраций (широкая область концентраций, близких к минимальной). Наблюдается резкое увеличение затрат кислоты при уменьшенной концентрации кислоты по сравнению с оптимальной и сравнительно небольшое увеличение затрат кислоты при увеличении концентрации кислоты. Применение кислоты более высокой концентрации по сравнению с оптимальной значительно интенсифицирует процесс регенерации при небольшом увеличении затрат реагента, однако вряд ли будет целесообразным, т.к. приведет к повышенному разрушению зерен катионита в результате резкого изменения их объема при регенерации.

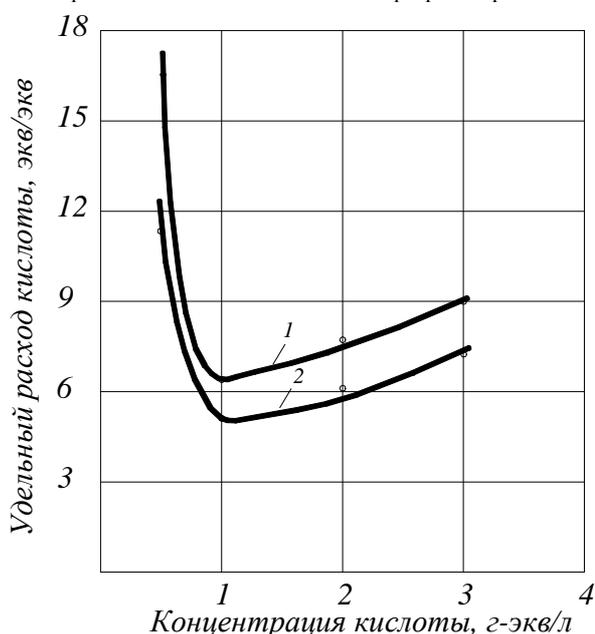


Рис. 3. Влияние концентрации кислоты на ее удельный расход. 1-степень регенерации 80%, 2-степень регенерации 70%.

Выводы

1. Определена полная обменная емкость катионита КУ-2-8 по ионам меди, которая составляет 11,3-13,5% от веса сухой смолы, что соответствует 3,55-4,25 мг-экв/г.
2. Степень регенерации катионита возрастает с повышением удельного расхода серной кислоты, повышение концентрации кислоты интенсифицирует процесс десорбции ионов меди.
3. Установлено, что оптимальной концентрацией серной кислоты при десорбции меди является 1 нормальная.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Очистка сточных вод предприятий машиностроительной промышленности. – М., 1977, 126с.
2. Пашков А.Б., Замбровская Е.В., Медведев И.Н. Ионообменная очистка сточных вод гальванических и металлургических производств. «Пластические массы», №5, 1975, с.55-56.
3. Салдадзе К.М., Пашков А.Б., Титов В.С. Ионообменные высокомолекулярные соединения. – М.: Госхимиздат, 1960, 94с.
4. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / Под ред. Самохина В.Н. – М.: Стройиздат, 1981, 638с.