

УДК 628.16

**СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ И СБРОСА  
В СТОКИ ХЛОРИДОВ  
В ПРОЦЕССАХ УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ**

*С.А. КЛЮЕВ, П.П. ВЛАСОВ, В.П. ПАНОВ*

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

В современной технологии умягчения воды, широко используемой на предприятиях текстильной промышленности, применяют Na-катионитовые фильтры, позволяющие практически полностью удалить из воды соли жесткости, то есть исключить возможность их влияния на качество продукции [1]. Эксплуатация таких фильтров требует использования 8...12%-ных растворов хлорида натрия в качестве регенерирующего агента. Как показывает практика, отработанные регенерационные растворы (ОРР) содержат 75...95 г/л хлорида натрия, которые сбрасываются в природные водоемы либо в сточные воды. Рекуперация и повторное использование таких растворов позволит снизить нагрузку на окружающую природную среду, экономить сырьевые и энергетические ресурсы

предприятия, а также уменьшить плату за сброс хлоридов.

Предлагают регенерировать отработанные регенерационные растворы известково-содовым способом [2], [3]. При такой обработке растворов не достигается полноты осаждения кальция и магния (остаточная жесткость на уровне 3...5 мг-экв/л), в том числе из-за высокого pH растворов после введения реагентов, что требует для повторного использования растворов NaCl нейтрализации их соляной кислотой [4].

Проведенные лабораторные исследования и опытно-промышленная проверка технологии регенерации ОРР показали возможность регенерации подобных растворов только содой. Технологическая схема опытно-промышленной установки представлена на рис.1.

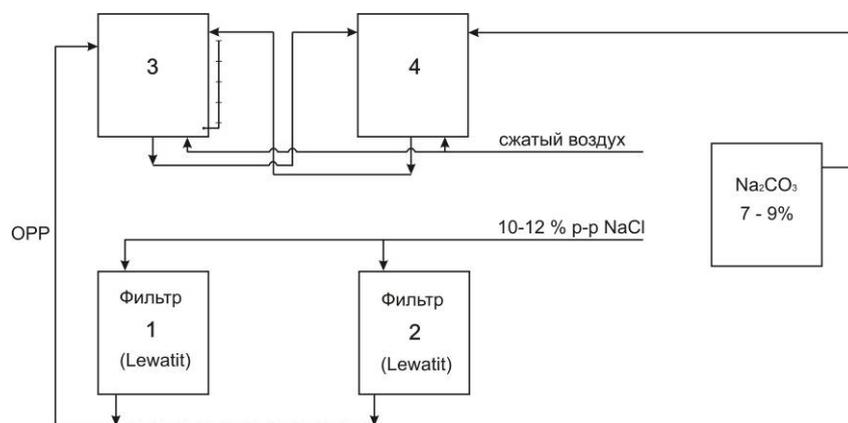


Рис. 1

Наиболее концентрированная часть отработанного солевого раствора ( $\approx 10 \text{ м}^3$ ) с Na-катионитового фильтра 1 или 2 подавалась в емкость №3, где с помощью сжатого воздуха происходило перемешивание и усреднение. После заполнения емкости №3 проводился анализ суммарного содержания ионов кальция и магния для дальнейшего расчета эквивалентного количества раствора 7...9 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , необходимого для осаждения ионов, определяющих жесткость.

Часть усредненного и проанализированного ОРР хлорида натрия ( $V = 4 \text{ м}^3$ ) из емкости №3 перекачивалась в емкость №4 для проведения реакции осаждения при

подаче содового раствора в количествах 20...40 л/мин. Перемешивание обеспечивалось сжатым воздухом. По мере подачи эквивалентного или избыточного количества соды (50, 100, 150, 200% от стехиометрии на исходное количество ионов жесткости), необходимого для более полного осаждения карбоната кальция и гидроксокарбоната магния, проводился отбор проб и последующий анализ системы на содержание кальция, магния и хлорид-иона, а также определялась скорость отстаивания твердой фазы. Подача соды прекращалась при достижении ее концентрации 10...11 г/л. (табл. 1 – стадия введения реагента-осадителя в ОРР хлорида натрия).

Т а б л и ц а 1

Введение содового раствора, % от стехиометрического количества $\Sigma (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	$\text{Ж}_{\text{общ}}$ , мг-экв/л	$\text{Mg}^{2+}$ , мг-экв/л	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ , г/л	$\text{NaCl}$ , г/л	Примечание
Стадия введения реагента-осадителя в ОРР хлорида натрия					
Исходный ОРР хлорида натрия ( $V = 4 \text{ м}^3$ )	402	112	-	75	-
50	313	112	0,1	73	-
100	107	75	2,1	36	$V_{\text{осветл}} \approx 1 \text{ мм/с}$
150	80	51	5,3	61	$V_{\text{осветл}} \approx 1 \text{ мм/с}$
200	30	15	1,9	44	-

Оставшаяся часть ОРР хлорида натрия из емкости № 3 перекачивалась в емкость № 4, где проходил и процесс осаждения при снижении избыточной щелочности

(табл. 2 – стадия смешения рекуперированного раствора с исходным ОРР хлорида натрия).

Т а б л и ц а 2

Введение исходного ОРР на снижение щелочности, % от стехиометрического количества соды	$\text{Ж}_{\text{общ}}$ , мг-экв/л	$\text{Mg}^{2+}$ , мг-экв/л	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ , г/л	$\text{NaCl}$ , г/л	Примечание
Стадия смешения рекуперированного раствора с исходным ОРР хлорида натрия					
25	40	20	5,3	55	-
39	56	26	2,8	58	$V_{\text{осветл}} \approx 1 \text{ мм/с}$
47	66	35	2,9	61	$V_{\text{осветл}} \approx 1 \text{ мм/с}$
65	86	54	2,4	70	-
75	115	86	1,6	70	-

Наилучшие результаты по величинам показателей: щелочности, общей жесткости и концентрации хлорида натрия обеспечиваются при смешении двух частей ОРР – исходного и обработанного небольшим избытком соды, при котором данные показатели приобретают значения  $\text{Щ} = 2,8...2,9 \text{ г/л}$ ,  $\text{Ж}_{\text{общ}} = 56...66 \text{ мг-экв/л}$ ,  $C_{\text{NaCl}} = 58...61 \text{ г/л}$ .

Так как часть регенерационных растворов  $\text{NaCl}$  теряется со слабыми растворами, промывными водами, то по технологии водоподготовки на производстве для обеспечения необходимого количества регенерационного раствора вводится часть свежего раствора  $\text{NaCl}$ , вследствие чего приготовленный для регенерации Na-катионитовых фильтров раствор, обрабо-

танный предложенным методом, будет разбавляться. Жесткость снизится до 28...30 мг-экв/л. Следует отметить, что промышленные испытания проведены для условия умягчения исходной воды, в которой более четверти общей жесткости приходилось на ионы  $Mg^{2+}$ , что существенно усложняет процесс, из-за худшего осаждения гидрокарбоната магния, для осаждения которого требуются более высокие значения рН. Для вод, в которых относительное содержание магния меньше, эффективность процесса выше и можно обеспечить, при осаждении солей жестко-

сти, существенно меньшие значения остаточной жесткости.

В работе изучено влияние наличия примесей  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  в регенерационном растворе NaCl на рабочую обменную емкость (РОЕ) Na- катионитового фильтра (табл. 3). Согласно экспериментальным данным наличие ионов кальция и магния с суммарной концентрацией до 64 мг-экв/л в регенерационных растворах NaCl практически не оказывает влияния на величину РОЕ – при использовании в качестве катионитов марок КУ-2-8, Lewatit, сульфурголь.

Т а б л и ц а 3

№ п/п	Суммарная концентрация $Ca^{2+}$ и $Mg^{2+}$ в регенерационном растворе, мг-экв/л	РОЕ катионита, мг-экв/л	Потери РОЕ, %
1	0	1621	0
2	4	1618	0
3	8	1605	1
4	32	1589	2
5	64	1572	3
6	100	1443	11
7	200	1183	27

Полученные данные свидетельствуют о возможности регенерации Na-катионитовых фильтров растворами хлорида натрия, содержащими ионы  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  в технологии водоподготовки текстильных предприятий.

Таким образом, результаты проведенных исследований и практическая проверка метода в промышленных условиях свидетельствуют о возможности сокращения до 50...70% затрат хлорида натрия в процессах водоподготовки, сокращения сброса хлоридов со сточными водами при использовании для осаждения только соды. Образующийся осадок карбонатов может быть использован для нейтрализации кислых стоков или количественного наполнения композиционных материалов.

## ВЫВОДЫ

1. Предложена технология рекуперации солевых растворов цехов водоподготовки с использованием для осаждения кальция и магния только соды, обеспечивающая высокую скорость осаждения твердой фазы, позволяющая сократить затраты NaCl до 50...70% и значительно уменьшить сброс

хлоридов в сточные воды.

2. Экспериментально доказана возможность регенерирования Na-катионитовых фильтров практически без потери обменной емкости солевыми растворами, содержащими до 64 мг-экв/л солей жесткости.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев Г.В. Водоснабжение предприятий текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1964.
2. А.с. 859311 СССР, МКИ А1, С02 F5/00. Способ обработки сточных вод натрий-катионитовых фильтров / Резников Ю.Н., Рогуленко И.Г., Гурковский И.М. и др. (СССР). – Оpubл. 1981
3. Патент РФ № 2205070, С 1, С02 F1/42. Способ обработки отработанных регенерационных растворов соли натрий-катионитовых фильтров /Амосова Е.Г., Долгополов П.И., Потапова Н.В. – Оpubл. 27.05.2003.
4. Клюев С.А., Панов В.П., Власов П.П. Экология и безопасность жизнедеятельности // Сб. мат. IV Междунар. научн.-практ. конф. – Пенза: РИО ПГСХА, 2004. С.57.

Рекомендована кафедрой инженерной химии и промышленной экологии. Поступила 25.12.06.