

УДК 628.1.034:628.165

О.О. Любавіна, канд. техн. наук, доц.,
В.Г. Михайленко, канд. техн. наук, доц.,
Харків. держ. ун-т харчування та торгівлі,
В.С. Парикін, канд. техн. наук, ВАТ “Донбасенерго”

ВИКОРИСТАННЯ СЛАБОКИСЛОТНОГО КАТІОНІТУ ДЛЯ КОНДИЦІЮВАННЯ ВОДИ

Е.А. Любавина, В.Г. Михайленко, В.С. Парыкин.
Использование слабокислотного катионита для кондиционирования воды. Исследованы свойства отечественного слабокислого катионита КМА, проведено кондиционирование воды слабокислым катионитом в лабораторных и промышленных условиях.

E.A. Lubavina, V.G. Mykhaylenko, V.S. Parykin.
Application of weakly acidic cationic exchanger for water conditioning. The properties of the domestic weakly acidic cationic exchanger КМА are investigated water conditioning by weakly acidic cationic exchanger is carried out under laboratory and industrial conditions.

Одним з найбільш поширених процесів водоочистки та кондиціювання води є іонний обмін. Достатньо просте обслуговування та недороге обладнання для реалізації даного процесу дозволяє використовувати цей метод у різних галузях промисловості. Україна має власну промислову базу для виробництва синтетичних іонообмінних матеріалів з різними властивостями.

У процесі водоочистки та кондиціювання води іонообмін застосовують в основному для пом'якшення та знесолення води. Здебільшого у таких процесах використовують сильнокислотні катіоніти як найбільш універсальні [1]. Їх застосування дозволяє працювати в широких межах рН розчину та досягати значної глибини пом'якшення та знесолення води. Основним недоліком використання цих смол у режимі водень-катіонування є великі перевитрати регенераційного розчину, що призводить у свою чергу до утворення кислих стічних вод [2]. Зменшити надлишкову кількість реагентів для відновлення обмінної здатності катіонітів можливо, застосувавши у процесах водень-катіонування слабокислі іоніти.

Вивчено властивості вітчизняного слабокислого катіоніту КМА та встановлено можливості його застосування для часткового пом'якшення та нейтралізації лужності води.

На цей час в Україні застосовується слабокислий катіоніт МАС-3 виробництва фірми DOW Skemikal (США), тому у ході досліджень здійснювали порівняльну характеристику двох катіонітів. Визначали такі фізико-хімічні властивості: гранулометричний склад, масову частку вологи, питомий об'єм в Н-формі, осмотичну стабільність, повну статичну обмінну ємність, динамічну обмінну ємність.

Якість катіонітів визначали у лабораторних умовах у відповідності до ГОСТ 10898.1.2.4-84 “Иониты. Методы физико-химических испытаний”, ГОСТ 20255.1.2-89 “Иониты. Методы определения обменной емкости”, ГОСТ 10900-74 “Иониты. Методы определения гранулометрического состава”, ГОСТ 17338-88 “Иониты. Методы определения осмотической стабильности”. Підготовка смол до випробувань здійснювалася у відповідності до ГОСТ 10896-78 “Иониты. Подготовка к испытанию”.

Результати дослідження свідчать, що за всіма показниками катіоніт КМА є аналогом МАС-3 та відповідає встановленим нормам (табл. 1). Величина динамічної обмінної ємності катіоніту КМА на 15 % вища, ніж у МАС-3.

Оскільки динамічна обмінна ємність слабокислотних катіонітів значно вища за аналогічну величину смоли КУ-2-8, застосування слабокислотного катіоніту у промисловості могло б значно скоротити потрібну місткість фільтрів та капітальні витрати. Тому після визначення фізико-хімічних властивостей катіонітів КМА та МАС-3 виконано лабораторні випробування означених іонітів, а також катіоніту КУ-2-8 при фінішному пом'якшенні води. Попередньо ця вода була оброблена вапном та содою за технологією реагентного пом'якшення. Вода мала жорст-

кість 5,2 мг-екв/дм³ та загальну лужність 0,6 мг-екв/дм³. Лабораторні випробування виконувалися при дотриманні параметрів роботи промислового водопідготовчого обладнання.

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості слабокислотних катіонітів МАС-3 та КМА

Назва показника	Значення за сертифікатом МАС-3	Зразок МАС-3	Зразок КМА
Розмір зерен, мм	0,315...1,25	0,315...1,0	0,315...0,8
Об'ємна частка робочої фракції, %, не менше	98	100	100
Ефективний розмір зерен, мм	0,35...0,65	0,48	0,44
Коефіцієнт однорідності, %, не більше	1,7	1,64	1,61
Масова частка вологи, %	45...55	48	53
Питомий об'єм в Н-формі, см ³ /г	2,8...3,0	2,9	2,9
Осмотична стабільність, %, не менше	98,0	99,0	99,0
Повна статична обмінна ємність, мг-екв/см ³	3,8	3,4	3,3
Динамічна обмінна ємність, моль/м ³ , за стехіометричної витрати H ₂ SO ₄	Не менше 500	1900	2250

Для проведення випробувань у лабораторну колонку завантажували катіоніт. Попередньо виконувалася підготовка катіоніта шляхом замочування на 1 годину у дистильованій воді. Регенерації проводилися з потрібною витратою 8 % розчину NaCl. Ємність катіоніту вважали вичерпаною при досягненні жорсткості у обробленій воді 1,000 мг-екв/дм³. Результати випробувань зазначених катіонітів у режимі Na-катіонування показали, що лише КУ-2-8 стабільно працює в режимі натрій-катіонування жорсткої води (табл. 2). Обидва ж слабокислотні катіоніти працюють, доки не вичерпається обмінна ємність смоли у водневій формі. На цих смолах обмін іонів кальцію та магнію на натрій при регенерації катіоніту практично не відбувається. Таким чином застосування слабокислотних катіонітів в режимі натрій-катіонування води є недоцільним.

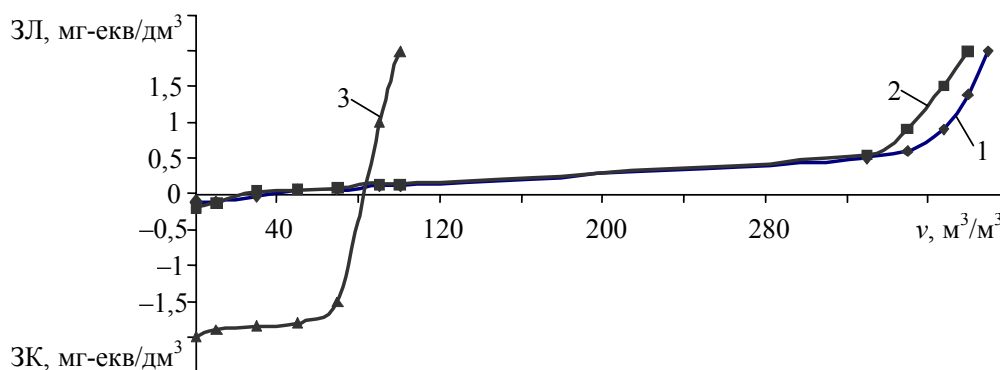
Таблиця 2

Динамічна обмінна ємність катіонітів КУ-2-8, МАС-3 та КМА в режимі натрій-катіонування, мг-екв/дм³

№ фільтроциклу	КУ-2-8	МАС-3	КМА
1	1020	2980	3120
2	990	1370	1387
3	1045	1082	1050
4	1010	850	880
5	980	690	720
6	990	654	690

Наступним етапом досліджень було порівняльне вивчення поведінки катіонітів для пом'якшення та нейтралізації лужності води в режимі водень-катіонування. Підготовку катіонітів здійснювали за такою ж схемою, як і для попередніх досліджень, лише регенерацію проводили потрібною кількістю п'ятипроцентного розчину HCl. Критерієм вичерпання обмінної ємності смоли слугувало збільшення лужності обробленої води до 1,0 мг-екв/дм³ згідно з вимогами виробництва безалкогольних напоїв [3]. Для кондиціювання було взято воду підземного джерела Чугуївського заводу з виробництва напоїв. Вода мала жорсткість на рівні 3,8 мг-екв/дм³, лужність 4,0 мг-екв/дм³, а також містила 40 мг/дм³ хлоридів та 60 мг/дм³ сульфатів.

Результати випробувань наведені на графіку (див. рисунок): ЗЛ — загальна лужність, мг-екв/дм³; ЗК — загальна кислотність, мг-екв/дм³; v — питома витрата води, м³/м³.



Зміна лужності води у процесі водень-катіонування: 1 — катіонітом КМА; 2 — катіонітом МАС-3; 3 — обробка води катіонітом КУ-2-8

Як видно, обробка води сильнокислою смолою в Н-формі призводить до значного підвищення кислотності води, тому і використовують даний процес для хімічного обезсолення. Слабокислотні катіоніти в основному обмінюють катіони відповідно до лужності. Така обробка води не призводить до появи вільної кислотності. Оскільки катіоніт КМА має більшу динамічну обмінну ємкість, кількість кондиційованої ним води на 10 % більша, ніж при обробці МАС-3.

Далі були виконані експерименти з обробки вод з більшою жорсткістю та лужністю. Проте виявилось, що при лужності води більшій 5,0 мг-екв/дм³ динамічна обмінна ємкість слабокислого катіоніту і питома витрата обробленої води швидко знижуються внаслідок значного підкислення води вугільною кислотою.

Таким чином, показана можливість використання слабокислотного катіоніту КМА для пом'якшення та нейтралізації вод середньої жорсткості, лужності та мінералізації (до 500 мг/дм³). Використання слабо кислих катіонітів для вод з жорсткістю та лужністю більше 5,0 мг-екв/дм³ недоцільне, оскільки відбувається проскок жорсткості та лужності. Сили дисоціації фіксованих груп карбоксильного катіоніту у цьому випадку недостатньо для подолання опору іонному обміну великої кількості розчинної вугільної кислоти. Розширення можливостей використання карбоксильного катіоніту КМА для пом'якшення та нейтралізації лужності природних вод є метою подальших досліджень.

Література

1. Фрог Б.Н. Водоподготовка: Учеб. пособие для вузов / Фрог Б.Н., Левченко А.П. — М.: Изд-во МГУ, 1996. — 680 с.
2. Фізико-хімічні основи технології очистки стічних вод: Підруч. / А.К. Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін та інш. — К.: Лібра, 2000. — 552 с.
3. ПІ-14297558-291-2003. Технологічна інструкція з підготовки води для виробництва пива та безалкогольних напоїв. — К.: Галуз. компанія "Укрпиво", 2003. — 38 с.

Надійшла до редакції 27 вересня 2006 р.