

Е.В. Горяников, В.Д. Бухарцев, О.Ю. Стрельникова
(ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е.Жуковского и
Ю.А.Гагарина», г. Воронеж)

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ ИОНИТОВ КУ-2-8 И АВ-17-8 В АМИНОКИСЛОТНЫХ ФОРМАХ

В настоящее время всё большее значение приобретают процессы ионного обмена в связи с внедрением в промышленную практику замкнутых технологических схем и комплексного использования сырья. С целью многократного применения ионообменных смол и извлечения ценных компонентов проводят их регенерацию. Недостатки химических методов регенерации, такие как, использование большого количества реактивов, образование значительного объёма загрязнённых сточных вод, разрушение гранул ионитов при проведении химической регенерации в динамических условиях, стимулировали развитие электрохимических методов регенерации и разделения.

В большинстве современных исследований, посвящённых электрохимической регенерации ионитов, речь идёт о минеральных формах ионообменников, в то время как данных по органическим формам смол, и, в частности, аминокислотным, крайне мало.

В настоящей работе была изучена электрохимическая регенерация катионита КУ-2-8 в лизиновой и анионита АВ-17-8 фенилаланиновой формах.

Эксперимент состоял из следующих этапов:

- перевод ионообменной смолы в минеральную (натриевую или хлоридную) и аминокислотную (лизиновую и фенилаланиновую) формы;
- определение обменной ёмкости ионообменников;
- электрохимическая регенерация ионитов при различных плотностях тока и скорости циркуляции воды в рабочей камере;
- построение теоретических зависимостей степени регенерации от безразмерного времени на основании полученных в работе [1] отношений молярных электропроводностей ионов водорода (гидроксила) и катионов натрия и лизина для ионита КУ-2-8 и и анионов хлора и фенилаланина для ионита АВ-17-8;
- сопоставление экспериментальных и теоретических кинетических кривых электрохимической регенерации.

Процесс перевода смолы в минеральную или аминокислотную форму контролировался кондуктометрическим методом. Раствор пропускался через ионообменную колонку до равенства удельной элект-

тропроводности раствора на входе и на выходе из колонки. Затем ионит отмывался дистиллированной водой.

Определение обменной емкости ионитов основано на определении концентрации исходного раствора, содержащего соответствующий ион, и концентрации раствора, вышедшего из колонки после отмывания ионита определенным объемом воды.

Определение концентрации растворов минеральных ионов проводили титриметрическим методом; концентрация растворов лизина анализировалась рефрактометрически; фенилаланина – методом спектрофотометрии.

Для изучения электрохимической регенерации ионообменника была использована установка, схема которой представлена в работах [1,2].

Экспериментально был проведен процесс электрохимической регенерации катионита КУ-2-8 в лизиновой и натриевой формах и анионита АВ-17-8 в фенилаланиновой и хлор – формах. Получены зависимость степени регенерации ионитов от времени.

Степень регенерации (ζ) ионообменной смолы определялась по формуле:

$$\zeta = q / q_0,$$

где q – количество десорбированных ионов, ммоль;

$q_0 = OE \cdot V$ – количество сорбированных ионитом ионов, ммоль.

Показано, что десорбция минеральных ионов идет быстрее чем ионов аминокислот в 7-10 раз. Это вероятно обусловлено большими размерами органических ионов, по сравнению с размерами неорганических ионов, и, следовательно, стерическими затруднениями при их движении в фазе ионообменника, а также большей силой взаимодействия аминокислотных ионов с фиксированными ионами ионита.

Полученные экспериментальные зависимости были сопоставлены с теоретическими кинетическими кривыми электрохимической регенерации.

Для количественного описания процесса электрохимической регенерации минеральных форм ионообменных смол, когда подвижности вытесняющих ионов много больше подвижностей вытесняемых, была предложена модель, согласно которой существует связь между безразмерным временем проведения процесса (T), степенью десорбции (ω) и отношением подвижностей в фазе смолы ионов водорода (гидроксила) и ионов, которыми предварительно был заряжен ионит.

Данная модель справедлива при условии, что мигрирующие ионы равномерно распределяются по всему объему колонки и не образуют фронта движения.

Были рассчитаны теоретические зависимости степени регенерации катионита КУ-2-8 в натриевой, лизиновой и анионита АВ-17-8 в хлоридной, фенилаланиновой формах, соответственно, от безразмерного времени.

Обработка полученных данных показала, что экспериментальные точки, в случае регенерации натриевой формы катионита и хлор - формы анионита, практически совпадают с теоретической зависимостью при скорости циркуляции воды 10 мл/мин. При проведении регенерации лизиновой и фенилаланиновой форм вид кривой в целом сохраняется, но экспериментальные точки лежат значительно ниже теоретической кривой. Это отличие может быть объяснено тем, что вследствие малых значений подвижностей ионов аминокислот, в рабочей камере не соблюдаются условия равномерного распределения ионов по всему объему ионита. При увеличении скорости циркуляции раствора в рабочей камере в 2 раза, электрохимическая регенерация аминокислотных форм ионообменников происходит ~ в 1,5 раза быстрее и практически совпадает с теоретическими значениями.

Таким образом, показано, что скорость электрохимической регенерации аминокислотных форм ионитов на порядок ниже скорости регенерации минеральных форм (натриевой и хлоридной) соответствующего ионообменника. Показано, что в случае аминокислотных ионов, как и в случае двухвалентных неорганических ионов, имеющих низкие значения подвижностей в фазе ионита, совпадение экспериментальных и теоретических зависимостей реализуется лишь при высокой скорости циркуляции раствора в рабочей камере.

ЛИТЕРАТУРА

1 Стрельникова О.Ю. Электропроводность водных растворов аминокислот и ионообменных смол в аминокислотных формах / О.Ю. Стрельникова // Дис. канд. хим. наук. – Воронеж, 2002. – 99 с.

2 Лодяный А.А. Электрохимическая десорбция лизина из катионообменника КУ-2-8 / А.А. Лодяный, Г.А. Бобринская, О.В. Бобрешова, П.И. Кулинцов // Теория и практика сорбционных процессов. – Воронеж, 2000. – Вып.26. – С. 65-72.