

УДК 541.183.12

Деионизация никельсодержащих растворов гальванического производства

А.П. Вергун, Г.С. Тихонов, Л.И. Дорофеева

Томский политехнический университет
E-mail: chair23@phtd.tpu.edu.ru

Представлены результаты экспериментальных исследований по извлечению ионов никеля из растворов никелирования гальванического производства методом электродиализа в смешанном слое ионита. Проведённые исследования показывают эффективное удержание ионов никеля в ионообменной насадке.

Очистка сточных вод промышленных предприятий актуальна в связи с постоянно увеличивающимся загрязнением окружающей среды. Одним из наиболее серьёзных источников загрязнения являются производства различных предприятий, в сбросных водах которых содержатся порядка 13 вредных веществ, в основном тяжёлые металлы.

Для очистки сточных вод гальванических производств используют различные методы или их сочетания: реагентный, сорбционный (физико-химический), физический, электрохимический.

Для более глубокой очистки сбросных растворов перспективны электрохимические методы [1], позволяющие снизить концентрацию ионов металлов в выходных растворах до 0,1...0,2 мг/л. Хорошие результаты показали также исследования по использованию электродиализаторов с межмембранным ионитовым заполнением для очистки сбросных растворов [2–5].

В работе рассмотрено извлечение ионов никеля из растворов никелирования гальванического производства Томского электролампового завода методом электродиализа при заполнении средней камеры трёхкамерного электродиализатора смешанным слоем ионитов КУ-2×8 и АВ-17. В данном случае использовался электродиализатор, принципиальная схема которого приведена на рисунке, с размерами катионитовой (МК-40) и анионитовой мембран (МА-40) 15,5 × 31 см и межмембранным расстоянием 0,9 см. Средняя камера заполнялась смесью набухших ионитов: катионита КУ-2×8 в H^+ -форме и анионита АВ-17 в OH^- -форме, в соотношении 1 : 1,4 по весу, соответственно.

Исследования проводились при прикладываемых напряжениях 40...100 В. Предварительно оценивалось время движения ионов никеля под действием постоянного электрического поля:

$$t_u = \frac{d_k}{V_u} = \frac{d_k \cdot F}{\vartheta_u \cdot E} = \frac{d_k \cdot L_{AK} \cdot F}{\vartheta_u \cdot U},$$

где d_k – межмембранное расстояние в средней камере; V_u – скорость движения ионов; F – число Фарадея; E – напряженность постоянного электрического поля; ϑ_u – подвижность иона; U – прикладываемое напряжение; L_{AK} – межэлектродное расстояние.

Время прохождения ионов никеля в вертикальном направлении с потоком раствора:

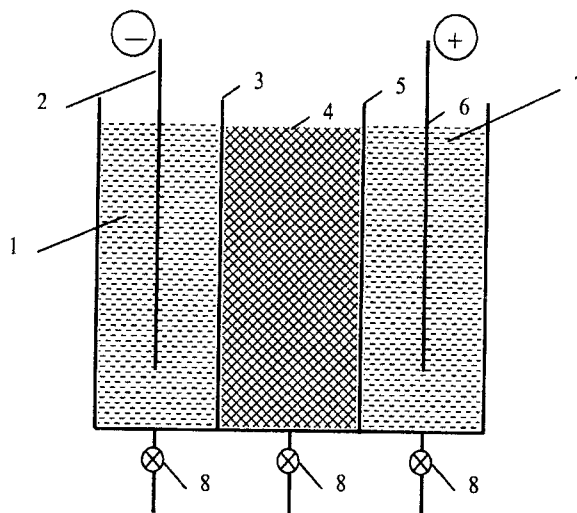


Рисунок. Схема электродиализатора: 1) катодная камера; 2) катод; 3) катионитовая мембрана; 4) средняя (рабочая) камера, заполненная смешанным слоем ионитов; 5) анионитовая мембрана; 6) анод; 7) анодная камера; 8) вентиль

$$t_u = \frac{H_k}{V_p},$$

где H_k – высота рабочего пространства средней камеры; V_p – линейная скорость движения раствора.

Для нормальных условий переноса ионов должно соблюдаться равенство:

$$t_u = t_p,$$

когда время переноса ионов в горизонтальном направлении t_u равно времени переноса в вертикальном направлении t_p .

Тогда необходимый объёмный расход раствора через среднюю камеру:

$$Q_p = \omega_k \cdot d_k \cdot V_p \cdot f = \frac{\omega_k \cdot H_k \cdot \vartheta_u \cdot U \cdot f}{L_{AK} \cdot F},$$

где ω_k – ширина средней камеры; f – коэффициент пористости, $f=0,4$.

Затем, с учётом указанных оценок и исходных концентраций никеля выбирались рабочие расходы растворов через среднюю камеру, которые составляли 1...8 л/ч. Результаты исследований представлены в таблицах 1, 2 (расход раствора 1,2 л/ч).

Таблица 1. Изменение удельного сопротивления раствора (ρ), выходящего из средней камеры электродиализатора*

| Время работы, t, мин. | U, В | | | |
|-----------------------------|------|-------------------|------|-------------------|
| | 60 | | 100 | |
| | I, А | ρ , кОм · см | I, А | ρ , кОм · см |
| 0 | 0,40 | 0,96 | 0,8 | 0,96 |
| 30 | 0,36 | 6,55 | 1,0 | 18,00 |
| 60 | 0,38 | 12,60 | 1,1 | 27,00 |
| 90 | 0,42 | 18,00 | 1,1 | 30,00 |

Таблица 2. Изменение концентрации ионов никеля (C_{Ni}) и удельного сопротивления (ρ) исследуемых растворов*

| Камера электродиализатора | U, В | | | |
|------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | 60 | | 100 | |
| | C_{Ni} , мг/л | ρ , кОм · см | C_{Ni} , мг/л | ρ , кОм · см |
| Анодная | 0,0025 | 0,162 | 0,0975 | 0,080 |
| Катодная | 0,8750 | 0,504 | 1,1500 | 0,450 |
| Средняя | не обнаружено | 18,000 | не обнаружено | 30,000 |

*Концентрация никеля в исходном растворе 8,58 мг/л, время работы электродиализатора 1,5 ч

Концентрация ионов никеля в растворах определялась в заводской лаборатории фотоколориметрическим методом.

Выводы

Проведённые исследования показали, что при электродиализе в смешанном слое ионитов происходит эффективное удержание ионов никеля в ионообменной насадке с последующим перемещением их в катодную камеру электродиализатора, поскольку поглощаемые катионитом ионы металла перемещаются по зёрнам ионита под действием постоянного электрического поля. Одновременно

с этим происходит перенос тех же ионов по свободному пространству между зёрнами ионита из раствора, проходящего через это пространство в процессе перемещения через слой ионообменной насадки.

Рассмотренный метод деионизации при электродиализе с межмембранной засыпкой камер ионитами не требует затрат на регенерацию, отличается сравнительной простотой аппаратного оформления и даёт возможность использовать его для решения вопросов деионизации никельсодержащих растворов гальванического производства, а также и других проблем, связанных с очисткой сбросных растворов и тонкой очисткой веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Запольский А.К., Образцов В.В. Комплексная переработка сточных вод гальванического производства. – Киев: Техника, 1989. – 199 с.
2. Певницкая М.В., Стариковский Л.Г., Усов В.Ю., Бородихина Л.И. Исследование работы электроионитного аппарата при глубокой деионизации воды и пути оптимизации процесса // Журнал прикладной химии. – 1981. – Т. 54. – № 9. – С. 2077–2081.
3. Певницкая М.В. Электромембранная технология деионизации вод с общим содержанием менее 300 мг/л // Теория и практика сорбционных процессов. – 1989. – № 20. – С. 135–137.
4. Перминова Л.Г., Бородихина Л.И., Певницкая М.В., Белобаба А.Г. Управление технологическим процессом глубокой деионизации воды электроионитным методом // Изв. СО АН СССР. Сер. хим. наук. – 1985. – № 2/1. – С. 135–139.
5. Решетникова А.К., Шапошник В.А., Спицина Л.П. Стационарные фронты компонентов при глубоком обессоливании воды электроионированием // Теория и практика сорбционных процессов. – 1981. – № 14. – С. 110–112.