

Находим результирующий ток: $I_p = I_1 + I_2 + I_3$ и в этой же системе координат строим результирующую ВАХ. Согласно первому закону Кирхгофа $I_p = 0$, что является точкой пересечения результирующей ВАХ с осью абсцис. Далее проведя вертикальную линию параллельную оси ординат и проходящую через точку пересечения мы определяем соответствующие токи в ветвях как это показано на рисунке 3.

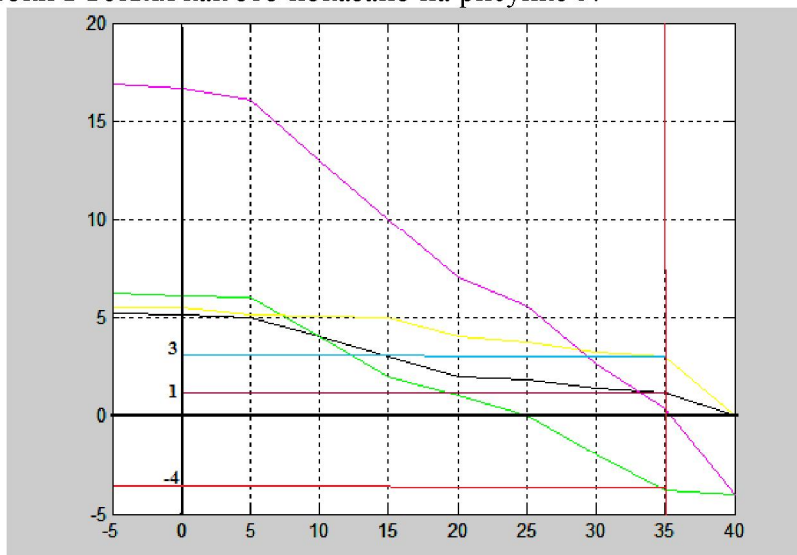


Рисунок 3 – График для определения тока в ветвях

Как видно с графика $I_1 = 1 \text{ А}$, $I_2 = -4 \text{ А}$, $I_3 = 3 \text{ А}$.

УДК 621.321.7

КИНЕТИКА ЭЛЕКТРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СЕРЕБРЕНИЯ

Герасименко Е.Ю., доцент; Герасименко А.Н., аспирантка;

Герасименко Ю.Я., профессор.

(Донской государственный технический университет, г. Ростов на Дону, Россия)

При электрохимическом серебрении широкое применение получил электролит следующего состава: калия дицианоаргентат $\text{KAg}(\text{CN})_2$ (75 ÷ 150 г/л), калия роданид KCNS (150 ÷ 400 г/л), калия карбонат K_2CO_3 (10 ÷ 30 г/л), калия нитрат KNO_3 (0 ÷ 80 г/л). Катодная плотность тока 200 ÷ 800 А/м^2 . Температура процесса – 18 ÷ 25 $^\circ\text{C}$.

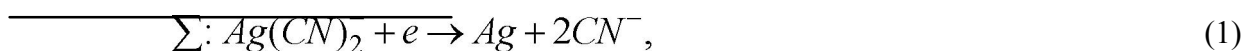
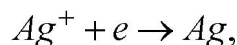
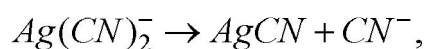
Довольно точно можно считать, что в растворе электролита протекают следующие реакции диссоциации:



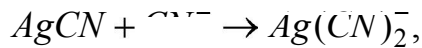
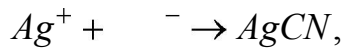
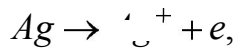
Как видно, носителями серебра являются ионы $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$.

В частности, имеем

на катоде:



на аноде:



Как видно из приведенных стехиометрических соотношений, процессы, происходящие на аноде и катоде, являются взаимно обратными, поэтому следует ожидать, что краевые условия на катоде и аноде будут симметричными.

В соответствии с принятыми допущениями, необходимо исследовать процесс диффузии веществ $Ag^+ - C_1$, $CN^- - C_2$ и $Ag(CN)_2^- - C_3$, которые находятся в равновесии между собой в соответствии с уравнениями (1) и (2). Вследствие избытка постороннего электролита KCN , влияние электрического поля (миграцию) можно не учитывать. Для каждого атома, из которых состоят вещества C_1, C_2, C_3 , (здесь Ag, C, N) нужно составить дифференциальное уравнение, описывающее движение этих атомов вследствие диффузии ионов $Ag^+, CN^-, Ag(CN)_2^-$.

Если обозначить координату, нормальную поверхности электродов, символом ξ , то получим:

$$D_2 \frac{\partial C_2}{\partial \xi} + 2D_3 \frac{\partial C_3}{\partial \xi} = 0 \quad \text{для } C, \quad (3)$$

$$D_2 \frac{\partial C_2}{\partial \xi} + 2D \frac{\partial C_1}{\partial \xi} = 0 \quad \text{для } N, \quad (4)$$

$$D_1 \frac{\partial C_1}{\partial \xi} + D_2 \frac{\partial C_2}{\partial \xi} = -\frac{i}{F} \quad \text{для } Ag, \quad (5)$$

где i – плотность тока, F – число Фарадея, D_j – коэффициент диффузии j -го сорта ионов.

К этим условиям необходимо добавить условие электронейтральности

$$C_1 + 2C_2 = C_3 \quad (6)$$

Для расчетов используются уравнения (4), (5), (6). Обычно расчет концентрационного поля ведут по какому-то одному сорту ионов. В нашем случае это удобно сделать по ионам серебра Ag^+ , то есть из системы (3) - (6) необходимо явно выразить $\frac{\partial C_1}{\partial \xi}$.

Из (6) имеем

$$C_1 = C_3 - 2C_2 \quad (7)$$

Из (5) выразим $\frac{\partial C_3}{\partial \xi}$:

$$\frac{\partial C_3}{\partial \xi} = -\frac{1}{D_2} \left(\frac{i}{F} + D_1 \frac{\partial C_1}{\partial \xi} \right) \quad (8)$$

Из (4) можно получить

$$\frac{\partial C_2}{\partial \xi} = -\frac{2D_3}{D_2} \frac{\partial C_3}{\partial \xi} \quad (9)$$

Подставим (8) в (9):

$$\frac{\partial C_2}{\partial \xi} = -\frac{2D_3}{D_2} \left(\frac{i}{F} + D_1 \frac{\partial C_1}{\partial \xi} \right) \quad (10)$$

Согласно схеме (7), умножим (10) на (-2) и полученный результат вычтем из (8):

$$\frac{\partial C_3}{\partial \xi} - 2 \frac{\partial C_2}{\partial \xi} = -\frac{1}{D_3} \left(\frac{i}{F} + D_1 \frac{\partial C_1}{\partial \xi} \right) - \frac{4}{D_2} \left(\frac{i}{F} + D_1 \frac{\partial C_1}{\partial \xi} \right),$$

или

$$\frac{\partial C_1}{\partial \xi} = -\left(\frac{1}{D_3} + \frac{4}{D_2} \right) \left(\frac{i}{F} + D_1 \frac{\partial C_1}{\partial \xi} \right),$$

откуда

$$\frac{\partial C_1}{\partial \xi} = -\frac{D_2 + 4D_3}{4D_1D_3 + D_1D_2 + D_3D_2} \cdot \frac{i}{F}.$$

Введем обозначение

$$N \equiv \frac{D_2 + 4D_3}{F(4D_1D_3 + D_1D_2 + D_3D_2)}.$$

Тогда

$$\frac{\partial C_1}{\partial \xi} = -N \cdot i \quad (11)$$

Здесь $\frac{\partial C_1}{\partial \xi}$ вычисляется на поверхности электрода. Для расчета концентрационного поля ионов Ag^+ , кроме граничного условия (11), необходимо знать также скачок потенциала (Гальвани-потенциал) на границе Ag/Ag^+ , определяемый уравнением Нернста [1].

$$\varepsilon = \varepsilon_{Ag/Ag^+}^0 + \frac{RT}{F} \ln \frac{a_{Ag^+}}{a_{Ag}}$$

Так как $a_{Ag}=1$ и $a_{Ag^+} = a_{Ag^+}(C_1)$, то зависимость (12) можно линейно аппроксимировать функцией от C_1 , то есть

$$\varepsilon = E_0 + E_1 C_1 \quad (13)$$

где $E_0 = E_{Ag/Ag^+}^0 = 0,799B$, $E_1 = 0,25 \cdot 10^{-1} B/(кмоль/м^3)$.

Полученные краевые условия дают возможность решить начально-краевую задачу для концентрации электролита при электрохимическом серебрении.

Перечень ссылок

1. Феттер К. Электрохимическая кинетика. М., Химия. 1967.

УДК 62-51: 62-83

ВИРТУАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Голубцова Е. Ю., магистрантка; Чекавский Г. С., доцент, к.т.н.

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Использование метода математического моделирования при исследовании систем электропривода имеет ряд преимуществ, поскольку позволяет уточнить параметры системы регулирования на этапе, предваряющем настройку системы на реальном оборудовании. Кроме того, в модельном эксперименте имеется возможность исследования широкой гаммы режимов работы системы, в том числе и аварийных, что невозможно или нецелесообразно выполнять на