

Физика твёрдого тела

УДК 539.219.3; 541.135

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ДИСЛОКАЦИЙ МЕДНОГО ЭЛЕКТРОДА НА КИНЕТИКУ АНОДНОГО ПРОЦЕССА В СЕРНОКИСЛОМ ЭЛЕКТРОЛИТЕ

А. Д. Васильев, С. И. Косулин, С. Н. Балажиров

Самарский государственный технический университет,
443100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244.

E-mail: vasilyevad@mail.ru

Деформированные медные образцы были отожжены при различной температуре. Это приводило к формированию в них различной плотности дислокаций. Приготовленные образцы использовались в качестве анодов при электролизе в сернокислом электролите. Электролиз проводился при напряжении 10 мВ. Эксперимент показал, что повышение плотности дислокаций приводит к повышению плотности анодного тока. Было обнаружено, что по этой причине анодный ток может увеличиваться в 2,5 раза. Данный факт можно объяснить тем, что дислокации снижают потенциальный барьер при переходе ионов меди из кристаллической решетки в электролит.

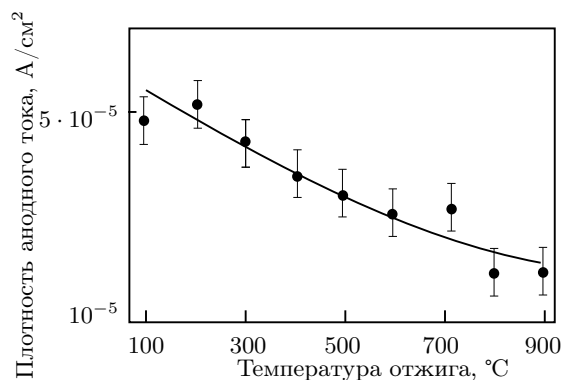
Ключевые слова: дислокации, кинетика анодного процесса.

Кинетика выделения меди в сернокислых электродах хорошо изучена. Известно, что материал электрода и его состояние влияют на кинетику электродных процессов. В частности, влияние дислокаций на катодный процесс описан даже в учебниках по электрохимии [1]. Однако практически нет данных об интегральном влиянии дислокаций на кинетику электродных процессов. Восполнение этого пробела и является целью настоящего исследования.

Методика эксперимента. Для приготовления медных электродов с разной структурой использовалась следующая методика. После деформации технически чистой меди на 20 % образцы отжигались в течение 0,5 ч в вакууме порядка 10^{-2} Па при различной температуре: 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 и 900 °С. У полученных образцов измерялся электродный потенциал в сернокислом электролите состава 0,5 М CuSO_4 и 0,5 М H_2SO_4 . Этот же электролит применялся во всех других экспериментах. В качестве электрода сравнения использовался электрод из технически чистой меди. У всех образцов потенциал отличался от потенциала электрода сравнения на величину, не превышающую нескольких десятых милливольт. Для приготовления электролита использовались химически чистые реактивы. Образцы имели форму проволоочек диаметром 1,4 мм, глубина погружения в электролит составляла 23 мм. При проведении электролиза в качестве второго электрода использовался медный электрод, площадь которого примерно в 100 раз превышала площадь образца. Эксперименты проводились при температуре 21 °С. Для измерения напряжения и силы тока использовался цифровой прибор с погрешностью 0,5 %.

Результаты эксперимента и их обсуждение. В ходе экспериментов влияния температуры предварительного отжига электродов на плотность катодного тока не об-

Алексей Дмитриевич Васильев (д.ф.-м.н.), профессор, каф. общей физики и физики нефтегазового производства. Сергей Игоревич Косулин, студент. Сергей Николаевич Балажиров, студент.



Зависимость плотности тока анода от температуры предварительного отжига медного электрода

наружено. Иная картина наблюдалась при исследовании кинетики анодного процесса. В этом случае имела место чёткая зависимость: с ростом температуры отжига плотность анодного тока падала. Эти результаты представлены на рисунке. Все измерения проводились при напряжении 10 мВ.

Полученные результаты можно объяснить следующим образом. Отжиг деформированных образцов при различной температуре приводил к формированию в них разной структуры. Прежде всего, в образцах формировалась разная плотность дислокаций. Хорошо известно, что в среднедеформированных ГЦК металлах плотность дислокаций составляет порядка $10^{10} \div 10^{11} \text{ см}^{-2}$ [2]. После отжига при предплавленных температурах эта плотность падает примерно до 10^8 см^{-2} . Плотность дислокаций в деформированной меди, отожжённой при температурах 673 и 873 К, измерялась автором рентгенографическим методом по уширению дифракционных линий (111) и (222) [3] и составляла примерно $4 \cdot 10^9$ и 10^9 см^{-2} соответственно. При анализе экспериментальных данных (см. рисунок) просматривается чёткая зависимость: с ростом плотности дислокаций анодный ток увеличивается. Этот результат не является неожиданным, так как известно, что дислокации облегчают обмен ионами между электродом и электролитом. Очевидно, что дислокации должны ускорять и катодный процесс. Однако такой чёткой зависимости обнаружено не было. Наиболее вероятно, что в условиях эксперимента катодный осадок не наследует структуру медного электрода, и поэтому эта структура влияет на плотность катодного тока лишь непродолжительное время, когда это влияние маскируется какими-то другими факторами.

Таким образом, плотность анодного тока медного электрода в сернокислом электролите возрастает вместе с плотностью дислокаций в медном электроде. Влияния плотности дислокаций в медном электроде на скорость катодного процесса не обнаружено.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г. А. Электрохимия. — М.: Химия; Колосс, 2006. — 672 с.
2. Новиков И. И. Дефекты кристаллического строения. — М.: Металлургия, 1983. — 232 с.
3. Иверонова В. И., Ревкевич Г. Г. Теория рассеивания рентгеновских лучей. — М.: МГУ, 1978. — 276 с.

Поступила в редакцию 23/VI/2010;
в окончательном варианте — 17/VIII/2010.

MSC: 65Z05, 33C20

**INFLUENCE OF DISLOCATION DENSITY OF COPPER
ELECTRODE ON THE KINETICS OF ANODE PROCESS IN ACIDIC
CUSO₄ SOLUTION**

A. D. Vasil'ev, S. I. Kosulin, S. N. Balakirov

Samara State Technical University,
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100, Russia.

E-mail: vasilyevad@mail.ru

Deformed copper samples were burned at different temperatures. This procedure formed different dislocation density in the samples. Then such prepared samples were used as the anodes in acidic CuSO₄ solution. The voltage for electrolyse was 10 mV. The experiment has shown that the increase of the dislocation density in the anode leads to the increase of the density of anode current. It was discovered that the density of anode current could become 2,5 times bigger. This can be explained by the fact that dislocations decrease the potential barrier during the transfer of copper ions from the grid into the electrolyte.

Key words: *kinetics of anode process, dislocation density.*

Original article submitted 23/VI/2010;
revision submitted 17/VIII/2010.

Alexey D. Vasil'ev (Dr. Sci. (Phys. & Math.)), Professor, Dept. of General Physics. *Sergey I. Kosulin*, Student. *Sergey N. Balakirov*, Student.