

Bekenova G.S., Bayeshov A.B., Yilmaz S., Rafikova H.S.

**ELECTOCHEMICAL PROPERTIES
OF THE NICKEL ELECTRODE
DURING POLARIZATION
ASYMMETRIC ALTERNATING
CURRENT**

Bekenova G.S., Kazakhstan, Department of Social and Educational Sciences, Suleyman Demirel University, PhD in Chemistry, assistant professor

Bayeshov A.B., Kazakhstan, Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry by D.V.Sokolsky, professor

Yilmaz S., Kazakhstan, Department of Social and Educational Sciences, Suleyman Demirel University, PhD in Chemistry, assistant professor

Rafikova H.S., Kazakhstan, PhD, Kazakh-British Technical University (KBTU), School of Chemical Engineering, assistant professor

Abstract

The paper studied the effect of the amplitude ratios of the anode and cathode half-cycles in the pattern of electrochemical dissolution of nickel at a polarization of alternating current in an acidic medium (HCl, H₂SO₄, HNO₃). The research work was carried out on a special setting circuit that includes a diode and a resistance, and makes it possible to obtain symmetrical and asymmetrical alternating current with the desired ratio of the two half periods of the alternating current.

For the first time it was found that the ratio of amplitudes of the anode and cathode half cycles of alternating current has a significant effect on the current efficiency of nickel dissolution. It has been shown that at the enlargement of the anodic half cycle amplitude the current efficiency is increased in the solutions of hydrochloric and sulfuric acid, while increasing the half-cycle of the cathode is reduced on the contrary.

Due to the chemical properties of the nitric acid at the increase of the cathodic half cycle current, the current efficiency is

increased on the contrary. It was determined that in the hydrochloric acid the maximum current efficiency (93.0%) is observed at a pulse anodic polarization current, and the interaction of nickel ions passed into solution (II) chloride with Cl^- ions formed green nickel chloride and nickel chloride, including other metal compounds are widely used in the battery manufactures.

Keywords: Alternating current, nickel, asymmetrical current, electrolysis.

Введение

В результате научно-технического прогресса и достижения в сфере металлургии расширяет возможность использования никеля [1-3]. Никель и его соединения играют важную роль в технике и во всех сферах промышленности, особенно в производстве аккумуляторов. Поэтому, получение никелевых соединений от отходов самого металла поможет решить ряд экологических проблем, связанной с отходами никеля. В связи с этим исследование растворения никеля в разных средах при поляризации переменным током является очень актуальным. В работах [4-6] показано возможность растворения металлов, в том числе и никеля в разных растворах при поляризации нестационарным током. В исследовании электродных процессов можно провести разные электрохимические реакции в растворах используя разные формы нестационарного тока. Такие эксперименты дают возможность тщательному исследованию механизмов направленных реакции во время катодной и анодной поляризации, тем самым, помогая осуществлять эффективных технологических методов. На сегодняшний день известно разные виды нестационарного тока. Однако механизмы растворения и электрохимические свойства разных металлов по вышеуказанными видами тока достаточно не исследован. Целью нашей работы является тщательное исследование растворения никеля в растворах соляной, серной и азотной кислоты при поляризации ассиметричным переменным током.

Материалы и методы исследования

Мы впервые исследовали электрохимические свойства никелевого электрода в кислой среде при поляризации ассиметричным переменным током. Рассмотрен процесс влияния каждогополупериода ассиметричного переменного тока на растворения никеля. Работа проведена в специальной собранной установке с диодами и сопротивлениями, который дает возможность изменить соотношение симметрии двух

полупериодов переменного тока (рис. 1). Соотношение анодно-катодных полупериодов определялось с помощью амперметров (A_1, A_2) и осциллографа (О). Меняя значения диодов (D_1, D_2) и сопротивлений (R_1, R_2) можно получить ассимметрический или импульсный ток. Таким образом, меняя значения амплитуд катодного или анодного полупериода, то есть поддерживая одного полупериода постоянной ($i=500 \text{ A/m}^2$) и меняя другой, исследовали его влияния на выход по току растворения никеля. Эксперименты проводились в растворе соляной, серной и азотной кислоты в стеклянном электролизере, без разделения электродных пространств. В качестве первого электрода использовали никелевую пластинку, а второго вспомогательного электрода – графит.

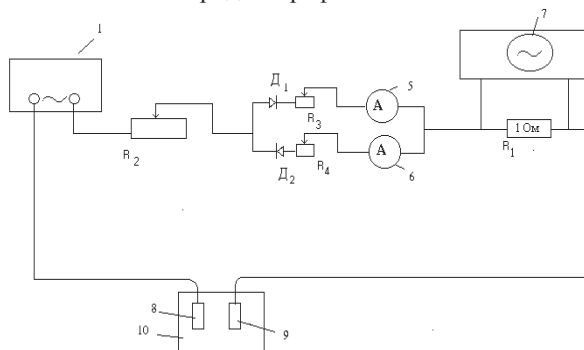


Рис. 1. Принципиальная схема получения симметрического, импульсного и ассимметрического переменных токов (1-установка передачи переменного тока, В-24; R_1 – постоянное сопротивление (1 Ом); R_2, R_3, R_4 –переменное сопротивление; 5,6-амперметры; 7-осциллограф, 8-графитовый электрод; 9-никелевый электрод; 10-электролизер; D_1, D_2 – диоды.)

Результаты и обсуждение

На рисунке 2 представлена кривая показывающая влияние значения амплитуд катодного полупериода при поддержке постоянного значения анодного полупериода на выход по току растворения никеля при поляризации нестационарным током. В данном исследовании можно увидеть, что значение амплитуд катодного полупериода значительно влияет на процессы анодного полупериода.

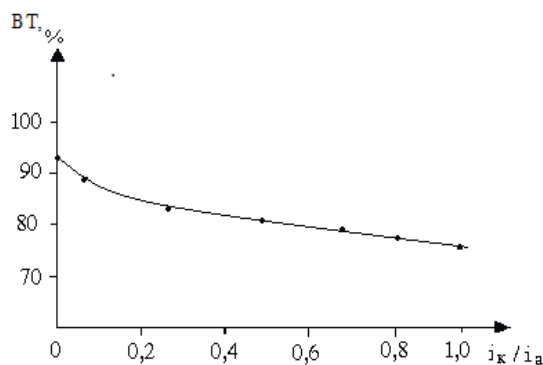


Рис.2. Влияние соотношении величин амплитуд анодного и катодного полупериодов на выход по току растворения никеля. ($i_a=500 \text{ А/м}^2$, $i_k -0 \dots 500 \text{ А/м}^2$, $\tau=30$ мин.; $[\text{HCl}]=1 \text{ М}$; $t=20^\circ\text{C}$)

Во время электролиза наблюдалось интенсивное выделение водорода, а никелевом электроде выделение кислорода совсем не наблюдалось. По результатам исследования в растворе соляной кислоты при значении катодного полупериода 0, а ток анодного полупериода равно 500 А/м^2 , то есть в анодном импульсном режиме выход по току растворения никеля достигает на 93 %и при взаимодействии перешедших в раствор ионов никеля (II) с хлорид -ионами образуется хлорид никеля зеленого цвета. Хлорид никеля и в том числе и другие соединения металла широко используется в аккумуляторном производстве. В данном исследовании плотность тока в анодном полупериоде поддерживалась постоянной, равной 500 А/м^2 , а в катодном полупериоде плотность тока менялась в интервале от 0 до 500 А/м^2 . С увеличением величины амплитуды катодного полупериода наблюдается значительное понижение выхода по току растворения(рис. 2). При приравнении тока катодного и анодного полупериода на никелевом электроде ($i_k/i_a=1$) выход по току растворения никеля было равно на 75 %.

В 1М растворе серной кислоты при поддержании анодного полупериода постоянной($i_a=500 \text{ А/м}^2$), а при увеличении катодного полупериода, наблюдалось уменьшение выхода по току растворения никеля от 90% до 72 % (рис 3). Уменьшение выхода по току растворения можно объяснить таким образом, при повышении плотности тока катодного

полупериода интенсивность выделения водорода ускоряется, тем самым увеличивая кислотность pH раствора, что приводит к обратному восстановлению ионов никеля.

По результатам дальнейших исследований, в растворе соляной кислоты при поддержании катодного полупериода постоянной ($i_k = 500 \text{ A/m}^2$) и постепенным увеличением анодного полупериода выход по току растворения повышается от 30 % до 75 % (рис. 4), а в сернокислом растворе также повышается от 27,5 % до 66,5 % (рис. 5).

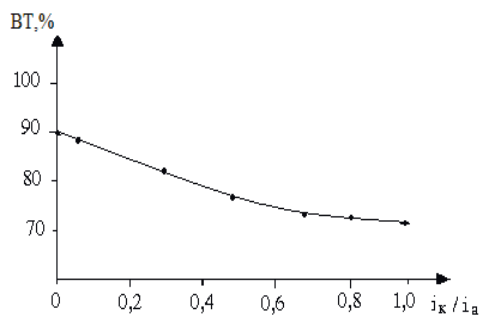


Рис. 3. Влияние соотношения величин амплитуд анодного и катодного полупериодов на выход по току растворения никеля. ($i_a = 500 \text{ A/m}^2$, $i_k = -0 \dots 500 \text{ A/m}^2$, $\tau = 30$ мин.; $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 1 \text{ M}$; $t = 20^\circ\text{C}$)

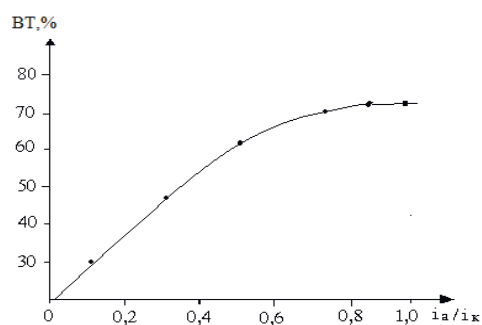


Рис.4. Влияние соотношения величин амплитуд анодного и катодного полупериодов на выход по току растворения никеля. ($i_k = 500 \text{ A/m}^2$, $i_a = -0 \dots 500 \text{ A/m}^2$, $\tau = 30$ мин.; $[\text{HCl}] = 1 \text{ M}$; $t = 20^\circ\text{C}$)

В 1М растворе азотной кислоты при поддержании анодного полупериода постоянной ($i_a=200 \text{ A/m}^2$), а при увеличении катодного полупериода, наблюдается значительное повышение выхода по току растворения никеля (рис 6). Это можно объяснить восстановлением оксидной пленки на катодном полупериоде, который образуется на анодном полупериоде:

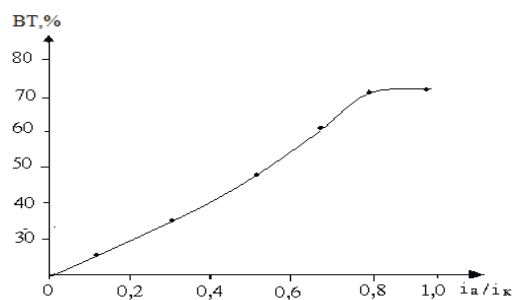
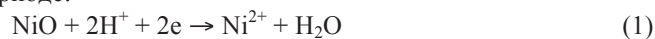


Рис.5. Влияние соотношении величин амплитуд анодного и катодного полупериодов на выход по току растворения никеля. ($i_k=500 \text{ A/m}^2$, $i_a -0 \dots 500 \text{ A/m}^2$, $\tau=30$ мин.; $[\text{H}_2\text{SO}_4]=1 \text{ M}$; $t=20^\circ\text{C}$)

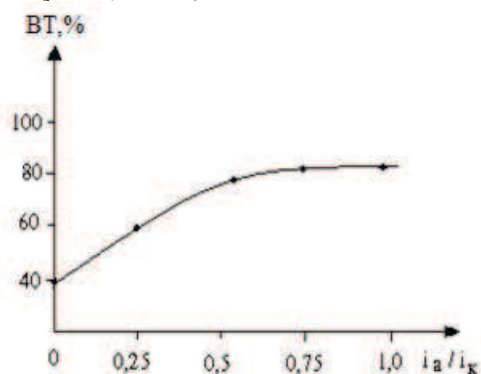


Рис. 6. Влияние соотношении величин амплитуд анодного и катодного полупериодов на выход по току растворения никеля. ($i_a=200 \text{ A/m}^2$, $i_k -0 \dots 200 \text{ A/m}^2$, $\tau=30$ мин.; $[\text{HNO}_3]= 1 \text{ M}$; $t=20^\circ\text{C}$)

В результате никелевый электрод в анодном полупериоде химически растворяется, взаимодействуя ионами водорода. Поэтому, при увеличении катодного полупериода оксидная пленка в поверхности никеля полностью разрушается и это приводит интенсивному электрохимическому растворению металла. На рисунке 7 представлена кривая показывающая влияние значения амплитуд анодного полупериода при поддержании постоянного значения катодного полупериода на выход по току растворения никеля. Здесь можно увидеть повышение выхода по току растворения никеля. Это показывает электрохимическое растворение никеля при повышении значения анодного полупериода.

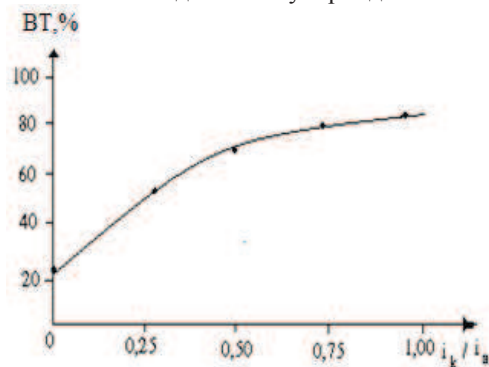


Рис. 7. Влияние соотношения величин амплитуд анодного и катодного полупериодов на выход по току растворения никеля. ($i_k=200$ А/м², i_a -0...200 А/м², $\tau=30$ мин.; $[\text{HNO}_3]=1$ М; $t=20^\circ\text{C}$)

Выводы

Таким образом, исследовано влияние соотношений амплитуд анодного и катодного полупериодов на закономерность электрохимического растворения никеля при поляризации переменным током в кислой среде (HCl, H₂SO₄, HNO₃).

Впервые установлено, что соотношение величин амплитуд анодного и катодного полупериодов переменного тока оказывает существенное влияние на выход по току растворения никеля. Показано, что в растворах соляной и серной кислоты при увеличении амплитуд анодного полупериода выход по току повышается, а при увеличении катодного полупериода напротив понижается. В связи химических свойств азотной кислоты при

увеличении тока катодного полупериода выход по току наоборотповышается. Определено, в солянокислом растворе максимальный выход по току (93,0%) наблюдается при поляризации импульсным анодным током и при взаимодействии перешедших в раствор ионов никеля (II) с хлорид -ионами образуется хлоридникеля зеленого цвета. Хлорид никеля и в том числе и другие соединения металла широко используется в аккумуляторном производстве.

Reference:

- [1] Giuseppe G. ,Tore M. U., Yoichi H. Effectiveness of Supercapacitors as Power-Assist in Pure EV Using a Sodium-Nickel Chloride Battery as Main Energy Storage// EVS24 International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium. – 2009. P. 1-9.
- [2] Zavracky P.M., Majumder S. Micromechanical switches fabricated using nickel surface micromachining//Journal of Microelectromechanical Systems. -1997- Vol. 6. P. 3 – 9.
- [3] Perelygin Yu. P., Kireev S. Yu., Lipovsky V. V., Yagnichenko N. V. Nickel electrodeposition from acidulous sulfate electrolytes containing lactic acid// Electroplating and Surface processing. -2008. -Vol. XVI. - № 2. -P. 14-16.
- [4] Bayeshov A.B., Bekenova G.S. Electrochemical conduct of nickel waste in the presence of polarization by alternating current// Reports of the national academy sciences of the Republic Kazakhstan. 2015. – Vol. 5. № 1. P. 68-72.
- [5] Bekenova G.S., Bayeshov A.B., Yilmaz S. Research of Nickel's Electrochemical Property in Sulfuric Acid Solution by Using Potentiodynamic Polarization Curve// Oriental Journal of Chemistry. 2015. – Vol. 31 № 1. – P. 141-147.
- [6] Abzhalov B.S., Abdivaliev R.T. Research of dissolution of bismuth in water solutions of hydrochloric acid at polarization by asymmetrical alternating current// Bulletin of the Karaganda university. – 2016. № 2(82). P. 40-43.