

*А.А. МАЙЗЕЛИС*, аспирант, НТУ «ХПИ»,

*Б.И. БАЙРАЧНЫЙ*, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»,

*Л.В. ТРУБНИКОВА*, канд. техн. наук, ст. науч. сотруду., НТУ «ХПИ»

## **ВЛИЯНИЕ ИЗБЫТКА АММИАКА НА ВЫДЕЛЕНИЕ МЕДИ И НИКЕЛЯ НА ВРАЩАЮЩЕМСЯ ДИСКОВОМ ЭЛЕКТРОДЕ**

Представлені результати дослідження впливу надлишку вільного аміаку в електроліті на роздільне та сумісне виділення міді та нікелю на обертовому дисковому електроді в слаболужному середовищі. Збільшення надлишку аміаку в електроліті подавляє ступеневий розряд іонів міді, знижує величину граничного струму виділення і міді, і нікелю, а також знижує ступінь впливу інтенсивності перемішування в області виділення водню.

Представлены результаты исследования влияния избытка свободного аммиака в электролите на раздельное и совместное выделение меди и никеля на вращающемся дисковом электроде в слабощелочной среде. Увеличение избытка аммиака в электролите подавляет ступенчатый разряд ионов меди, снижает величину предельного тока выделения и меди, и никеля, а также снижает степень влияния интенсивности перемешивания в области выделения водорода.

The influence of free ammonia excess in the electrolyte on the copper, nickel and copper-nickel alloys electrodeposition on the rotating disk electrode in a weak alkaline electrolyte is presented. The increase in the ammonia excess in the electrolyte suppresses the stepped discharge of copper ions, reduces the limiting current of the copper and nickel electrodeposition, and reduces the influence of the stirring intensity at the region of the hydrogen evolution.

**Вступлення.** Аммиакатные электролиты применяют для нанесения покрытий металлами и сплавами [1]. Растворы, содержащие ионы аммония и аммиак, используют для выщелачивания металлов, образующих аммиачные комплексы, из различных твердых отходов [2]. Из этих растворов выделяют электролизом металлы. Растворы, содержащие аммиачные комплексы меди и никеля раздельно и совместно, образуются при переработке, например, шламов нейтрализации сточных вод, отработанных медно-никелевых прессформ, отработанных травильных растворов производства печатных плат и др. Кинетика выделения и меди, и никеля из аммиачных электролитов, содержащих значительный избыток аммиака, достаточно хорошо изучена [3]. Однако для более безопасной работы с аммиачными электролитами необходимо снижать концентрацию свободного аммиака. Следствием этого является изменение состава комплексов, присутствующих в электролите, а также ус-

ловий электролиза.

**Методика исследований.** Поляризационные зависимости получали с использованием потенциостата ПИ-50.1. Влияние интенсивности перемешивания электролита на отдельное и совместное выделение меди и никеля изучали с использованием вращающегося дискового электрода (ВДЭ). Скорость вращения электрода, рад/с: 0; 36,5; 52,3; 73,6; 92,9; 132,5; 169,8; 241,2; 308,0; 398,0. В качестве электрода сравнения использовали насыщенный хлорсеребряный электрод. Потенциалы приведены относительно стандартного водородного электрода. Исследования проводили как в растворах, содержащих значительный избыток лиганда, так и в растворах, содержащих аммиак лишь в количестве, обеспечивающем химическую стойкость соответствующих электролитов (табл. 1). Значение pH электролитов 8,5.

Таблица 1

Состав растворов для отдельного и совместного выделения меди и никеля

№ раствора	[Cu <sup>2+</sup> ]	[Ni <sup>2+</sup> ]	[NH <sub>3</sub> (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )]	[NH <sub>3</sub> (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )]/[Me <sup>+</sup> ]
1	0,02	-	0,24	12
2	-	0,03	0,24	8
3	0,02	0,03	0,24	4,8
4	0,02	-	1,0	50
5	-	0,03	1,0	33,3
6	0,02	0,03	1,0	20

**Результаты исследований.** При значительном избытке аммиака (электролит № 4), обеспечивающем образование, в основном, комплексов с высшим координационным числом, катодные поляризационные зависимости выделения меди имеют только одну волну разряда аммиачного комплекса меди (рис. 1 б). При меньшем его значении (электролит № 1) на катодных зависимостях наблюдаются три волны, две из которых соответствуют ступенчатому восстановлению комплексов меди (рис. 1 а). Высота всех волн увеличивается с увеличением интенсивности перемешивания электролита. Кроме того, при малом избытке аммиака, наблюдается более существенное влияние интенсивности перемешивания в области выделения меди совместно с водородом. Причиной этого может быть как более значительное развитие поверхности электрода или наличие еще одной парциальной волны восста-

новления ионов меди, так и влияние аммиака на перенапряжение выделения водорода.

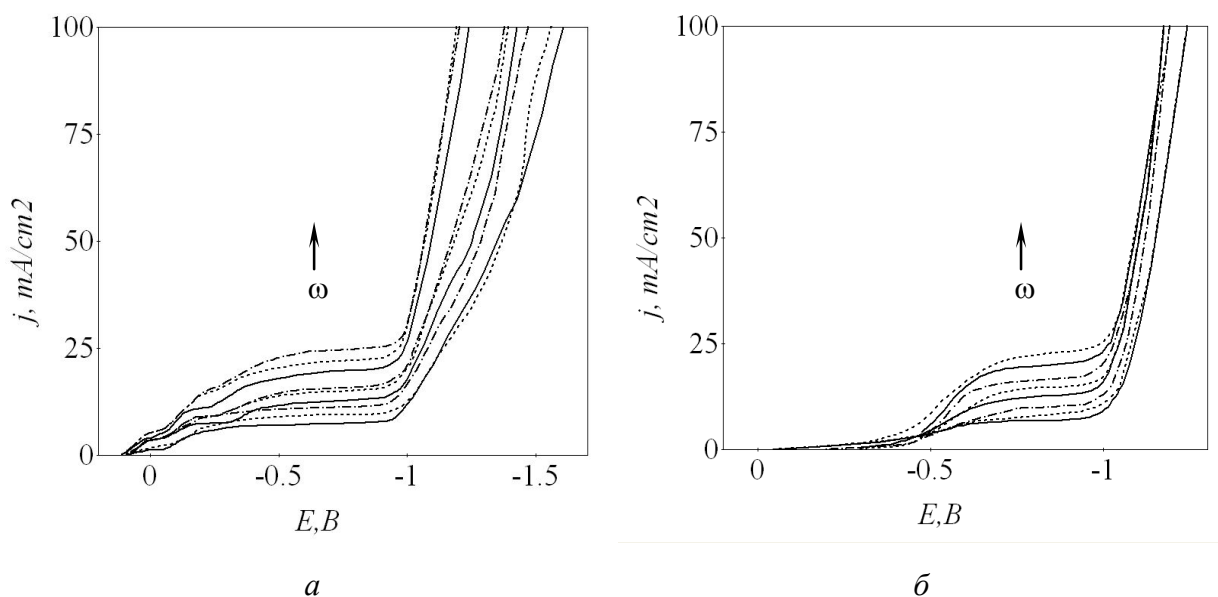


Рис. 1. Катодные поляризационные зависимости выделения меди на ВДЭ  
Состав растворов по табл.: *a* – № 1; *б* – № 4.

Выделение никеля из аммиакатных электролитов происходит совместно с водородом (рис. 2).

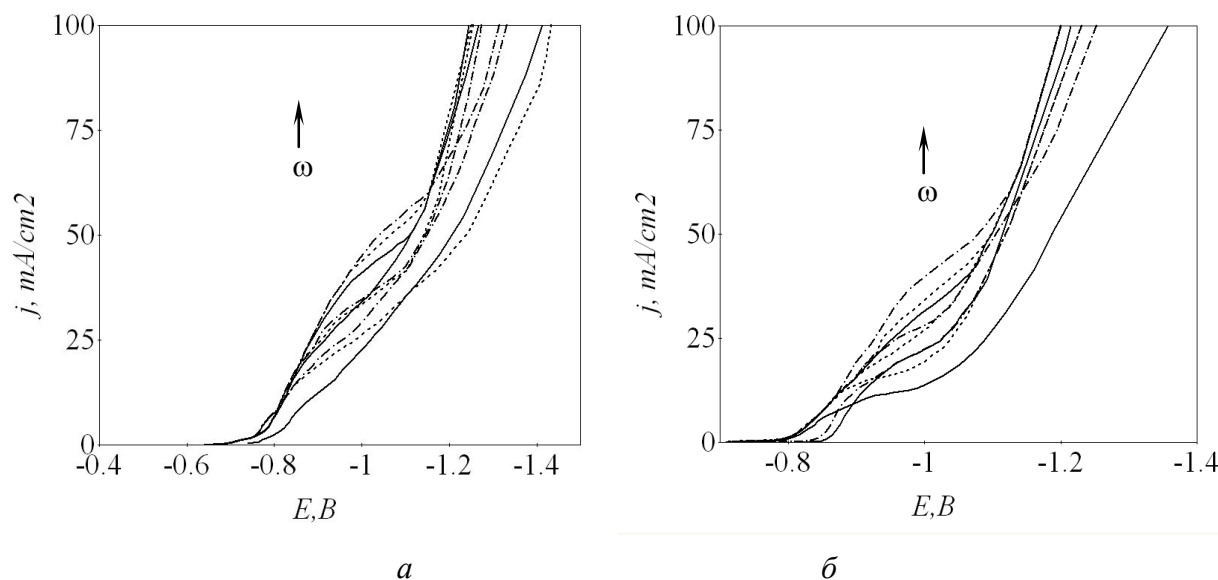
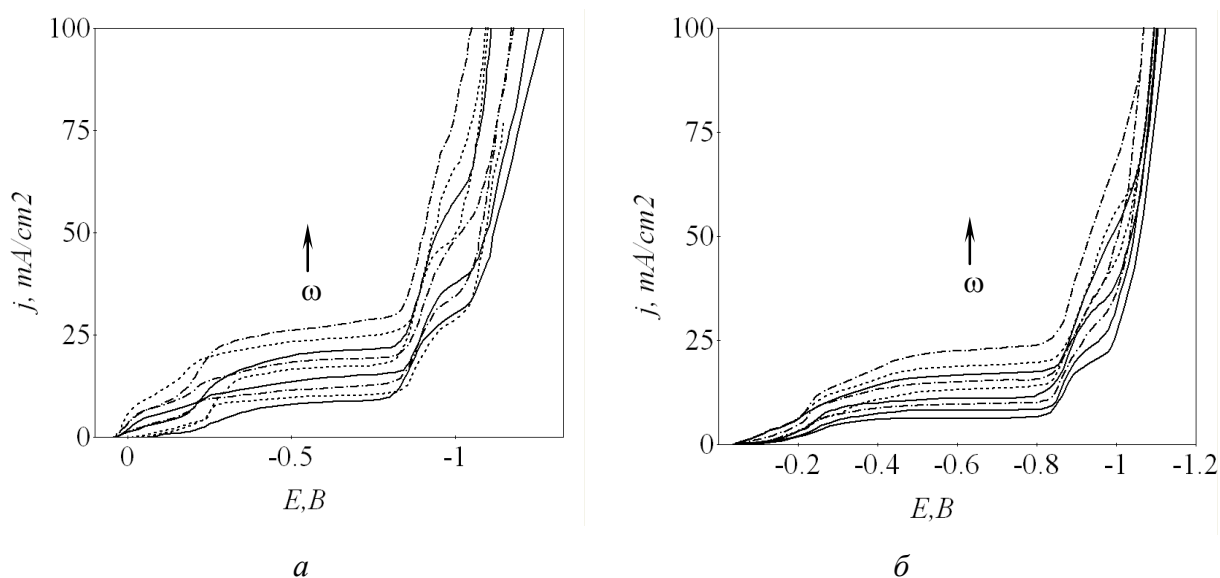


Рис. 2. Катодные поляризационные зависимости выделения никеля на ВДЭ  
Состав растворов по табл.: *a* – № 2; *б* – № 5.

Высота менее выраженных, по сравнению с медью, площадок предельного тока увеличивается с увеличением интенсивности перемешивания и снижается с увеличением избытка аммиака. При выделении на вращающемся

дисковом электроде сплава медь-никель торможение ступенчатого разряда меди при увеличении избытка аммиака проявляется в меньшей степени за счет, по-видимому, меньшего избытка аммиака в растворах, содержащих суммарную концентрацию металлов (рис. 3). Кроме того, высота площадок предельного тока выделения сплава соответствует сумме высот предельных токов раздельного выделения меди и никеля, а влияние интенсивности перемешивания в области выделения водорода при уменьшении избытка – в большей.



Состав растворов по табл.: а – № 3; б – № 6.

Рис. 3. Катодные поляризационные зависимости выделения сплава на ВДЭ

**Выводы.** Увеличение скорости вращения дискового электрода сопровождается повышением интенсивности как раздельного, так и совместного выделения меди и никеля. Увеличение избытка аммиака в электролите снижает величину предельного тока выделения и меди, и никеля. При отношении концентрации аммонийно-аммиачной составляющей к концентрации ионов меди 50 : 1 подавляется ступенчатый разряд меди.

**Список литературы:** 1. Ажогин Ф.Ф. Гальванотехника: справ. изд. / [Ф.Ф.Ажогин, М.А. Беленький, И.Е. Галь и др.]. – М.: Металлургия, 1987. – 736 с. 2. Алабышев А.Ф. Прикладная электрохимия / [А.Ф. Алабышев, П.М. Вячеславов, А.А. Гальнбек и др.]; под ред. Н.П. Федотьева – Л.: Химия. – 1974. – 536 с. 3. Hapel M. Investigations into the electroreduction of copper (II) ions on chalcocite in ammonia solutions using the rotating disc electrode method / M. Hapel // J. Electroanal Chem. – 1976. – Vol. 74. – P. 37 – 51.

Поступила в редколлегию 20.10.11