

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛАУРИЛСУЛЬФАТА НАТРИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ, ОСАЖДЕННЫХ ИЗ НИЗКОКОНЦЕНТРИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОЛИТА НИКЕЛИРОВАНИЯ И УПРОЧНЕННЫХ НАНОДИСПЕРСНЫМ ПОРОШКОМ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Сегодня основной проблемой соосаждения электрохимических покрытий, упрочненных нанопорошками, является неравномерность распределения второй фазы в матрице покрытия, ведущая к ухудшению физико-механических свойств изделий, потому повышение стабильности нанодисперсных порошков в электролитах в процессе осаждения композиционных электрохимических покрытий (КЭП) является важнейшей задачей.

Снижение размеров агломератов нанопорошка и увеличение гомогенности их распределения в покрытии позволяют значительно увеличить микротвердость получаемых покрытий [1], что положительно сказывается на их физико-механических свойствах. Перспективным направлением стабилизации нанопорошков в электролите является введение в электролит поверхностно-активных веществ (ПАВ) [2-3].

В предварительных исследованиях [4] было отмечено, что введение в электролит лаурилсульфата натрия (SLS) повышает микротвердость КЭП за счет более эффективной реализации дисперсного упрочнения.

Данная работа посвящена исследованию влияния SLS на микроструктуру КЭП, упрочненного нанодисперсным оксидом алюминия.

Методы получения и исследования материалов

В работе были получены два типа никелевых электрохимических покрытий – чистые и КЭП, дисперсноупрочненные нанопорошком оксида алюминия – и изучена морфология их поверхности и доля оксида алюминия в них.

Для осаждения покрытий использовались электролиты следующего состава: $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 42,75 г/л, H_3BO_3 – 18 г/л, нанопорошка Al_2O_3 – 30 г/л. Содержание SLS варьировалось от 0 до 2,1 г/л с шагом 0,3 г/л.

В качестве анода применялись никелевые электроды марки Н1, катода – пластинки из латуни марки Л63 размерами 20 × 15 × 2 мм.

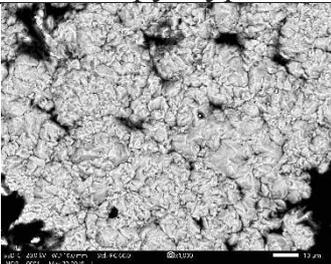
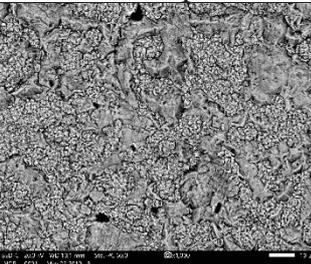
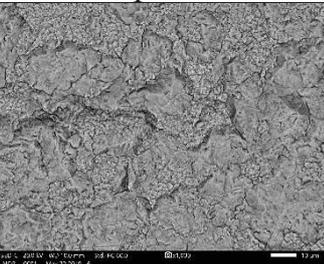
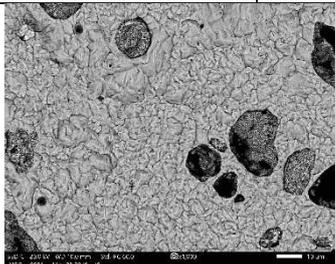
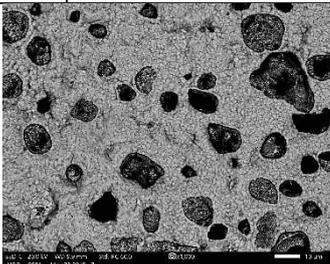
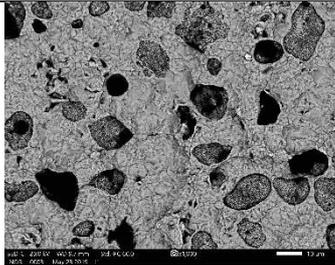
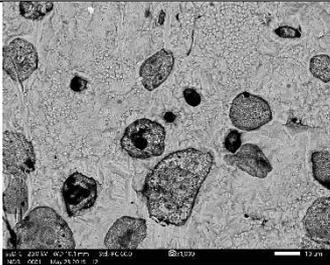
Нанесение покрытий велось в течение 3 часов при плотности тока $2,0 \text{ A/дм}^2$ и температуре $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Анализ морфологии поверхности покрытий проводился с использованием сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) JSM IT-500 марки JEOL. Также в работе с использованием СЭМ проводился элементный анализ образца с площади $1,229 \text{ мм}^2$, после чего рассчитывалось содержание оксида алюминия в покрытии.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 приведено изменение структуры покрытий, осажденных из электролитов с различным содержанием SLS.

Таблица 1 – Структуры никелевых электрохимических покрытий

Без нанопорошка	 <p>0 SLS</p>	 <p>0,6 SLS</p>	 <p>1,2 SLS</p>
	 <p>0 SLS</p>	 <p>0,6 SLS</p>	
	 <p>1,2 SLS</p>	 <p>1,8 SLS</p>	

Выявлено, что введение SLS оказывает положительное влияние на измельчение микроструктуры чистого никелевого электрохимического покрытия.

Увеличение содержания в электролите SLS до $0,6 \text{ г/л}$ приводит к изменению соотношения крупно- и мелкозернистой структуры в сторону увеличения доли последней – с $80:20$ до $40:60$, соответственно, а также – к измельчению размера зерна обеих

структур: средний размер крупнозернистой структуры уменьшился с 10 до 5 мкм, мелкозернистой – с 5 до 2 мкм.

Измельчение микроструктуры покрытий наблюдаются ввиду затруднения линейного роста кристаллов, вызванного увеличением скорости образования трехмерных зародышей в результате возникающего перенапряжения в присутствии ПАВ.

При дальнейшем увеличении содержания лаурилсульфата натрия в электролите происходит снижение скорости процесса нуклеации ввиду образования молекулами SLS групп, что приводит к уменьшению числа активных центров на поверхности и позволяет зернам никеля увеличивать свой средний размер.

На рисунке 1 представлена зависимость содержания оксида алюминия в КЭП от концентрации SLS в электролите.

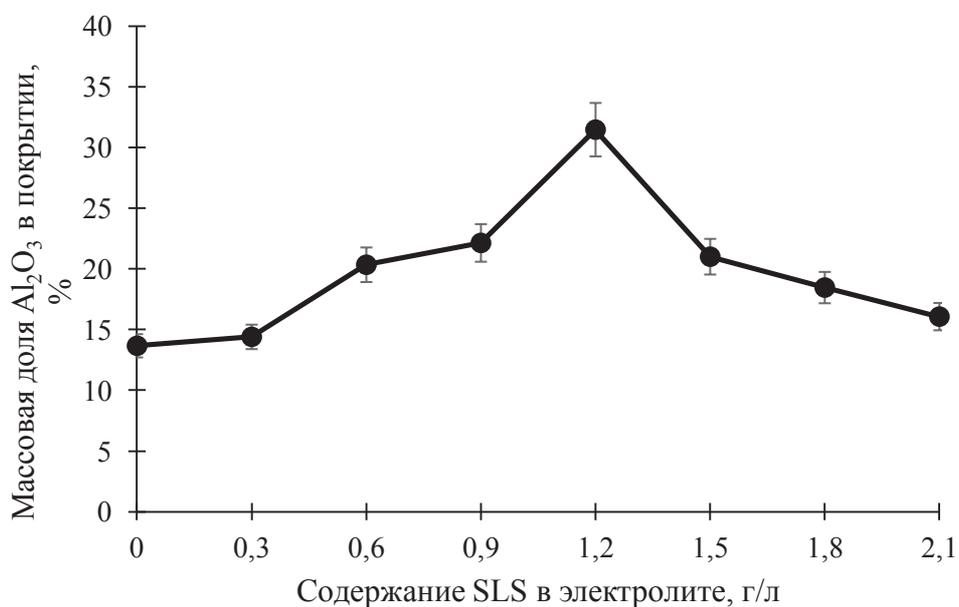


Рисунок 1 – Зависимость массовой доли Al_2O_3 в КЭП от концентрации SLS в электролите

Из таблицы 1 видно, что КЭП, осажденные из электролита без лаурилсульфата натрия, имеют зеренную структуру, в которой равномерно распределены зерна относительно больших (более 5 мкм) и малых (менее 5 мкм) размеров. Введение в электролит SLS оказывает влияние на структуру никеля в КЭП, аналогичное влиянию на нее в чистых электрохимических покрытиях: вначале, до 1,2 г/л SLS, происходит измельчение структуры (соотношение долей крупно- и мелкодисперсной структуры изменяется от 30:70 до 10:90, соответственно), а затем – укрупнение.

Причины такого изменения структуры КЭП аналогичны изменению структуры покрытий без нанопорошка оксида алюминия. В дополнение к этому происходит образование групп молекул SLS на поверхности агломератов наночастиц оксида алюминия, что уменьшает количество центров зародышеобразования, представленных агломератами, закрепляющимися на катоде и, впоследствии, зарастающих никелем [4], что подтверждается результатами элементного анализа покрытий (рисунок 1).

Выводы

Сформулирован характер влияния концентрации поверхностно-активного вещества в электролите на микроструктуру никелевых композиционных электрохимических покрытий:

- установлена связь между введением в электролит SLS и процессом нуклеации никеля в покрытии;
- определено влияние SLS на агломерацию нанопорошка оксида алюминия в электролите и способность агломератов закрепляться в покрытии и зарастиваться;
- найден оптимальный состав электролита (1,2 г/л SLS) для получения КЭП с наиболее высокими физико-механическими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Polushin N.I.; Kudinov A.V.; Zhuravlev V.V. Dispersed strengthening of a diamond composite electrochemical coating with nanoparticles // Russian journal of non-ferrous metals. – 2013. – V. 54. – № 5. – P. 412 – 416.
- 2 Jiang S.W., Yang L., Pang J.N. Electrodeposition of Ni-Al₂O₃ composite coatings with combined addition of SDS and HPB surfactants // Surface and Coatings Technology. – 2016. – V. 286. – P. 197 – 205.
- 3 Kondelo S., Sabri M., Sarabi A. The effect of sodium dodecyl sulfate surfactant on the electrodeposition of Ni-alumina composite coatings // Materials Chemistry and Physics. – 2012. – № 136. – P. 566–569.
- 4 Сайфуллин, Р.С. Комбинированные электрохимические покрытия и материалы. – М.: Химия, 1972. – 168 с.