

the peaks testifying about enrichment of the alloy surface by nitrogen: the peaks at 1634-1622 cm^{-1} can be assigned to asymmetric bending of NH_4^+ ; the peaks about 1539 cm^{-1} are related to N-H bending or symmetric bending of NH_4^+ . The peaks about 1428-1426 cm^{-1} can be also assigned to NH_4^+ bending vibrations. The plasma electrolytic treatment in the temperature range of 650-750 $^\circ\text{C}$ results in appearance of the peaks at 1069-1064 cm^{-1} . According to literature data, the peaks can be assigned to vibrations of Ti-O-N.

X-ray diffraction analysis allowed to ascertain crystal structure, phase identification of the titanium alloy VT 6 after its plasma electrolytic treatment. The measurements were performed using a Bruker D8 Advance diffractometer with Mo K_α radiation ($\lambda=0.07107$ nm). Analysis of XRD patterns showed that titanium oxide in the samples is present as hongquiiite phase (γ - monoclinic singony) and magnesium phase (hexagonal singony). Besides the peaks of TiO, the peaks which are characteristic for hamrabevit TiC in halite phase (cubic syngony) and Ti_2O_3 in corundum phase (trigonal syngony) were observed.

This research was financially supported by the Russian Science Foundation (Contract No. 15-19-20027) to the KostromaStateUniversity.

УДК 621.793

А.А. Васильева, Ю.В. Жарновникова, Н.В. Евреинова
СПбГТИ(ТУ), г. Санкт-Петербург

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ МЕДИ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОДНОСТЕННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Медные покрытия находят широкое применение в качестве подслоя при нанесении многослойных покрытий, для улучшения пайки, а также для увеличения электропроводности. В современной гальванотехнике весьма актуально создание композиционных электрохимических покрытий (КЭП). Получение КЭП основано на том, что в электролит вводят суспензии дисперсных частиц, которые сосаждаются вместе с металлом, включаясь в покрытие с изменением его свойств.

В данной работе для осаждения покрытия использовали аммонийный электролит следующего состава: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 90 г/л, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 80 г/л, NH_4NO_3 – 40 г/л, NH_4OH (25 %-ый) – 180 мл/л, $\text{pH}=8,5 - 9,0$, рабочая плотность тока $i_k=3 - 5,5$ А/дм². В процессе ра-

боты электролит корректировали добавлением водного раствора аммиака. Данный электролит позволяет осаждать медное покрытие непосредственно на сталь без дополнительных стадий подготовки.

Для исследования использовались 0,002% суспензии одностенных углеродных нанотрубок (УНТ) TUBALL™BATTH₂O и TUBALL™COAT_EH₂O (polymericarboxylicacid) с целью выявления изменения свойств КЭП. Были определены оптимальные условия для проведения электролиза, а также допустимые концентрации УНТ в электролите. В таблице 1 приведены значения выхода меди по току.

Таблица 1 – Выход меди по току

Пл-ть тока, А/дм ² Конц. УНТ, мг/л	Выход по току, %					
	3	3,5	4	4,5	5	5,5
Без добавок	39	45	51	53,5	56	59
<i>Суспензия TUBALL™BATTH₂O</i>						
0,04	54	65	61	64	60	60
0,12	57	60	62	63	64	63
0,2	53,5	56	59	60	61	63
0,4	46	50,5	53	56	58	59
0,6	44	49	54	56,5	59	60
0,8	46,5	50	55	57	59	60
<i>Суспензия TUBALL™ COAT_E H₂O (polymeric carboxylic acid)</i>						
0,04	50	56	58	60,5	64	59
0,12	46	52	57	59	61	63,5
0,2	45	53,5	55	59	61	61
0,4	47	52	59	62	63	60

Как видно, обе суспензии несколько повышают выход по току, но в целом это влияние незначительное по сравнению с выходом по току в электролите без добавок. Для полученных образцов была определена микротвердость по ГОСТ 9450-76 при нагрузке 50 г (рисунок 1, 2).

При сравнении рисунков 1 и 2 видно, что суспензия УНТ TUBALL™COAT_EH₂O (polymericarboxylicacid) оказывает наибольшее влияние на значение микротвердости покрытия: микротвердость увеличилась с 2,5 – 2,7 ГПа до 3,2 – 3,8 ГПа, а в случае второй суспензии – до 2,7 – 3,1 ГПа.

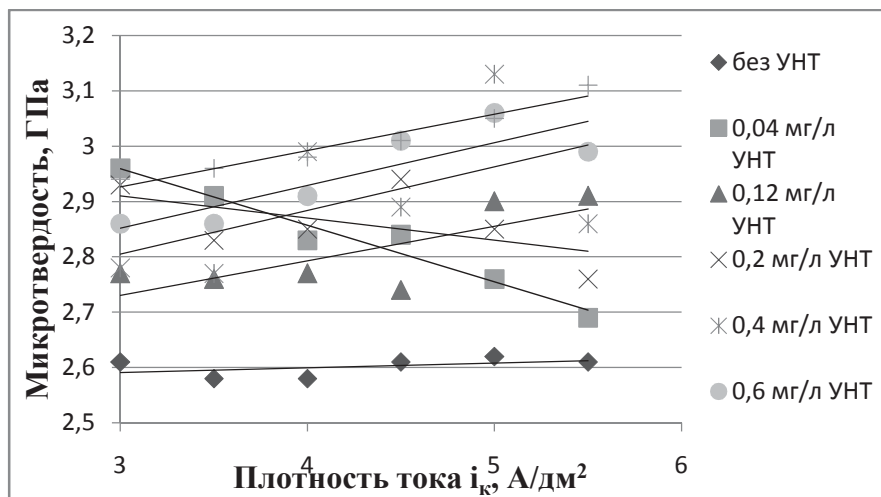


Рисунок 1 – Влияние концентрации УНТ суспензии TUBALL™BATTH₂O на микротвердость медного покрытия

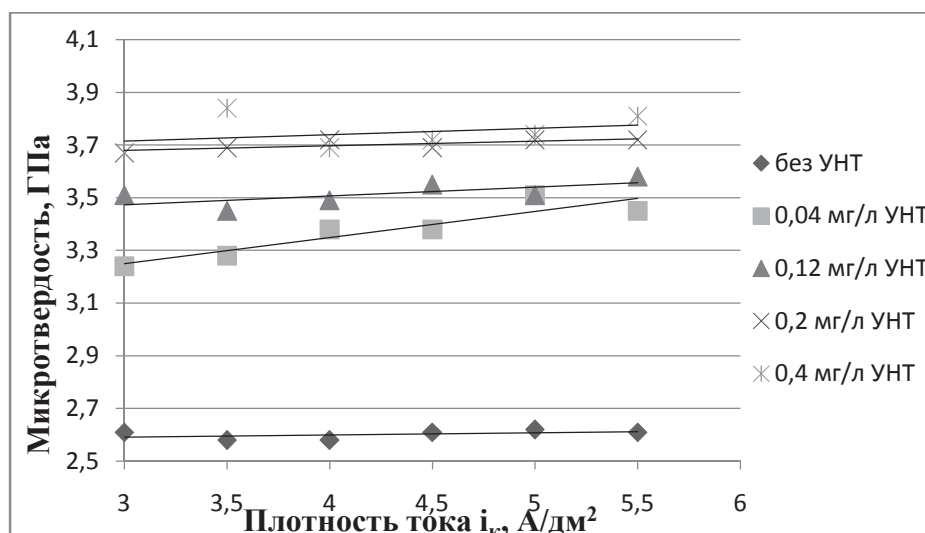


Рисунок 2 – Влияние концентрации УНТ суспензии TUBALL™COAT_EH₂O (polymericarboxylicacid) на микротвердость медного покрытия

Также была определена рассеивающая способность (РС) электролита при $i_k=4$ А/дм². РС электролита без добавок составила 34%, РС электролита с суспензией УНТ TUBALL™BATTH₂O – 41%, а РС электролита с суспензией УНТ TUBALL™COAT_EH₂O (polymericarboxylicacid) – 49%. Исходя из указанных данных, можно сказать, что УНТ оказывают положительное влияние на электропроводность электролита.