

УДК 541.15

## ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИЮ Ni

В.М. АНИЦИК, \*Н.Г. ВАЛЬКО, Н.И. ПОЛЯК  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

\*Учреждение образования  
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. Я. Купалы»  
Минск, Гродно, Беларусь

Один из возможных путей расширения функциональных свойств металлов связан с разработкой и использованием никелевых гальванических покрытий. Упрочнение поверхностного слоя деталей посредством гальванического никелирования позволяет экономить дорогостоящие и дефицитные материалы.

Основным недостатком никелевых покрытий является их незначительная толщина. Получение таких покрытий большой толщины сопряжено со снижением адгезии, микротвердости и повышением микронапряжений, приводящих к растрескиванию получаемых осадков. Поэтому разработка новых методов нанесения никелевых покрытий больших толщин с оптимальными механическими и физическими характеристиками является важной практической задачей.

Целью настоящей работы было исследование электроосаждения Ni из сульфатного электролита на индифферентных катодах при воздействии излучения. Источником излучения служила рентгеновская установка с напряжением на трубке 45 кВ и токе 15 мА, с анодами – Mo ( $\lambda = 0,070$  нм), Cu ( $\lambda = 0,154$  нм), Fe ( $\lambda = 0,194$  нм).

Ранее проведенные исследования [1] показали, что рентгеновское излучение влияет на процесс электроосаждения никеля на индифферентных алюминиевых подложках: увеличивает скорость наращивания покрытий и величину выхода металла по току ( $ВТ_k$ ). Однако, несмотря на монотонное увеличение скорости наращивания покрытий с возрастанием энергии рентгеновского излучения при плотности катодного  $1 \text{ A/dm}^2$  тока были получены практически одинаковые по толщине покрытия с различным  $ВТ_k$  (табл.). Увеличение  $ВТ_k$  с уменьшением длины волны рентгеновского излучения свидетельствует о возрастании массы вещества, оседающей на катоде, вследствие интенсификации в облучаемых электролитах диффузионных процессов, ограниченных массопереносом. Одинаковая толщина покрытий разной массы обусловлена, прежде всего, микроструктурными особенностями строения образцов. Микроморфология покрытий представлена рис. 1.



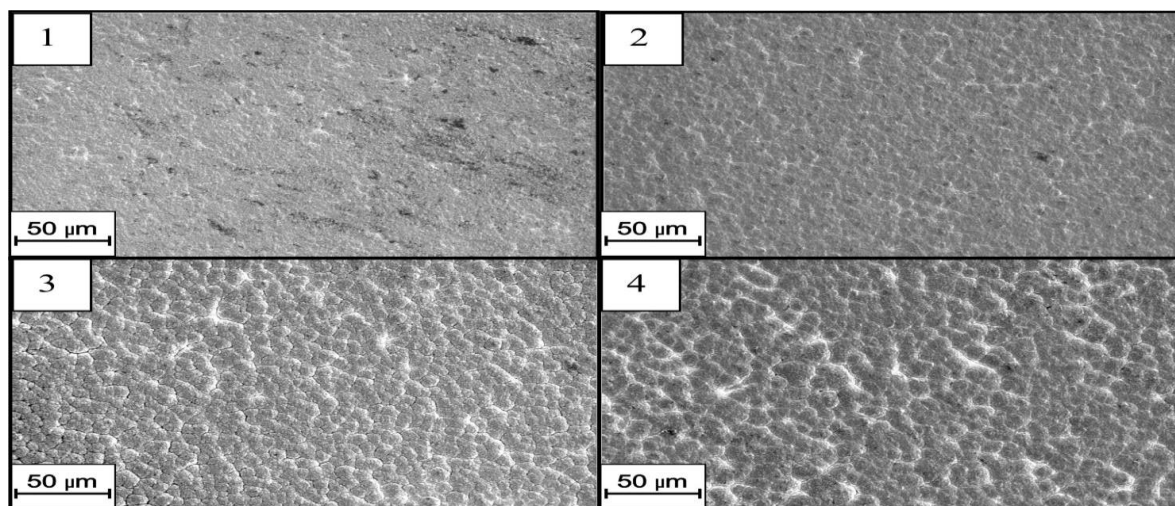


Рис. 1. Морфология поверхности никелевых пленок, полученных в поле излучения ( $j = 1A/\partial m^2$ ): 1 – образцы, полученные в поле рентгеновского излучения  $\lambda = 0,070$  нм; 2 –  $\lambda=0,154$  нм; 3 –  $\lambda=0,194$  нм; 4 – необлученные

Видно, что поверхность необлученных никелевых покрытий сильно развита и неоднородна.

В силу специфики процесса электроосаждения, при увеличении скорости осаждения металла должны формироваться покрытия, характеризующиеся высокой степенью напряженности. В табл. 1 представлены результаты исследования величины микродеформаций (МКД) для покрытий, сформированных под облучением различных длин волн и контрольные. Видно, что действие рентгеновского излучения на процесс осаждения никеля приводит к заметному возрастанию МКД в покрытиях, которое обусловлено уменьшением толщины диффузионного слоя вследствие интенсификации диффузии в электролите. Возрастание величины МКД с ростом энергии излучения должно сказываться на микротвердости никелевых покрытий. Результаты механических испытаний показали, что микротвердость никелевых облученных покрытий превышает микротвердость контрольного образца на соответствующих глубинах (табл. 1). Тем не менее, ощутимое влияние (30 %) на микротвердость пленок Ni, сформированных при плотности катодного тока  $j = 1A/\partial m^2$ , оказывает рентгеновское излучения с длиной волны  $\lambda = 0,070$  нм. Однако для покрытий, полученных при  $j = 1,5A/\partial m^2$ , микротвердость возрастает более чем на 50 % [2]. Необходимо отметить что в работе [2] допущена опечатка в оцифровке шкалы: значения микротвердости изменяются от 80 до 150 кг/мм<sup>2</sup>.

Табл. 1. Параметры электроосажденного под облучением никеля

Длина волны	Толщина,	ВТ <sub>к</sub>	H <sub>v2</sub>	МКД,
-------------	----------	-----------------	-----------------	------



излучения	мкм/ч	%	кг/мм <sup>2</sup>	10 <sup>-2</sup>
контрольные	25±5	83	100	0,2
$\lambda = 0,194 \text{ нм}$	25±5	90	115	0,552
$\lambda = 0,154 \text{ нм}$	25±5	94	120	0,564
$\lambda = 0,070 \text{ нм}$	25±5	98	130	0,578

Таким образом, действие рентгеновского излучения на электрокристаллизацию Ni на индифферентных катодах при плотности катодного тока  $j = 1 \text{ А/дм}^2$  приводит к формированию равномерного, однородного осадка с повышенной микротвердостью и большим числом микродеформаций в сравнении с контрольными необлученными образцами, что обусловлено интенсификацией процесса электроосаждения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материалы, технологии и оборудование в производстве, эксплуатации, ремонте и модернизации машин / В. М. Анищик [и др.] // Сб. науч. трудов VII Междунар. науч.-техн. конф. в 3 т. – Новополоцк: ПГУ, 2009. – Т. 1. – С. 81.
2. Влияние рентгеновского излучения на микротвердость никелевых гальванических покрытий / В.М. Анищик [и др.] // Актуальные проблемы физики твердого тела : сб. докл. Междунар. науч. конф, Минск, 20–23 окт. 2009 г.: в 3 т. / Инст. физ. тв. тела; редкол.: Н.М. Олехнович [и др.]. – Минск, 2009. – Т.2. – С.209

