

6. Smirnova Y., Huriia I., Loboda P. Liquid phase fabrication technology of layered Ti/Al composite. *U.P.B. Scientific bulletin, Series B: Chemistry and Materials Science*. 2021. Vol. 83, Iss. 4. P. 273–282.

7. Смірнова Я. О., Гурія І. М. Мікроструктура та механічні властивості шаруватого литого композиту ВТ-6/Al. *Метал і лиття України*. 2022. Том 30, №1. С. 84–90. <https://doi.org/10.15407/steelcast2022.01.084>

Титаренко В.В.¹, Заблудовський В.О.², Титаренко І.В.²
(¹НТУ «Дніпровська політехніка»; ²УДУНТ, м. Дніпро)
МІКРОШАРУВАТІ КОМПОЗИЦІЙНІ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНІ НІКЕЛЕВІ
ПОКРИТТЯ

E-mail: tytarenko.valentina@gmail.com

При електроосажденні нікелевих покриттів на постійному струмі виділяється водень, який може включатись в кристалічну решітку металу, утворюючи пересичений твердий розчин включення водню в нікелі. Осадження покриттів при імпульсному режимі відбувається при більш високих густинах струму і відповідних їм потенціалах, при яких виділення водню збільшується. Висока швидкість зміни катодної перенапруги, як і достатньо від'ємний потенціал формування покриття не є достатніми умовами для переходу від крупнокристалічних до нанокристалічним покриттін. Більш важливу роль при цьому відіграє водень, який включається в кристалічну решітку, і який, як можна припустити, сприяє збереженню нерівноважних структур, що виникають, ускладнюючи кристалізаційні процеси в результаті утворення пасивної плівки. У зв'язку з цим становить інтерес застосування програмно-керованого струму для осадження покриттів із шаруватим типом кристалічної структури, зменшеною кількістю поверхневих дефектів, запобігання розтріскування покриттів і збільшення швидкості їх осадження.

Осадження композиційних нікелевих покриттів проводили періодичним чергуванням ступенів постійного струму густиною гранично допустимою за

якістю осаджуваного покриття 100 A/m^2 , тривалістю (t, с) 300 с (режим I) або 150 с (режим II), та граничною по дифузії 1000 A/m^2 , тривалістю 30 с (режим I) або 15 с (режим II). Концентрація частинок УДА у водному розчині електроліту нікелювання становила 2 г/л.

При чергуванні ступенів струму густиною гранично допустимою за якістю осаджуваного покриття 100 A/m^2 та граничною по дифузії 1000 A/m^2 відбувається збільшення катодного перенапруги, що призводить до перерозподілу парціальних складових струмів відновлення нікелю та водню. За час дії ступені постійного струму густиною 1000 A/m^2 виділення молекулярного водню у прикатодній області збільшується, при цьому вихід металу за струмом зменшується від 90% до 49%. Виділення водню у великій кількості на катоді сприяє збільшенню ступеня дисперсності частинок УДА до $40\div 100 \text{ нм}$. Зі збільшенням концентрації дисперсних частинок у покритті, розмір кристалітів нікелю зменшується внаслідок адсорбції частинок УДА на кристалітах, що призводить до гальмування їх подальшого росту. Такий процес сприяє збільшенню швидкості утворення кристалічних зародків та формуванню дрібнокристалічної структури покриття (рис. 1).

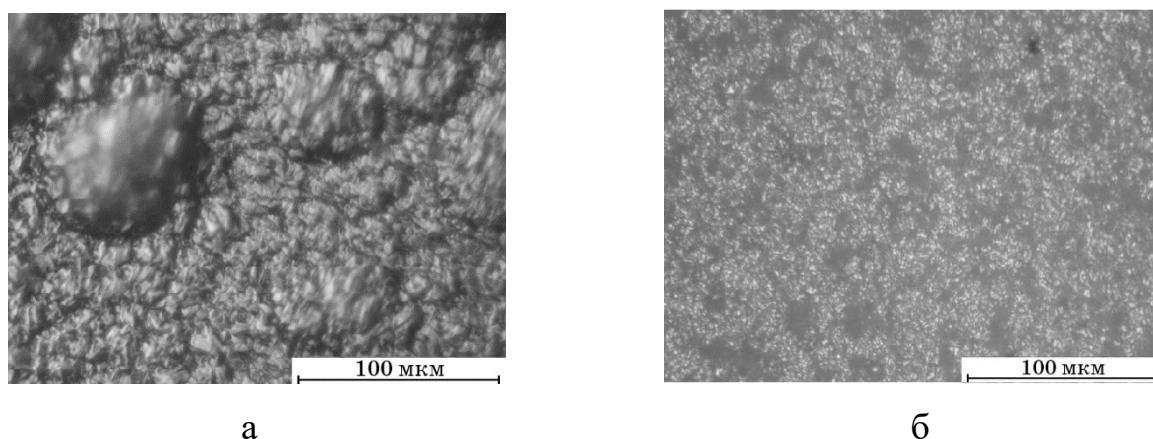


Рис. 1. Морфологія поверхні: нікелевого покриття, осадженого за допомогою постійного струму густиною 100 A/m^2 (а); композиційного нікелевого покриття, осадженого за допомогою програмно-керованого струму (б)

Частинки УДА, володіючи сильними абсорбційними властивостями, переміщуються у водному розчині електроліту в напрямку катода, адсорбуються

на його поверхні, що призводить до зменшення його активної поверхні та пасивації. Пасивний вплив частинок УДА на катодну поверхню змінює структуру росту покриття в поперечному перерізі від стовпчастої (рис. 1, а) до мікросфорової (рис. 1, б).

За результатами дослідження концентрації частинок наноалмазу у покритті, мікротвердості та зносостійкості композиційних нікелевих покриттів слідує, що періодичне чергування ступенів постійного струму дозволяє отримувати покриття з більшим вмістом наноалмазу та покращеними механічними властивостями.

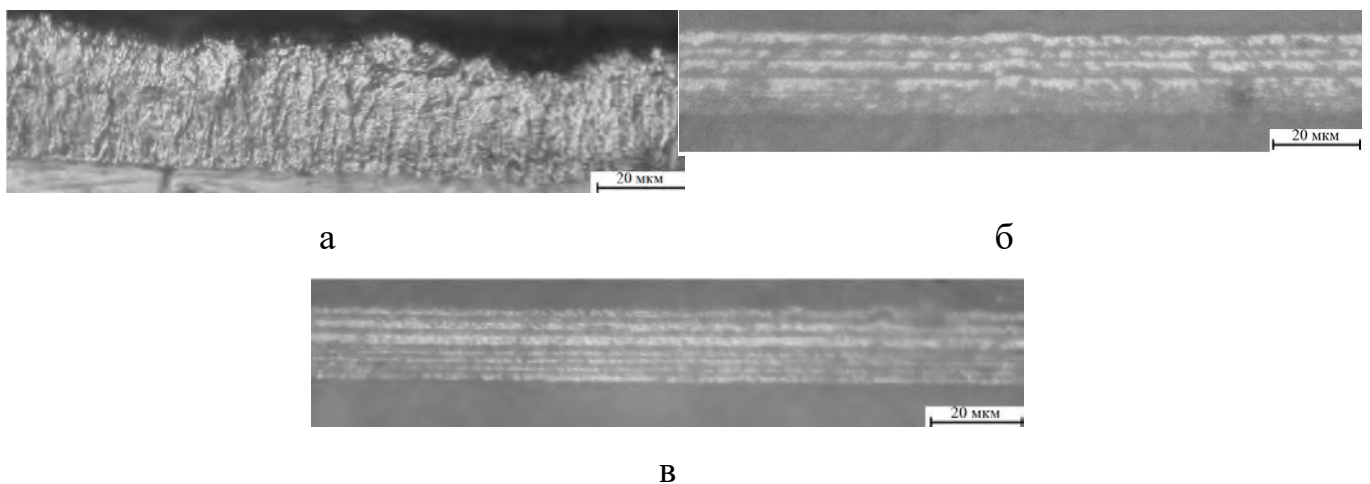


Рис. 2. Структура у поперечному перерізі: нікелевого покриття, осадженого за допомогою постійного струму густиною 100 A/m^2 (а); композиційного нікелевого покриття, осадженого за режимом I (б); композиційного нікелевого покриття, осадженого за режимом II (в)

Формування мікросфороватої структури композиційних нікелевих покриттів ступенями постійного струму густиною гранично допустимою за якістю осаджуваного покриття 100 A/m^2 та граничною по дифузії 1000 A/m^2 дозволяє зменшити товщину мікросферів, що чергуються, від $\sim 0,8 \text{ мкм}$ і $0,4 \text{ мкм}$ (рис. 2, а) до $\sim 0,4 \text{ мкм}$ і $0,2 \text{ мкм}$ (рис. 2, б) при однаковій загальній товщині покриття $20 \div 25 \text{ мкм}$, що забезпечує зменшення пористості покриттів від 13 пор до 9 пор на 1 см^2 ; збільшити швидкість осадження нікелевих покриттів в 1,2-1,3 рази.