

Ткачук О.В., Труш В.С., Проскурняк Р.В., Погрелюк І.М.

(ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів)

**ФОРМУВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ШАРУ НА
ТИТАНОВОМУ СПЛАВІ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТЕРМОДИFUЗІЙНИМ
НАСИЧЕННЯМ**

E-mail: tkachuk@ipm.lviv.ua

Титанові сплави знаходять широке застосування в медицині завдяки комбінації низки цінних властивостей: високої питомої міцності, корозійної тривкості та біосумісності. Передові позиції як матеріал для ортопедичних і зубних імплантатів займає титановий сплав ВТ6с системи Ti-Al-V, оскільки він має високі механічні властивості, а також біологічну інертність по відношенню до людського організму. Проте розширення застосування даного сплаву обмежується його недостатньою поверхневою твердістю, високим коефіцієнтом тертя та низькою зносотривкістю. Деградація функціональних властивостей титанових імплантатів відбувається переважно після 10...15 років їх використання. Серед основних причин слід виділити зношування та корозійне руйнування. Для покращення трибологічних і корозійних властивостей цих імплантованих матеріалів використовують різноманітні методи модифікації поверхневого шару металу. Перспективним методом обробки титанових сплавів медичного призначення є термодифузійне насичення в азотовмісному середовищі.

Нітридні покриття на титановому сплаві ВТ6с формували в контрольованому газовому азотовмісному середовищі за температури нижче поліморфного перетворення ($T = 850\text{ }^{\circ}\text{C}$). Зміна парціального тиску азоту в реакційній камері в діапазоні $P_{\text{N}_2} = 1 \dots 10^5$ Па забезпечувала формування поверхневого нітридного шару із різним вмістом складових (TiN, Ti₂N).

Згідно з результатами рентгенівського фазового аналізу, на поверхні титанового сплаву ВТ6с формується нітридна плівка, яка від матриці сплаву відмежована дифузійною зоною (твердий розчин азоту в α -Ti). Фазова плівка складається з нітридів титану δ -TiN і ϵ -Ti₂N, вміст яких залежить від парціального тиску азоту. Встановлено, що після азотування в розрідженому азоті частка нітриду TiN складає 4%, а Ti₂N – 65%, тоді як в азоті атмосферного тиску – 67 і 18% відповідно. Отже, після азотування в розрідженому азоті нітридна плівка, в основному, формується за рахунок фази Ti₂N, в той час як в азоті атмосферного тиску в нітридній плівці домінує кубічний нітрид TiN. Склад нітриду титану TiN при цьому наближається до стехіометричного. Це підтверджується збільшенням його параметра ґратки від 0,4239 до 0,4248 нм. Із збільшенням парціального тиску азоту товщина нітридної плівки зростає від 3 до 7 мкм.

Формування нітридної плівки супроводжується мікроструктурними змінами, зокрема ростом кристалітів утворених фаз і релаксацією напружень. На основі аналізу форми дифракційних ліній TiN встановлено, що зі збільшенням парціального тиску азоту розміри кристалітів кубічного нітриду титану зростають від 54,82 до 69,17 нм. Зростання парціального тиску азоту істотно посилює напружений стан. Розрахунок напружень по формі різних ліній TiN (в різних напрямках відбиття) показує близькі значення, що свідчить про ізотропний характер їх розподілу.

Азотування супроводжується формуванням характерного поверхневого рельєфу, що погіршує якість поверхні оброблюваних деталей. Характерна топографія азотованої поверхні – це хвилясті нерівності, які утворюють сітку на поверхні, яка, швидше за все, повторює сітку границь зерен матриці азотованого матеріалу. Збільшення парціального тиску азоту призводить до укрупнення фрагментів рельєфу та зростання параметрів профілю поверхні. Зокрема, параметр R_a зростає від 0,1842 до 0,4219 мкм, а R_z – від 0,7335 до 1,6615 мкм. Загалом, збільшення парціального тиску азоту погіршує якість поверхні сплаву на один квалітет.