

## ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕКСТУРЫ ТИТАНА VT1-0 НА ЕГО КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДАХ

И.В. Иванов, А. Тёммес

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.А. Батаев  
Новосибирский Государственный Технический Университет,  
Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса 20, 630073  
E-mail: i.ivanov@corp.nstu.ru

Металлические материалы, такие как нержавеющая сталь, сплавы Co-Cr, а также титан и его сплавы широко используются для изготовления медицинских имплантатов [1]. Среди отмеченных сплавов наибольшее распространение в медицине находят сплавы титана, из-за их низкой цитотоксичности и модуля упругости, а также высокой удельной прочности и коррозионной стойкости [2]. Для повышения механической и биологической совместимости титана используются различные методы. Существуют способы создания развитой поверхности материала путем ее окисления [3-5], нанесения покрытий фосфата кальция [6], формированию ультра- и нанозернистой структуры [7,8].

Известно, что ультрамелкозернистый и нанокристаллический титан, полученный методами интенсивной пластической деформации (ИПД) имеет более высокие показатели механических свойств, биологической совместимости и коррозионной стойкости. Однако, вопрос о влиянии поверхностной текстуры на свойства титана, и прежде всего его биологическую и механическую совместимость с тканями организма, поднимается в литературе довольно редко и поэтому все еще глубоко не изучена [2,9].

В работе делается попытка исследования влияния поверхностной текстуры  $\alpha$ -титана на его коррозионную стойкость и некоторые механические свойства.

В качестве материалов исследования использовался технически чистый  $\alpha$ -титан, обработанный методами горячей и холодной прокатки, вневакуумной электроннолучевой наплавки, а также электродуговой плавки.

В работе потенциометрическими методами исследовалась коррозионная стойкость образцов  $\alpha$ -титана в растворе Хэнка (рН ~ 8). Исследуемые образцы и их обозначение в работе: образцы после холодной прокатки со степенью деформации 30% (CR30) и степенью деформации 60% (CR60); образец полученный методом вневакуумной электроннолучевой наплавки (ЕВС).

Благодаря применению разных методов пробоподготовки, полученные материалы обладали различающейся поверхностной текстурой. Образцы, полученные холодной прокаткой имеют преимущественно базальную текстурой (0001)  $\langle 1010 \rangle$ . Однако образец, полученный методом вневакуумной электроннолучевой наплавки обладает текстурой (0112)  $\langle 1120 \rangle$ .

На рис. 1 представлены кривые зависимости потенциала разомкнутой цепи со временем образцов  $\alpha$ -титана после холодной прокатки со степенью деформации 60% (CR60), 30% (CR30), а также образца, полученного методом электронно-лучевой наплавки (ЕВС). Видно, что потенциал разомкнутой цепи зависит от текстуры материала. Образец после холодной прокатки со степенью деформации 60% обладает наибольшей коррозионной стойкостью по сравнению с другими образцами. В табл.1 обобщены результаты коррозионных исследований.

В результате исследований было выявлено что поверхностная текстура  $\alpha$ -титана влияет на коррозионную стойкость материала. Согласно литературным данным и проведенному текстурному анализу, наибольшая коррозионная стойкость соответствует материалу, имеющему преимущественно базальную поверхностную текстуру ((0001), (0002)) [10].

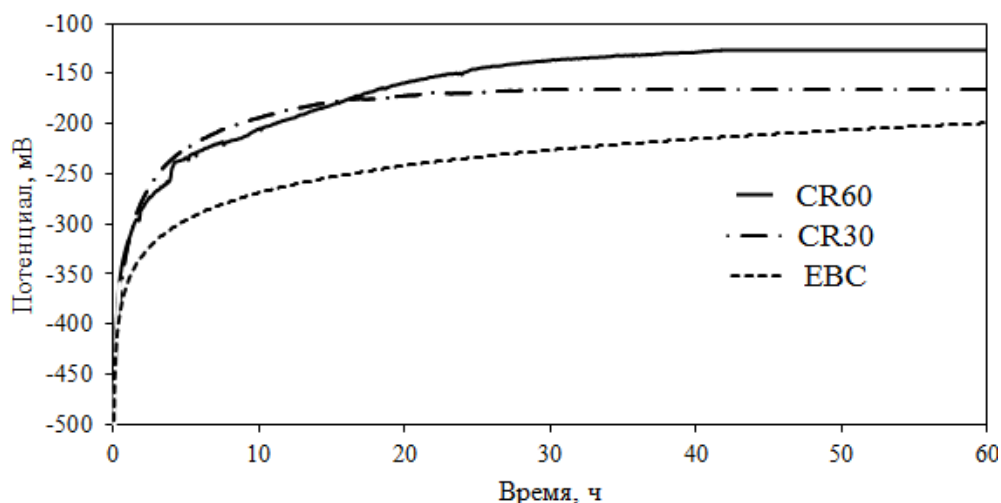


Рис. 1. Кривые изменения потенциала разомкнутой цепи со временем для образцов  $\alpha$ -титана после холодной прокатки со степенью деформации 60% (CR60), 30% (CR30), а также образца, полученного методом электронно-лучевой наплавки (EBC)

Таблица 1 - Потенциал разомкнутой цепи и время его стабилизации для образцов  $\alpha$ -титана в растворе Хэнка (pH~8)

Образец	Потенциал, мВ	Время, ч
CR60	-126,7	40
CR30	-165,96	30
EBC	-202,35	60

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Valiev RZ, Semenova IP, Latysh VV, Rack H, Lowe TC, Petruzelka J, Dluhos L, Hrusak D, Sochova J. Nanostructured titanium for biomedical applications. *Adv Eng Mater* 2008;10: B15–B17.
2. The importance of crystallographic texture in the use of titanium as an orthopedic material
3. Sul Y. T. The significance of the surface properties of oxidized titanium to the bone response: special emphasis on potential biochemical bonding of oxidized titanium implant // *Biomaterials*. – 2003. – Т. 24. – №. 22. – С. 3893-3907.
4. Yang B. et al. Preparation of bioactive titanium metal via anodic oxidation treatment // *Biomaterials*. – 2004. – Т. 25. – №. 6. – С. 1003-1010.
5. Khodaei M. et al. The side effects of surface modification of porous titanium implant using hydrogen peroxide: Mechanical properties aspects // *Materials Letters*. – 2016. – Т. 178. – С. 201-204.
6. Sharkeev Y. P. et al. The structure and physical and mechanical properties of a novel biocomposite material, nanostructured titanium–calcium-phosphate coating // *Composite Interfaces*. – 2009. – Т. 16. – №. 4-6. – С. 535-546.
7. Zhang R. et al. Preparation of micro-nanostructure on titanium implants and its bioactivity // *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*. – 2016. – Т. 26. – №. 4. – С. 1019-1024.
8. Faghihi S. et al. Cellular and molecular interactions between MC3T3-E1 pre-osteoblasts and nanostructured titanium produced by high-pressure torsion // *Biomaterials*. – 2007. – Т. 28. – №. 27. – С. 3887-3895.
9. Faghihi S. et al. The significance of crystallographic texture of titanium alloy substrates on pre-osteoblast responses // *Biomaterials*. – 2006. – Т. 27. – №. 19. – С. 3532-3539.
10. Bahl S., Suwas S., Chatterjee K. The importance of crystallographic texture in the use of titanium as an orthopedic biomaterial // *RSC Advances*. – 2014. – Т. 4. – №. 72. – С. 38078-38087.