

## **Металлические и металлокерамические биосовместимые покрытия с контролируемой топографией, открытой пористостью и составом поверхности**

*Штанский Д.В.<sup>1</sup>, Батенина И.В.<sup>1</sup>, Ядройцев И.А.<sup>2</sup>, Ряшин Н.С.<sup>2</sup>, Кудряшов А.Е.<sup>1</sup>,  
Шевейко А.Н.<sup>1</sup>, Погожев Ю.С.<sup>1</sup>, Смуров И.Ю.<sup>2</sup>, Левашов Е.А.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,  
Ленинский проспект 4, Москва 119049, Россия;*

<sup>2</sup>*Национальная Инженерная Школа Сент-Этьенна,  
DIP1, 58 rue Jean Parot, 420023 Сэнт-Этьенн, Франция*

Возможность установления прочной микромеханической и химической связи между поверхностью искусственного имплантата и костной тканью является одной из важнейших характеристик современных биоматериалов, предназначенных для ортопедии, реконструкционной хирургии и стоматологии. Взаимодействие поверхности имплантата с окружающими тканями – сложный динамический процесс, эффективность которого во многом зависит от химических и топографических характеристик поверхности имплантата. Ранее было показано, что элементный состав поверхности имплантата играет важную роль на различных этапах взаимодействия остеобластов с их поверхностью, в то время как изменения рельефа поверхности в диапазоне  $S_q=0.4-1$  мкм не оказывают существенного влияния на адгезию, пролиферацию и дифференцировку остеобластов [1].

Целью данной работы является получение и исследование покрытий с различным элементным составом и топографией поверхности в диапазоне среднеквадратичного значения шероховатости  $R_a=1-100$  мкм. Для получения покрытий с различной шероховатостью поверхности использовались методы холодного газодинамического напыления (ХГН), селективного лазерного спекания (СЛС) и электроискрового легирования (ЭИЛ). Для изменения элементного состава, на поверхность образцов осаждалось многокомпонентное биоактивное наноструктурированное покрытие (МБНП) методом магнетронного распыления (МР) композиционной мишени.

В процессе ХГН на обрабатываемую поверхность сверхзвуковым потоком газа (500-1000 м/с) нагретым до температуры 250-500°C наносили частицы порошка титана марки Grade 2 с размером частиц 20-35 мкм. За счет реализации низких температур метод ХГН исключает окисление расплавленного материала, что позволило получить однородные поверхности в широком диапазоне параметра  $R_a=4-80$  мкм. Методом ЭИЛ за счет электрической эрозии и полярного переноса материала с анода (электрода) на катод

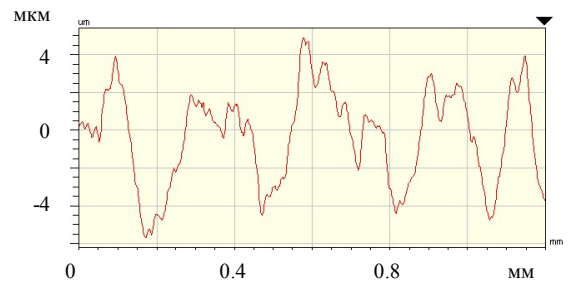
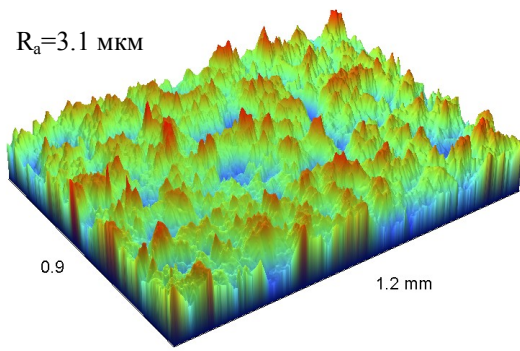
(подложка-имплантат) при протекании импульсных разрядов в газовой среде были получены покрытия с шероховатостью  $R_a=3-8$  мкм. В методе СЛС порошковый материал послойно спекался лазерным излучением. За счет варьирования расстояния между треками методом СЛС были получены покрытия с различной открытой пористостью. Топография поверхности покрытий, полученных методами ХГН, ЭИЛ и СЛС показана на рисунке 1.

С целью изменения химического состава поверхности при сохранении заданной топографии использовался метод магнетронного распыления композиционных мишеней, позволяющий наносить тонкий поверхностный слой МБНП. Это покрытие повторяет рельеф ранее сформированной поверхности. В настоящей работе в качестве финишного поверхностного слоя использовалось покрытие TiCaPCON, которое обладает хорошими биологическими характеристиками [2].

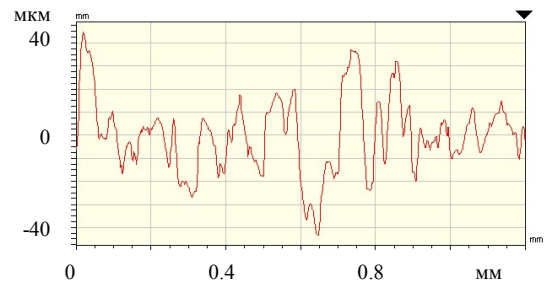
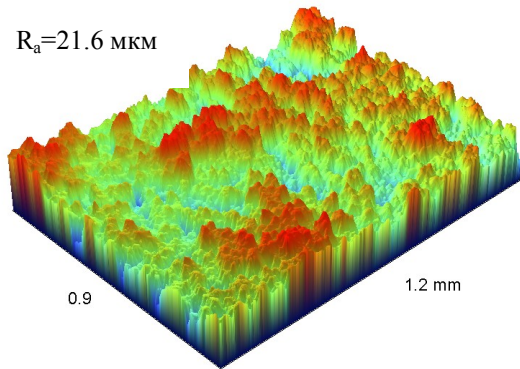
Показано, что комбинация методов ХГН, СЛС, ЭИЛ и МР позволяет получать биосовместимые покрытия с контролируемой топографией, открытой пористостью и составом поверхности. Данные материалы предназначены для последующего изучения адгезии, пролиферации и дифференцировки остеобластов.

Работы выполнены при финансовой поддержке Минобрнауки (ГК 16.513.11.3092).

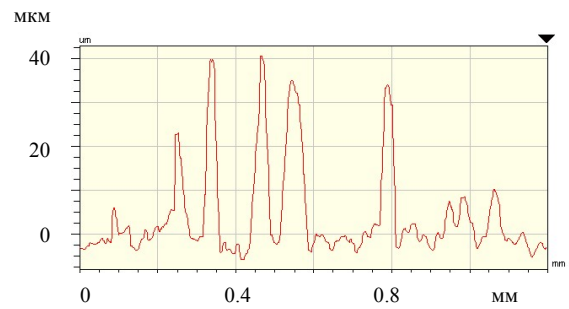
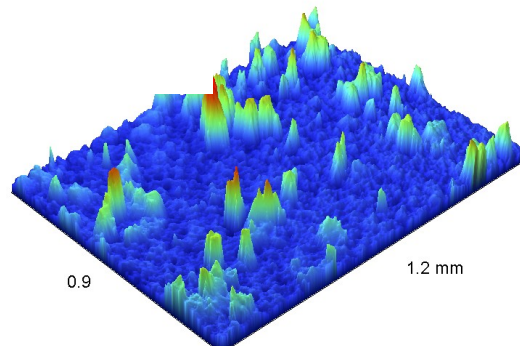
1. Д. В. Штанский, И.Ю. Житняк, И. А. Башкова, Ю.С. Погожев, А.Н. Шевейко, Н. А. Глушанкова, Биологические мембраны, издательство “Наука-Interperiodica”, 27(4) (2010) 325-330.
2. D.V. Shtansky, N.A. Gloushankova, I.A. Bashkova, M.A. Kharitonova, T.G. Moizhess, A.N. Sheveiko, F.V. Kiryukhantsev-Korneev, M.I. Petrzhik, E.A. Levashov, Biomaterials, 27 (2006) 3519-3531.



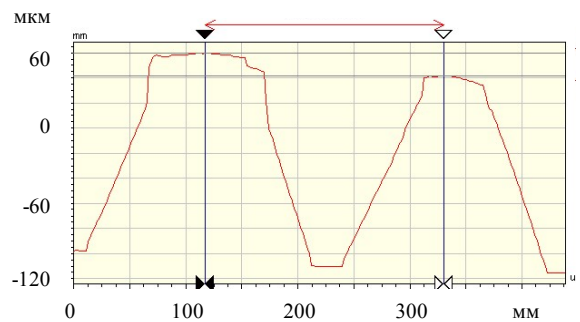
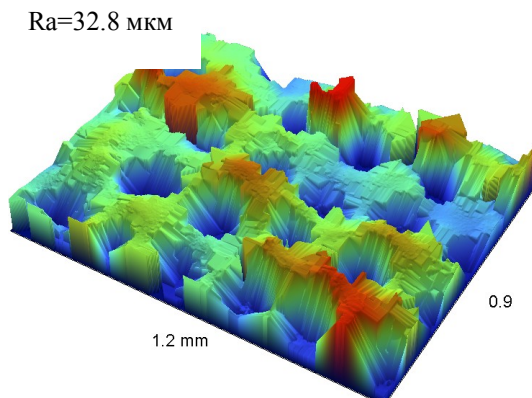
Электроискровое легирование



Холодное газодинамическое напыление



Холодное газодинамическое напыление (монослой)



Селективное лазерное спекание

Рисунок 1 – Топография поверхности покрытий