

УДК 62-408.8, 62-97/-98, 621.373.826, 617-089.844

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНА
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ
ОСТЕОННЫХ РЕЛЬЕФОВ**

Карлагина Ю.Ю., Радаев М.М., Егорова Е.Е. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Научный руководитель – к.т.н., старший научный сотрудник Одинцова Г.В.
(Международная научная лаборатория лазерных микро-и нанотехнологий и систем,
Университет ИТМО)

При остеоинтеграции дентальных имплантатов огромное значение имеет топология его поверхности: микрогеометрия и тип рельефа, глубина и ширина элементов рельефа. В данной работе предложен способ лазерного формирования биомиметического биосовместимого рельефа на поверхности имплантатов.

Введение. Одними из самых востребованных металлов для производства дентальных имплантатов является титан и его сплавы. Поверхность титановых имплантатов подвергают дополнительной обработке различными механическими и химическими методами, с целью улучшения биоинтеграционных свойств. Однако данные методы обладают рядом недостатков: остатки абразивных порошков после механической обработки и кислот после химической обработки повышают вероятность отторжения имплантата организмом, а многоэтапность процесса обработки приводит к увеличению длительности и ресурсозатратности производства. Согласно исследованиям аналитического агентства «Аберкейд» в России количество непржившихся имплантатов достигает 1,5 млн. штук в год. Таким образом, в настоящий момент, важным и перспективным направлением научных исследований являются разработки в области оптимизации физико-химических и функциональных характеристик поверхности имплантатов. В частности, благодаря лазерному способу обработки открывается возможность создавать локально участки на поверхности, обладающие различными свойствами – гидрофильность, гидрофобность, мультмасштабность микро- и нанорельефа, соответствие размеров структур размерам клеток. Мы предлагаем бионический подход к инжинирингу поверхности, а именно – воспроизведение структуры компактной костной ткани на поверхности имплантата, функциональной единицей которой является остеон, посредством лазерной обработки.

Основная часть. В наших предыдущих работах мы показали, что геометрия поверхности играет важную роль в биоинтеграции имплантата. Мы получили, что клетки лучше растут, а кость лучше интегрируется с поверхностью, покрытой микроканавками. Мы предложили на основе этих микроканавок дизайн биомиметического рельефа на поверхности титана, имитирующего структуру компактной костной ткани, единичным элементом которого является система из концентрических колец, имеющих разный диаметр и одинаковую ширину и глубину. Инструментом для локального управления геометрией поверхности был выбран лазер.

При лазерной записи канавки, закрученной в кольцо, происходит обработка поверхности импульсами с некоторым перекрытием их друг друга. При уменьшении радиуса кольца, если не менять параметры воздействия, такие как мощность излучения и частота следования импульсов, то плотность перекрытия импульсами друг друга будет выше, нежели в предыдущем кольце, вследствие чего и глубина и ширина формируемой канавки будет уже отличная, от предыдущей с большим радиусом. Для решения этой проблемы нами была разработана методика расчета режима лазерного воздействия, при которой, мощность излучения и частота следования импульсов меняется на определенную величину при уменьшении радиуса кольца для того, чтобы его форма была постоянной во всем остеооне.

В качестве материала использовался сплав ВТ6, широко применяемый в производстве имплантатов. Обработка образцов проводилась на лазерном комплексе на базе импульсного волоконного иттербиевого лазера ($\lambda = 1,064$ мкм.; $P_{\text{ср}} = 20$ Вт; $\tau = 200$ нс).

Выводы. Разработаны режимы лазерной обработки и схемы сканирования для формирования остеоонных рельефов на поверхности титана с различными параметрами канавок. Показано, что на поверхности формируется двухуровневый микро- и нанорельеф. Происходит обогащение поверхности кислородом. Оптимальным рельефом для клеток является «остеон» с шириной канавки $50 (\pm 15)$ мкм и глубиной $40 (\pm 10)$ мкм. В дальнейшем метод формирования бимиметического биосовместимого рельефа планируется к внедрению в производство дентальных имплантатов.

Радаев М.М. (автор)

Одинцова Г.В. (научный руководитель)