

УДК 621.923.74-408

ПОЛУЧЕНИЕ ПРЕЦИЗИОННЫХ ТИТАНОВЫХ ЗУБНЫХ КОРОНОК ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫМ МЕТОДОМ

© 2012 Л.Д. Сиротенко, Т.Р. Абляз, Н.Д. Оглезнев

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Поступила в редакцию 08.11.2012

Методом электроэрозионной обработки получены стоматологические коронки с толщиной стенки 0,3 мм из литого титана ВТ1. Точность изготовления обеспечена базировкой электродов.

Ключевые слова: электроэрозионная обработка, электрод-инструмент, точность, шероховатость, зубная коронка

Металлокерамические коронки на сегодняшний день являются самыми распространенными для протезирования зубов. Для изготовления каркаса используются сплавы системы «кобальт-хром», «никель-хром», «титан-алюминий». Широкое применение в медицине нашли титановые сплавы. Данные материалы обладают биосовместимостью, а также низким удельным весом при высокой прочности [1]. Основным способом изготовления титановых коронок является литье. Недостатком применения данной технологии является низкая размерная точность полученной отливки. Кроме того, в титане растворимы практически все металлы и огнеупоры, в результате чего существенным образом ухудшаются свойства биосовместимости [2, 3]. Одним из эффективных способов изготовления заготовок из титана является электроэрозионная обработка (ЭЭО). Основным преимуществом ЭЭО является отсутствие механического контакта с инструментом [4, 5]. Процесс обработки заключается в том, что импульсы тока расплавляют и испаряют металл, под действием гидродинамических сил рабочей жидкости частицы металла выбрасываются из зоны разрядов. Электрод, проникая в заготовку, создает углубление, повторяющее его форму.

Зубные имплантаты имеют сложную конфигурацию, тонкие стенки и отверстия разнообразных форм. Так как имплантат соприкасается с чувствительными частями ротовой полости, к нему выдвигаются жесткие требования по точности изготовления и качеству поверхности. С помощью лезвийной обработки удовлетворить всем требованиям зачастую бывает невозможно. Применение метода ЭЭО позволяет получать тонкостенные изделия с толщиной стенки вплоть до 0,3 мм, однако на точность изготовления таких деталей особое влияние оказывают проблемы связанные с удалением продуктов эрозии заготовки и электрода-инструмента из межэлектродного

пространства, режимы обработки и методика базирования электрода. В настоящее время проблема изготовления зубных имплантатов методом ЭЭО является неизученной в полной мере. Решение задачи по назначению режимов обработки и метода базирования с целью получения тонкостенных имплантатов является актуальной.

Цель работы: исследование влияния схемы базирования электродов и режима ЭЭО на точность реза при получении титановых имплантатов с тонкими стенками.

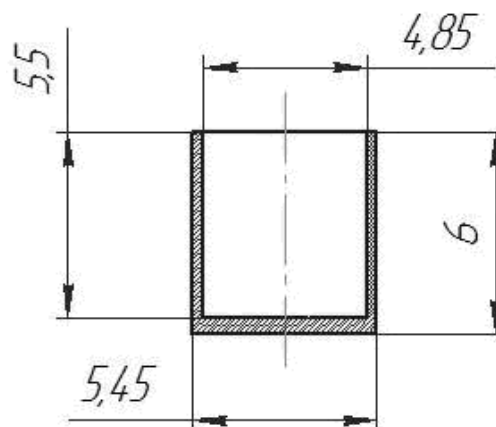


Рис. 1. Эскиз имплантата

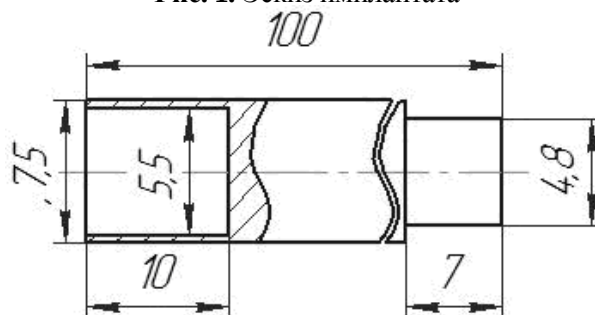


Рис. 2. Эскиз электрода

Материалы и оборудование. В качестве оборудования выбран прошивной электроэрозионный станок Electronica Smart CNC. В качестве РЖ использовалось масло EDM Oil – IPOL SEO 450. Эскиз изготавливаемого имплантата представлен на рис. 1. В качестве заготовки использовалась

Сиротенко Людмила Дмитриевна, доктор технических наук, профессор кафедры «Конструирование машин и технология обработки материалов». E-mail: sirotenko@pstu.ru

Абляз Тимур Ризович, аспирант

Оглезнев Никита Дмитриевич, аспирант

титановая пластина из сплава ВТ1Л толщиной 6 мм. На рис. 2 представлен эскиз электрода-инструмента, который выполнен из меди М1.

При проведении эксперимента имплантат обрабатывался в два этапа. На первом этапе заготовка обрабатывалась электродом с диаметром 4,8 мм на глубину 5,48. На втором этапе происходила переустановка электрода и проводилась обработка имплантата электродом с внутренним диаметром 5,5 мм на глубину 6,1 мм. Эскиз обработки представлен на рис. 3. В результате эксперимента установлена неточность в получении заданной толщины стенки имплантата (рис. 4).

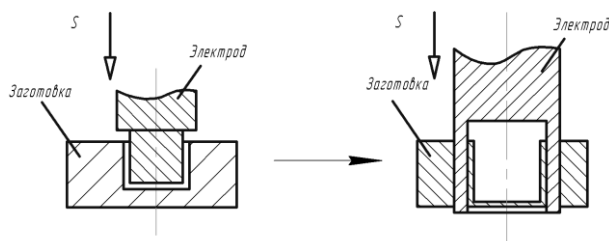


Рис. 3. Эскиз обработки имплантата

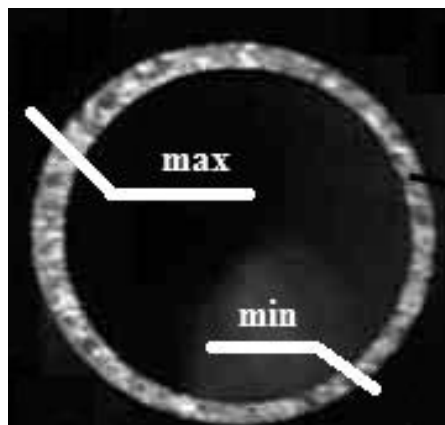


Рис. 4. Отклонение от номинальной толщины имплантата

Разность максимальной и минимальной толщины стенки имплантата составила 0,1 мм, что недопустимо при производстве зубных имплантатов. Для обеспечения соосности обработки необходимо выполнять прожиг имплантата базировав электроды от одной общей точки. В работе предложен метод базирования электродов относительно угловой точки заготовки с учетом поправки на радиус электродов (рис. 5).

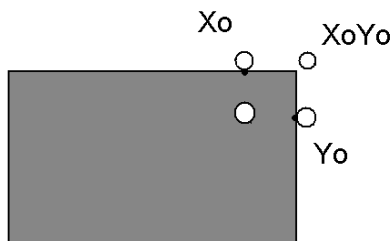


Рис. 5. Схема базировки электродов

Суть метода базирования заключается в определении координат центра прожигаемого отверстия ($X_1; Y_1$) относительно единых базовых координат с учетом поправки на радиус электрода. Таким образом, после установки электрода-инструмента необходимо определить его нулевые координаты ($X_0; Y_0$) относительно граней заготовки. Для этого необходимо совершить поочередное касание электродом грани в точке X_0 и перпендикулярной ей грани в координате Y_0 . После чего электрод направляется в координаты ($X_1; Y_1$) и производится обработка электродом с диаметром 4,8 мм на глубину 5,48. После обработки, происходит переустановка электродов, и повторно определяются координаты ($X_0; Y_0$). Так как радиусы электродов не одинаковы, то при перемещении электрода после переустановки в точку ($X_1; Y_1$) будет возникать погрешность. Для устранения данной погрешности необходимо к каждой из координат ($X_1; Y_1$) прибавить коррекцию на радиус электрода равную разности радиусов наибольшего и наименьшего электродов. В результате обработки с использованием данной схемы базирования погрешность обработки составила 0,04 (рис. 6). Толщина стенки имплантата составила 0,32 мм.

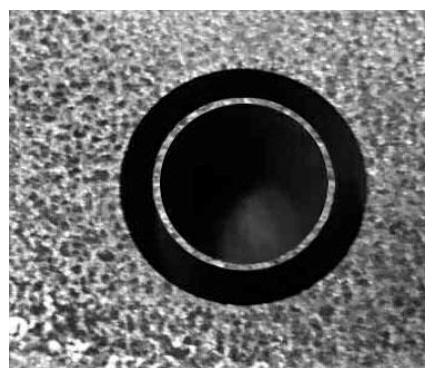


Рис. 6. Тонкостенная титановая коронка

Таким образом, схема базирования от единой координаты с учетом радиуса инструмента позволяет достигать заданной толщины стенки имплантата. После определения оптимальной схемы базирования были проведены эксперименты по определению оптимального режима обработки обеспечивающего заданные показатели шероховатости поверхности. Режимы обработки представлены в табл. 1.

Точность реза и шероховатость поверхности были лучше на менее мощном режиме E13, с увеличением мощности (E34 и E 54) наблюдалось увеличение межэлектродного зазора и шероховатости. Для исследования причин увеличения межэлектродного зазора в процессе резания был проведен металлографический анализ морфологии продуктов эрозии. Установлено, что частицы удаленного с поверхности заготовки металла представляют из себя конгломераты, состоящие из мелких фрагментов. Измерения показали, что конгломераты, полученные при режимах с меньшей мощностью, крупнее и состоят они из большего числа мелких частиц, чем при режимах с большой

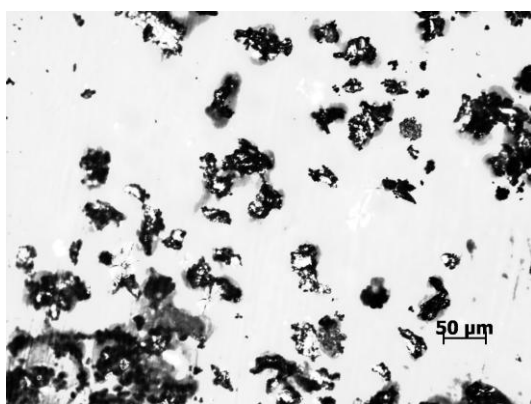
мощностью (рис. 7а). То есть, механизм формирования продуктов эрозии может быть представлен так: при низких мощностях размер лунки меньше, но количество импульсов больше и поэтому образуется большое количество мелких капель, объединяющихся в конгломераты. С увеличением мощности размеры частиц увеличиваются пропорционально увеличению размера лунки, но конгломерируются они реже (рис. 7б). Экспериментально

установленная зависимость размеров частиц эрозии от мощности объясняет повышение точности размеров и уменьшение параметра шероховатости обработанной поверхности. Однако конгломерирование мелких частиц затрудняет удаление продуктов эрозии из зоны обработки, что обусловлено применением масляных форсунок с высоким давлением.

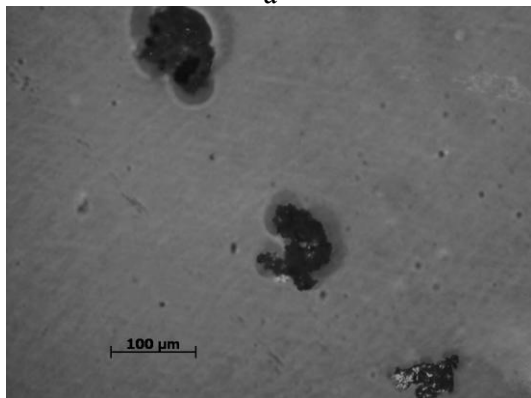
Таблица 1. Режимы ЭЭО

Екод (T_{on} мкс, T_{off} мкс, I А, V В)*	Разность в ширине реза, мкм	Шероховатость поверхности, R_a	Размеры конгломератов, мкм	Средний размер частиц в конгломератах, мкм
1 E13 (1, 32, 0,5, 50)	0,076	0,40	100-200	5
2 E34 (50, 32, 1,5, 50)	0,174	3,2	50-100	10
3 E54 (50, 32, 3, 50)	0,220	18	20-50	20

Примечание: * T_{on} – время импульса, мкс; T_{off} – время отсутствия импульса, мкс; I – сила тока, А; V – напряжение, В



а



б

Рис. 7. Конгломераты частиц продуктов эрозии при режимах E13 (а) и E54 (б)

Вывод: получен зубной имплантат с толщиной стенки 0,32 мм и точностью 0,04 мм. Установлено, что точность изготовления обеспечивается режимом работы при минимальных мощностях с использованием метода базирования электродов с учетом погрешности на радиус.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Рогожников, Г.И.* Металлокерамические протезы // *Г.И. Рогожников, Е.А. Суворина, В.А. Четвертных и др.* – Пермь: ПГМА, 1995. 287 с.
2. *Анциферов, В.Н.* Стоматологическая металлокерамика на каркасе из сплавов титана: Учеб.-метод. Пособие // *В.Н. Анциферов, Г.И. Рогожников, С.Е. Порозова и др.* – Пермь: Изд-во перм. гос. мед. академии, 1997. 64 с.
3. *Модестов, А.* Титан-керамические облицовки // *Зубной техник.* 2003. № 3. С. 50-53.
4. *Серебренникий, П.П.* Современные электроэрозионные технологии и оборудование: учебное пособие. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2007. 228 с.
5. *Фотеев, Н.К.* Технология электроэрозионной обработки. – М.: Машиностроение, 1980. 184 с.

RECEIVING THE PRECISION TITANIC TOOTH CROWNS BY ELECTROEROSIVE METHOD

© 2012 L.D. Sirotenko, T.R. Ablyaz, N.D. Ogleznev

Perm National Research Polytechnical University

By the method of electroerosive processing it was received dental crowns with a wall thickness of 0,3 mm from VT1 cast titanium. Accuracy of manufacturing is provided by electrodes basing.

Key words: *electroerosive processing, electrode-instrument, accuracy, roughness, tooth crown*

Lyudmila Sirotenko, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department "Machines Design and Technologies of Materials Processing". E-mail: sirotenko@pstu.ru; Timur Ablyaz, Post-graduate Student; Nikita Ogleznev, Post-graduate Student