

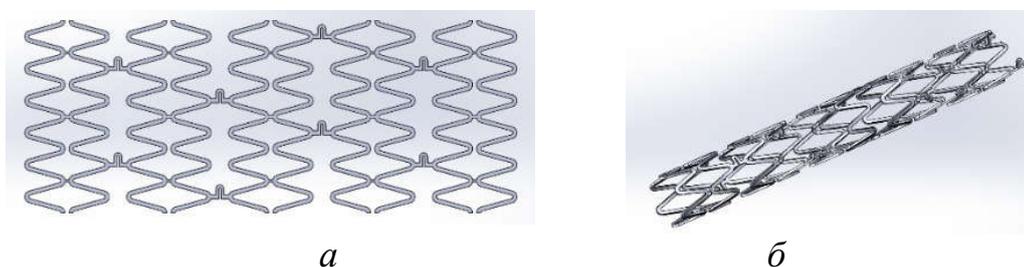
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МАТРИЧНЫХ КОРОНАРНЫХ СТЕНТОВ

Нисс В.С., Гавриленко В.В.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь.

Коронарный стент – это медицинское изделие, предназначенное для восстановления потока крови в коронарной артерии сердца. Стент представляет собой жесткую конструкцию цилиндрической формы, которая благодаря своим упругим свойствам поддерживает стенку сосуда. Материал стента должен отвечать требованиям биосовместимости, эластичности, прочности, коррозионной стойкости и радиальной жесткости [1]. Для коронарных стентов, из-за их миниатюрности, наиболее подходящими являются кобальт-хромовые сплавы в виду их высокой прочности, что позволяет уменьшать толщину стоек до 0,1 мм. Это значительно снижает частоту послеоперационных рестенозов [2].

Целью проводимых исследований являлась разработка технологии получения коронарных стентов из кобальт-хромового сплава. Вариант дизайна разработанных базовых элементов стента представлен на рисунке 1а (развертка) и рисунке 1б (3D-модель).

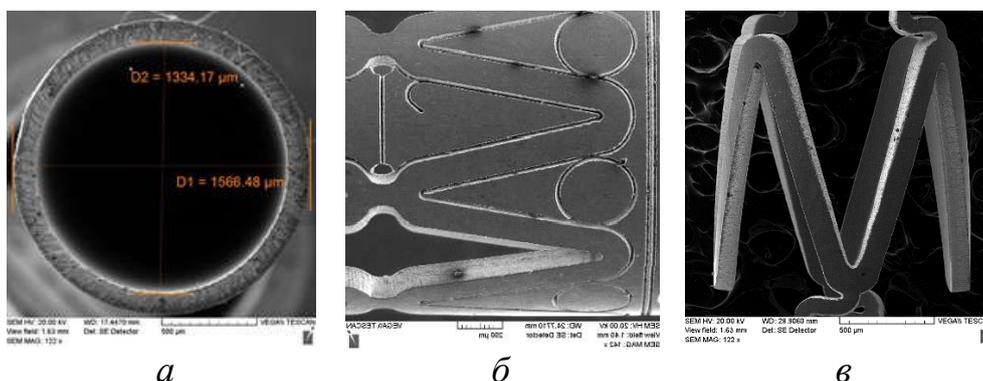


а – развертка стента; б - 3D-модель стента
Рисунок 1 - Дизайн базовых элементов стента

Каркас стента образован стойками, расположенными под углом друг к другу и образующими секцию. Секции соединены переходными элементами для обеспечения продольной гибкости стента.

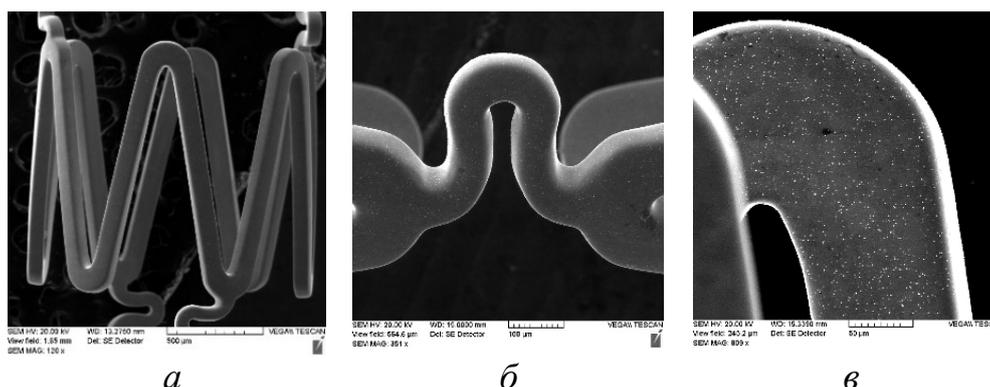
Для получения стента требуемой толщины в качестве заготовки использовалась трубка кобальт-хромового сплава с толщиной стенки 0,11 мм (рисунок 2а).

Требуемый дизайн стента получен лазерной резкой фемтосекундным лазером, обеспечивающим малые значения ширины реза и глубины повреждаемой поверхности для создания большей ширины стоек и, соответственно, радиальной жесткости конструкции и площади наружной поверхности стента. Пример лазерного раскроя трубки представлен на рисунке 2б, ширина реза до 20 мкм. Для удаления фрагментов применялась ультразвуковая очистка. Очищенный образец представлен на рисунке 2в.



а - исходная трубка, б – после лазерной резки, в - после очистки
 Рисунок 2 – Лазерная резка стента

Образовавшийся при лазерной обработке дефектный слой толщиной до 4 мкм требует удаления с обеспечением заданного уровня шероховатости. Требуемый параметр шероховатости поверхности не более Ra 0,4 мкм обеспечивался электрохимическим полированием в среде кислот. На рисунке 3 представлены фотографии элементов полированного стента: кольцо (а), компенсатор (б) и соединение стоек (в).



а – секция из стоек, б – компенсатор, в - переход между стойками
 Рисунок 3 – Стент после электрохимической полировки

Полученный опытный образец стента соответствует разработанному дизайну и имеет качественную полированную поверхность, которая является важным фактором, обеспечивающим биосовместимость изделия, что подтвердили успешные испытания на животных в ходе стентирования коронарных сосудов с использованием разработанных образцов стентов.

1. Баикин А.С., Разработка композиционного биомедицинского материала «Наноструктурный никелид титана – биodeградируемый полимер»: дис. ... канд. техн. наук : 05.16.06 / А.С. Баикин. – Москва 2019. – 140 л
2. Kastrati, A Intracoronary stenting and angiographic results: strut thickness effect on restenosis outcome (ISAR-STEREO) trial / A. Kastrati, J. Mehilli, J. Dirschinger // Circulation. 2001/6/12. – Vol. 103. – P. 2816-2821