

Влияние шероховатости поверхности на биосовместимость имплантов из неразрушающихся материалов

Студенты гр:10401121 Савчук Д. С., Дылевский А. В. Черногузов Д. Ю.

Научный руководитель – Астрейко Л.А.

Белорусский национальный технический университет

Республика Беларусь, г. Минск

Различных областях медицины используется большое количество металлических фиксирующие конструкции в травматологии, имплантанты в стоматологии, в кардио и нейрохирургии — стенты. К металлам, используемым в подобных конструкциях, предъявляют повышенные требования по износостойкости, коррозионной стойкости, биосовместимости. Например, стоматологические импланты должны обеспечить остеосинтез, отсутствие факторов способных спровоцировать отторжение изделия организмом. Поэтому часто такими металлами являются титан, сплавы на основе титана, нержавеющие стали.

Поверхность изделия, функционирующего в условиях биосред, должна иметь коррозионную стойкость, повышенную износостойкость, чтобы исключить выкрашивание материала и, как следствие, иммунный ответ организма реципиента. Для повышения коррозионной стойкости титановых имплантов используют азотирование. Оно так же обеспечивает повышение износостойкости поверхности. Однако, использование дополнительной обработки поверхности приводит к изменению профиля поверхности за счет изменения шероховатости.

В Физико-техническом институте НАН Беларуси под руководством А. Н. Дробова, Н. Н. Босякова и И. Л. Поболя исследовали влияние ионно-плазменного азотирования (ИПА) на шероховатость поверхности образцов из сплавов ВТ1-0, ВТ6 и ОТ4-1. [1] Перед азотированием образцам придавали различную шероховатость поверхности с помощью механической обработки. Для каждого из образцов было выбрано пять значений исходной шероховатости R_a : 0,1, 0,3, 0,5, 0,7, 1,0 мкм. Образцы одновременно подвергали азотированию при 850 °С в течение 7 ч в газовой смеси, содержащей 10 % N_2 и 90 % Ar . Для всех исследованных сплавов выявлен одинаковый характер изменения состояния поверхности в результате ИПА. На рисунке 1 показаны усредненные значения изменения шероховатости поверхности материалов с различной степенью подготовки поверхности при проведении обработки по одному режиму.

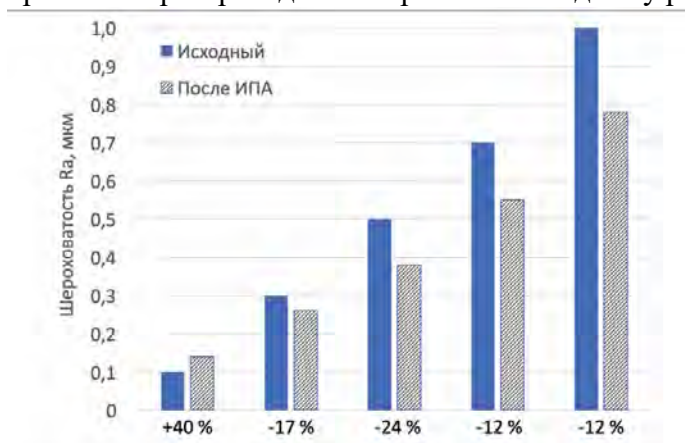


Рисунок 5 – Усредненные величины изменения шероховатости поверхности образцов из титановых сплавов [1]

Обработка поверхностей с показателем шероховатости R_a 0,1 мкм и менее приводит к увеличению параметра шероховатости R_a до 0,15 мкм после азотирования. При исходной шероховатости более R_a 0,1 мкм шероховатость на всех исследуемых сплавах снижалась (показатель R_a уменьшался). Это объясняется тем, что в процессе ИПА происходит бомбардировка поверхности образцов атомами Ar и N_2 , что при малых значениях исходной шероховатости

ведет к образованию на поверхности микронеровностей. В случае исходной шероховатости Ra более 0,1 мкм происходит заглаживание выступов и заполнение впадин, что приводит к снижению показателя Ra

Шероховатость поверхности является важным фактором при работе металлической конструкции в условиях биосред. Эта характеристика определяет остеоинтеграцию, может спровоцировать образование тромба или сгустка биожидкости.

Например, стенты из нержавеющей стали 316LVM должны иметь гладкую поверхность для предотвращения тромбоза. Низкая шероховатость, отсутствие инородных частиц и скруглённые кромки помогают снизить риск активации и агрегации тромбоцитов — одного из ключевых факторов тромбообразования. Поэтому полировка поверхности стентов имеет первостепенное значение при их изготовлении и использовании. Так, для правильного функционирования стента процесс электрохимического полирования должен обеспечивать финишную обработку со следующими характеристиками обработанной поверхности: шероховатость обработанной поверхности — не более Ra 0,2 мкм; съём металла — не более 30 % исходной массы; радиус закругления острых кромок — до 20 мкм.[2] Поэтому для устранения недостатков электрохимического полирования на постоянном токе предложен метод импульсного биполярного электрохимического полирования стентов.

Так как необходимая шероховатость для обеспечения наилучших результатов остеоинтеграции составляет $\approx 2-4$ мкм [3]. Следует учитывать, что после ИПА произойдет сглаживание поверхности: величина шероховатости должна увеличиваться в большую сторону приблизительно на 12%.

Таким образом, можно сделать вывод, что в зависимости от условий функционирования анализируемой конструкции необходимо очень внимательно подходить к состоянию поверхности изделия, в т.ч. к его шероховатости, с целью обеспечения максимальной безопасности при его функционировании в организме.

Список использованной литературы

- робов А. Н., Босяков М. Н., Поболь И. Л. Влияние ионно-плазменного азотирования на износостойкость и характер изменения шероховатости поверхности титановых сплавов BT1-0, BT6 и OT4-1 //Литьё и металлургия. – 2022. – №. 2. – С. 78-83.
- исс В. С. и др. Полирование матричных стентов из коррозионностойкой стали методом импульсной биполярной электрохимической обработки //Новые горизонты: сб. матер. Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума. – 2018. – Т. 2. – С. 151.
- опулярные виды поверхности зубного имплантата и их характеристики [Электронный ресурс] / Центр биомедицины Maria. - Режим доступа: <https://medcentr-maria.ru/articles/populyarnye-vidy-poverhnosti-zubnogo-implantata-i-ih-harakteristiki> – Дата доступа: 13.11.2024.