ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

**Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина

в рамках

**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/235

**ПОРИСТЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ ГЕМАТИТА В КАЧЕСТВЕ НОСИТЕЛЕЙ
ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ ИМПЛАНТАТОВ**

Ложкомоев А.С., Казанцев С.О., Бакина О.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Биодеградируемые имплантаты могут стать альтернативой традиционным ортопедическим конструкциям, которые используются для восстановления костной ткани [1-3]. Биодеградируемые импланты имеют преимущество, заключающееся в медленной деградации после выполнения функции, связанной с механической поддержкой растущей кости [4]. В результате не остаются инородные материалы в организме, которые могут привести к атрофии прилегающей костной ткани, долгосрочной местной или общей иммунной реакции. Сплавы на основе Fe являются перспективными материалами для несущих нагрузку биорезорбируемых ортопедических имплантатов. Одним из препятствий использования Fe имплантатов является низкая скорость коррозии Fe в биологической среде [5-7]. Увеличение скорости коррозии Fe может быть как за счет благородных металлов, так и частицами, усиливающим анодное растворение Fe., например оксида железа Fe_2O_3 , уменьшающего сопротивление и значительно повышающего анодное растворение Fe [8]. Однако, наличие Fe_2O_3 не способствует повышению антибактериальных свойств имплантата, в отличие от Ag, выступающего в качестве добавки вызывающей гальваническую коррозию Fe.

В настоящей работе рассмотрено получение пористых наночастиц оксида железа, которые могут стать носителями лекарственного препарата и при этом инициатором ускоренной коррозии Fe имплантата.

Пористые наночастицы оксида железа получали по методике, основанной на медленном гидролизе ацетата железа, описанной в работе [9]. Они представляют собой частицы овальной формы размером 50-200 нм, состоящие из отдельных элементов размером около 5 нм (см. Рис. 1 а). По данным рентгенофазового анализа частицы имеют структуру гематита (см. Рис. 1 б). Величина удельной площади поверхности составляет около $120 \text{ м}^2/\text{г}$, обусловленная мезопористостью.

(а)

(б)

Рис. 1. ПЭМ-изображение и РФА синтезированных наночастиц

На примере лекарственного препарата ванкомицин показано, что такие частицы способны адсорбировать на своей поверхности около 7 мг/г антибиотика. Медленное выделение лекарственного средства способствует увеличению их антимикробной активности. При инкубировании наночастиц с концентрацией $0,1 \text{ мг/мл}$ в суспензии метициллинрезистентного стафилококка (MRSA) в количестве 107 КОЕ/мл , уже через 12 часов инкубирования в суспензии не остается жизнеспособных бактерий.

Секция 6. Иерархически организованные материалы и низкоразмерные структуры для биомедицинских приложений

Таким образом, полученные наночастицы могут стать перспективными добавками в качестве антимикробных агентов и активаторов коррозии Fe имплантатов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 19-53-06006.

1. Amini A.R., Wallace J.S., Nukavarapu S.P. Short-term and long-term effects of orthopedic biodegradable implants. // J. Long. Term. Eff. Med. Implants. 2011. Vol. 21, № 2. P. 93–122.
2. Kontakis G.M., Pagkalos J.E., Tosounidis T.I., Melissas J., Katonis P. Bioabsorbable materials in orthopaedics // Acta Orthop. Belg. 2007. Vol. 73, № 2. P. 159–169.
3. Zheng Y.F., Gu X.N., Witte F. Biodegradable metals // Mater. Sci. Eng. R Reports. 2014. Vol. 77. P. 1–34.
4. Gloria A., De Santis R., Ambrosio L. Polymer-based composite scaffolds for tissue engineering. // J. Appl. Biomater. Biomech. 2010. Vol. 8, № 2. P. 57–67.
5. Purnama A., Hermawan H., Couet J., Mantovani D. Assessing the biocompatibility of degradable metallic materials: State-of-the-art and focus on the potential of genetic regulation // Acta Biomater. Acta Materialia Inc., 2010. Vol. 6, № 5. P. 1800–1807.
6. Hermawan H., Alamdari H., Mantovani D., Dubé D. Iron–manganese: new class of metallic degradable biomaterials prepared by powder metallurgy // Powder Metall. 2008. Vol. 51, № 1. P. 38–45.
7. Schinhammer M., Hänzli A.C., Löffler J.F., Uggowitzer P.J. Design strategy for biodegradable Fe-based alloys for medical applications // Acta Biomater. Acta Materialia Inc., 2010. Vol. 6, № 5. P. 1705–1713.
8. Meng G.Z., Zhang C., Cheng Y.F. Effects of corrosion product deposit on the subsequent cathodic and anodic reactions of X-70 steel in near-neutral pH solution // Corros. Sci. Elsevier Ltd, 2008. Vol. 50, № 11. P. 3116–3122.
9. Rubtsov K. V., Kondranova, A. M., Lozhkomoiev, A. S., Kazantsev, S. O., Mamonova, E. V., Gavrilova, L. O., & Sadovoy, M. A. Synthesis of nanoparticle-hydrogel composites based on crosslinked by Al ions poly (sodium acrylate), Fe₂O₃ and γ -AlOOH // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2019. – T. 2167. – №. 1. – C. 020298.