

nitrylu zawierającego 3% nanododatku w przeliczeniu na polimer. Otrzymane włókna charakteryzują się wysoką na poziomie 34 cN/tex wytrzymałością właściwą i nieznacznie zwiększonym wydłużeniem przy zerwaniu. Dalsze prace zespołu dotyczyć będą określenia wpływu metody wprowadzania nanorurek węglowych oraz podstawowych parametrów procesu formowania (temperatury kąpieli koagulacyjnej, wyciągu filierowego i rozciągu całkowitego) na właściwości mechaniczne i strukturę porowatą otrzymanych włókien. Opracowane warunki wytwarzania prekursorowych włókien PAN zawierających w swojej budowie rozproszone nanorurki węglowe pozwolą na otrzymywanie nowego typu włókien węglowych przeznaczonych zarówno do celów technicznych jak i medycznych.

Podziękowania

Maciej Boguń Stypendysta programu Mechanizm WIDDOK współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego oraz Budżetu Państwa (numer umowy Z/2.10/II/2.6/04/05/U/2/06).

Conclusion

The performed rheological examinations of PAN spinning solutions have shown that the incorporation of carbon nanotubes into them makes their non-Newtonian character even more distinct, as confirmed by the decrease value of rheological parameter "n" and the increased value of parameter "K". The trials of spinning precursor PAN fibres containing carbon nanotubes dispersed in their structure have indicated that considering the strength properties it is more beneficial to use the 22% spinning solution of PAN containing 3% of the nanoadditive. The obtained fibres are characterised by a high tenacity, at a level of 34 cN/tex and slightly increased elongation at break. Further studies of the group will concern the assessment of the effects of carbon nanotube addition procedure and the basic spinning parameters (temperature of the coagulation bath, as-spun draw ratio and total draw ratio) on the mechanical properties and porous structure of the fibres. The developed conditions of producing precursor PAN fibres containing dispersed carbon nanotubes will allow one to obtain a new type of carbon fibres designed for both technical and medical applications.

Acknowledgement

The author Maciej Boguń is a grant holder of "Mechanizm WIDDOK" programme supported by European Social Fund and Polish State (contract number Z/2.10/II/2.6/04/05/U/2/06).

Piśmiennictwo

- [1] Mikołajczyk T.; Boguń M.; Piekarczyk I.; Błażewicz M.; Wołowska-Czapnik D. Inżynieria Biomateriałów 2004, 38-42, 224
 [2] Mikołajczyk T.; Boguń M.; Kowalczyk A. Fibres&Textiles in Eastern Europe 2005, 3, 30
 [3] Mikołajczyk, T.; Rabiej, S.; Boguń, M. J Appl Polym Sci 2006, 101, 760

References

- [4] Mikołajczyk T.; Boguń M.; Błażewicz M.; Piekarczyk I. J Appl Polym Sci 2006, 100, 2881
 [5] Boguń M.; Mikołajczyk T.; Kurzak A.; Błażewicz M.; Rajzer I. Fibres&Textiles in Eastern Europe, 2006, 2, 13
 [6.] Mikołajczyk T.; Boguń M. Fibres&Textiles in Eastern Europe 2005, 1, 28

MIKROSTRUKTURA WYBRANYCH STOMATOLOGICZNYCH BIOMATERIAŁÓW METALICZNYCH PO INKUBACJI W SYNTETYCZNYM OSOCZU

ADAM BRZEZIAK*, JOANNA PODPORSKA**

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA,
AL. MICKIEWICZA 30, 30-059 KRAKÓW

*WYDZIAŁ INŻYNIERII METALI I INFORMATYKI PRZEMYSŁOWEJ

**WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ I CERAMIKI

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań mikroskopowych stomatologicznych biomateriałów metalicznych wybranych spośród stopów Ni-Cr-Mo oraz materiałów tytanowych, po okresie 4 tygodni inkubacji w płynie SBF. Przeprowadzono badania mikrostruktury powierzchni oraz analizę chemiczną w mikroobszarach (EDS). Badania mikroskopowe warstw, którymi pokryły się próbki po termostatowaniu przeprowadzono przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) z mikroanaliza-

MICROSTRUCTURE OF DENTAL METALLIC BIOMATERIALS AFTER INCUBATION IN SYNTHETIC BODY FLUID

ADAM BRZEZIAK*, JOANNA PODPORSKA**

AGH-UST, UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY,
AL. MICKIEWICZA 30, 30-059 KRAKÓW

*FACULTY OF METALS ENGINEERING AND INDUSTRIAL COMPUTER SCIENCE

**FACULTY OF MATERIALS SCIENCE AND CERAMICS

Abstract

The paper presents the results of microscopic examination of dental metallic biomaterials selected from Ni-Cr-Mo alloys and titanium materials after a four-week incubation in SBF solution. The surface microstructure examination and chemical microrange analysis (EDS) were conducted. The microscopic examination of layers which covered the samples after keeping in SBF solution were performed using a scanning electron microscope (SEM) with energy-dispersive (EDS) X-ray microanalyser. Based on

torem dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego (EDS). Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano różnice w zdolności powierzchni wybranych biomateriałów stomatologicznych do pokrywania się warstwą hydroksyapatytu w środowisku SBF.

[Inżynieria Biomateriałów, 58-60,(2006),82-84]

Wprowadzenie

Tworzywa metaliczne ze względu na swoje właściwości mechaniczne i wytrzymałościowe znajdują szerokie zastosowanie wśród materiałów stosowanych w powszechnej praktyce stomatologicznej [1]. Istotny wpływ na zastosowanie biomateriałów metalicznych w protetyce odgrywa przede wszystkim ich odporność na zużycie ścierne oraz zespół właściwości wytrzymałościowych pod obciążeniami statycznymi, dynamicznymi i zmęczeniowymi [2]. Jednak niewystarczająca odporność na korozję biomateriałów metalicznych w środowisku ustrojowym bywa przyczyną procesów infekcyjnych, co prowadzi do odrzucenia wszczepu przez organizm [3]. Również reakcje organizmu na obecność implantu z tworzyw metalicznych mogą powodować alergię, resorpcję kości wokół implantu, a w efekcie utratę wszczepu [1, 3]. Dlatego, by można było prognozować zachowanie się organizmu wokół implantowanego materiału oraz implantowanego materiału w kontakcie ze środowiskiem ustrojowym, jeszcze przed zabiegiem wszczepienia, prowadzi się badania w syntetycznym osoczu (SBF), które symuluje warunki naturalnego wzrostu kości. Na podstawie analizy mikrostruktury materiału po termostatowaniu w płynie SBF wnioskować można o zdolności powierzchni badanych biomateriałów do pokrywania się warstwą hydroksyapatytu.

Materiały i metodyka badań

Badania przeprowadzono na próbkach z dwóch grup biomateriałów metalicznych wykorzystywanych w stomatologii. Jedną grupę stanowiły stopy Ni-Cr-Mo, zaś drugą tytan i stop tytanu. Z grupy stopów Ni-Cr-Mo do badań wykorzystano próbki z materiałów o nazwach handlowych Wiron 99, Remanium CSe oraz Rodent. Z grupy materiałów tytanowych badania przeprowadzono na tytanie technicznym oraz na stopie Ti6Al4V. Powierzchnia próbek została przygotowana przez szlifowanie oraz odtłuszczenie. Tak przygotowane próbki poddano termostatowaniu w syntetycznym osoczu (SBF) w temperaturze 37°C, symulującym warunki naturalnego wzrostu kości. Próbki inkubowano w 50 ml płynu SBF, w szczelnych polietylenowych pojemnikach przez 4 tygodnie. Po inkubacji próbki płukano wodą destylowaną i suszono. Badania mikrostruktury oraz analizę chemiczną przeprowadzono przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) JOEL JSM-5400, z przystawką EDS do analizy chemicznej w mikroobszarach (Link ISIS).

Wyniki badań

Obraz mikrostruktury po termostatowaniu w syntetycznym osoczu oraz rozkład pierwiastków Ca i P na powierzchni stopu Remanium CSe przedstawia RYS.1, zaś na powierzchni stopu Wiron 99 RYS.2. Analiza obrazów mikroskopowych (SEM) badanych stopów Ni-Cr-Mo, jak i badania EDS, wykazały podobieństwo mikrostruktury warstwy hydroksyapatytu, którą pokryły się próbki po inkubacji w płynie SBF.

Obraz mikrostruktury po termostatowaniu w syntetycznym osoczu oraz rozkład pierwiastków Ca i P na powierzchni tytanu technicznego przedstawia RYS.3. Obraz mikrosko-

the results, differences in the capability of selected dental biomaterials surfaces of being covered with a hydroxyapatite layer in SBF environment were demonstrated.

[Engineering of Biomaterials, 58-60,(2006),82-84]

Introduction

Owing to their mechanical and strength properties, the metallic materials are commonly used in prosthodontics [1]. Such a widespread application of metallic biomaterials in dental prosthetics is chiefly influenced by their resistance to abrasive wear and good strength properties under static, dynamic and fatigue loads [2]. However, insufficient corrosion resistance of these materials in body fluids is responsible for infections, which results in the body's rejection of implants [3]. The body's reactions to the presence of implants made of metallic materials may include allergies, resorption of bones around implants and, as a result, the loss of the implant [1,3]. Therefore, in order to predict the responses of the tissue around the implanted material and of the material to the body fluids, examinations in the SBF solution stimulating the normal bone growth conditions are carried out before the implants are inserted. The capability of the examined biomaterials of being covered with a hydroxyapatite layer may be inferred from the analysis of the material microstructure after keeping in the SBF solution.

Materials and methods

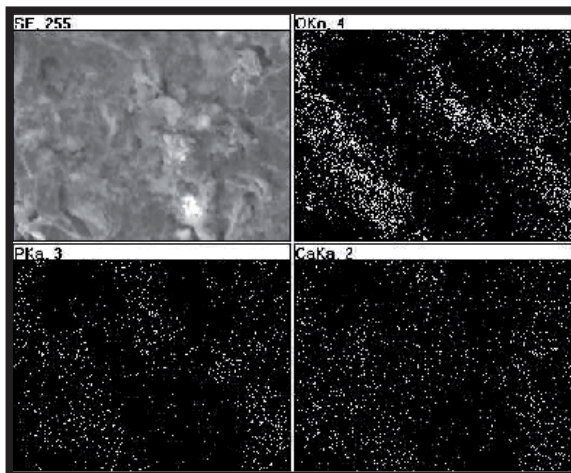
The examination was based on samples from two groups of metallic biomaterials used in dentistry. The first group included Ni-Cr-Mo alloys, whereas the second consisted of titanium and its alloys. From the first group the samples made of materials with trademark names of Wiron 99, Remanium CSe, and Rodent were used for the examination. Pure titanium and the Ti6Al4V alloy were selected from the second group. The sample surface was subjected to grinding and degreasing. These samples were kept in the SBF solution simulating the normal bone growth conditions at the temperature of 37°C. The samples were incubated in 50 ml of the SBF liquid in tight polyethylene containers for 4 weeks. Upon incubation they were flushed with distilled water and dried. The microstructure examination and the chemical analysis were performed using a JOEL JSM-5400 scanning electron microscope (SEM) with EDS attachment for chemical microrange analysis (Link ISIS).

Results

The microstructure image after keeping the samples in synthetic body fluid and the distribution of Ca and P on the surface of the Remanium CSe alloy are shown in Figure 1, while on the surface of the Wiron 99 alloy in Figure 2. The analysis of microscopic images (SEM) of the Ni-Cr-Mo alloys studied and the EDS examination showed the similarity of the microstructure of hydroxyapatite layers which covered the samples after incubation in the SBF solution.

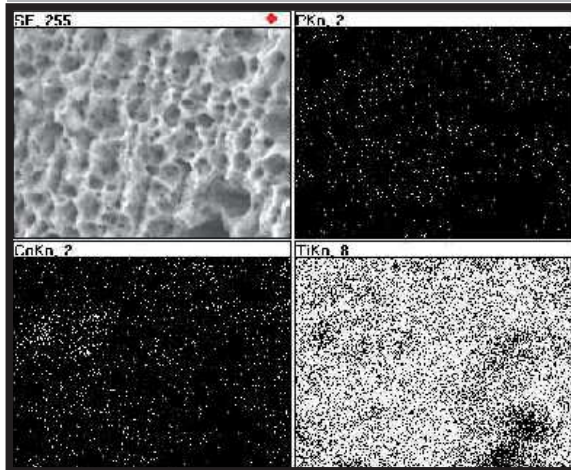
The microstructure image after keeping the samples in synthetic body fluid and the distribution of Ca and P on the surface of the pure titanium are shown in Figure 3. After incubation in the simulated body fluid (SBF) the microstructure image (SEM) of pure titanium and Ti6Al4V alloy revealed a characteristic hydroxyapatite structure on the surface of these materials. The microstructure of the layer which covered the titanium alloy was similar to that of pure titanium.

The chemical analysis showed essential differences in



RYS. 1. Obraz mikroskopowy (SEM) oraz mapa rozkładu pierwiastków Ca i P na powierzchni stopu Remanium CSe.

FIG.1. Microscope image (SEM) and the distribution of Ca, P on the surface of the Remanium CSe alloy.



RYS. 3 Obraz mikroskopowy (SEM) oraz mapa rozkładu pierwiastków Ca i P na powierzchni tytanu technicznego.

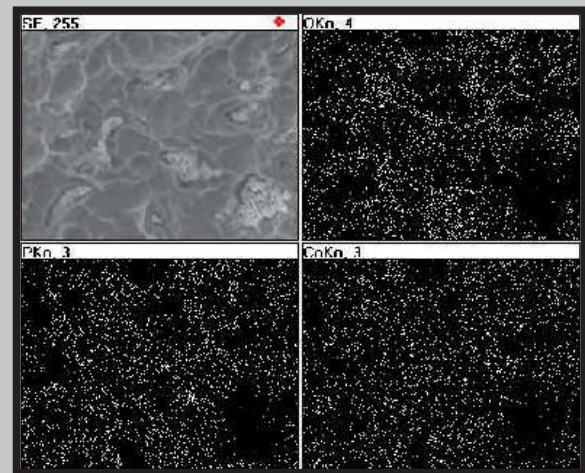
FIG. 3. Microscope image (SEM) and the distribution of Ca, P on the surface of pure titanium.

powy (SEM) tytanu technicznego oraz stopu tytanu Ti6Al4V, po inkubacji w płynie SBF, ujawnił charakterystyczną mikrostrukturę strukturę hydroksyapatytu, na powierzchni tych materiałów. Mikrostruktura warstwy, którą pokrył się po termostatowaniu stop tytanu odznacza się podobieństwem w stosunku do tytanu technicznego.

Analiza chemiczna wykazała istotne różnice w intensywności pików EDS dla materiałów tytanowych w porównaniu ze stopami Ni-Cr-Mo. Również rozkład pierwiastków na powierzchni materiałów tytanowych ujawnił mniejszą koncentrację Ca i P w porównaniu ze stopami Ni-Cr-Mo.

Wnioski

Przeprowadzone badania mikrostruktury powierzchni wybranych stomatologicznych biomateriałów metalicznych po inkubacji w syntetycznym osoczu wskazują na większą zdolność do pokrywania się warstwą hydroksyapatytu w roztworach SBF przez stopy Ni-Cr-Mo.



RYS.2. Obraz mikroskopowy (SEM) oraz mapa rozkładu pierwiastków Ca i P na powierzchni stopu Wiron 99.

FIG.2. Microscope image (SEM) and the distribution of Ca, P on the surface of the Wiron 99 alloy.

the EDS peak intensity of titanium materials as compared to Ni-Cr-Mo alloys. The element distribution on the surface of titanium materials also revealed a lower Ca and P concentration in comparison with Ni-Cr-Mo alloys.

Conclusions

The examination of surface microstructure of selected dental metallic biomaterials after incubation in synthetic body fluid (SBF) points to a greater capability of Ni-Cr-Mo alloys of being covered with a hydroxyapatite layer in SBF solutions.

Piśmiennictwo

References

- [1] Marciniak J.: Biomateriały w chirurgii kostnej. Gliwice 1992
- [2] Będziński R.: Biomechanika inżynierska, zagadnienia wybrane. Oficyna wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997
- [3] Błażewicz S., Stoch L.: Biomateriały. Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000, tom 4. Akademicka oficyna wydawnicza Exit, Warszawa 2003