

ENGINEERING OF BIOMATERIALS

INŻYNIERIA BIOMATERIAŁÓW

JOURNAL OF POLISH SOCIETY FOR BIOMATERIALS AND FACULTY OF MATERIALS SCIENCE AND CERAMICS AGH-UST
CZASOPISMO POLSKIEGO STOWARZYSZENIA BIOMATERIAŁÓW I WYDZIAŁU INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ I CERAMIKI AGH

Number 112

Numer 112

Volume XV

Rok XV

JANUARY 2012

STYCZEŃ 2012

ISSN 1429-7248

PUBLISHER:

WYDAWCA:

**Polish Society
for Biomaterials
in Krakow**

Polskie
Stowarzyszenie
Biomateriałów
w Krakowie

**EDITORIAL
COMMITTEE:**

KOMITET
REDAKCYJNY:

Editor-in-Chief

Redaktor naczelny
Jan Chłopek

Editor

Redaktor
Elżbieta Pamuła

Secretary of editorial

Sekretarz redakcji

Design

Projekt
**Katarzyna Trała
Augustyn Powroźnik**

ADDRESS OF

EDITORIAL OFFICE:

ADRES REDAKCJI:

AGH-UST

**30/A3, Mickiewicz Av.
30-059 Krakow, Poland**

Akademia

Górniczno-Hutnicza
al. Mickiewicza 30/A-3
30-059 Kraków

Issue: 200 copies

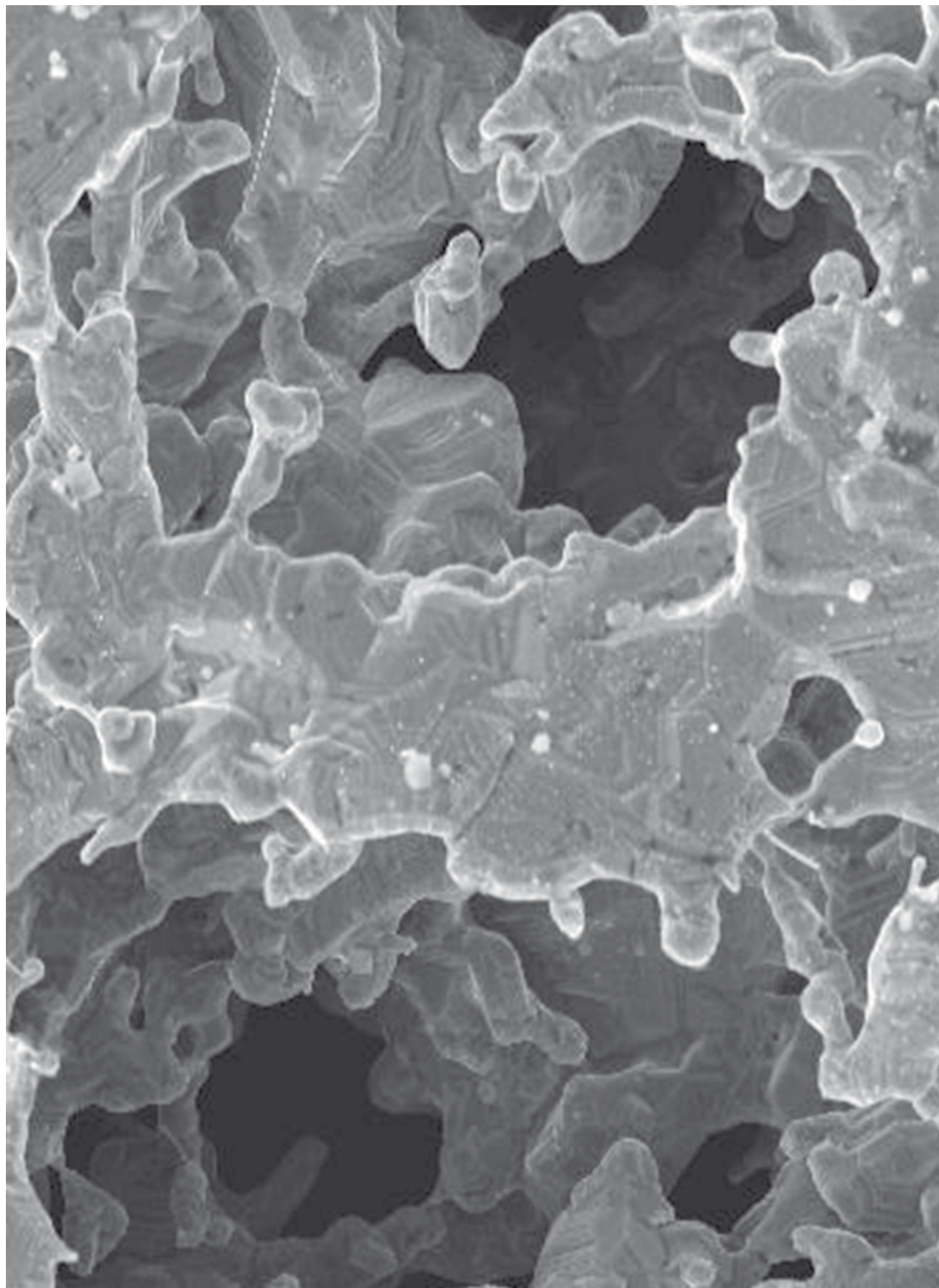
Nakład: 200 egz.

**Scientific Publishing
House AKAPIT**

Wydawnictwo Naukowe

AKAPIT

e-mail: wn@akapit.krakow.pl



SPIS TREŚCI

EVALUATION OF CYTOCOMPATIBILITY OF PLGA AND PLGA-BASED NANOCOMPOSITE BIOMATERIALS IN OSTEOBLAST CULTURES A. ŚCISŁOWSKA-CZARNECKA, E. STODOLAK-ZYCH, E. PRAWDZIK, M. BOGUŃ, E. MENASZEK	2
WSTĘPNA OCENA BUDOWY CHEMICZNEJ I STRUKTURY FAZOWEJ NOWYCH SAMOORGANIZUJĄCYCH SIĘ POLI(ARYLANO-ESTRÓW) JAKO SYSTEMÓW DLA KONTROLOWANEGO UWALNIANIA LEKÓW J. GAJOWY, A. NIEMCZYK, M. EL FRAY	6
POROWATE MATERIAŁY NANOKOMPOZYTOWE MODYFIKOWANE CZĄSTKAMI KRZEMIONKI E. STODOLAK-ZYCH, A. PORĄBKA, M. BŁAŻEWICZ	12
FOTOHYDROFILOWE POWŁOKI TiO ₂ NANOSZONE METODĄ RF PECVD Z METALOORGANICZNEGO ZWIĄZKU WYJŚCIOWEGO A. SOBCZYK-GUZENDA, S. OWCZAREK, M. GAZICKI-LIPMAN, H. SZYMANOWSKI, J. KOWALSKI	20
ANALIZA MIKROSTRUKTURY SPIEKÓW TYTANOWYCH Z GRADIENTEM POROWATOŚCI PRZY ZASTOSOWANIU RENTGENOWSKIEJ MIKROTOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ K. PAŁKA, B. SZARANIEC	26
BADANIA POWIERZCHNI SUPERSPRĘŻYSTYCH DYSTRAKTORÓW NiTi UŻYTYCH W LECZENIU KRANIOSTENOZ U DZIECI Z. LEKSTON, M. KACZMAREK, K. PRUSIK, D. STRÓŻ, K. KOBUS, D. RYCHLIK	31
KSZTAŁTOWANIE WŁAŚCIWOŚCI WARSTW NCD Z ZASTOSOWANIEM TRAWIENIA JONOWEGO JAKO OBRÓBKI WSTĘPNEJ W METODZIE RF PACVD J. GRABARCZYK	36
ANALIZA ROZKŁADU NAPRĘŻEŃ W TKANKACH TWARDYCH ZĘBA Z WYKORZYSTANIEM METODY ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH H. DĘBSKI, J. BIENIAŚ, K. PAŁKA, A. NIEWCZAS	42
BADANIE WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH TYTANU DO ZASTOSOWAŃ REKONSTRUKCYJNYCH W IMPLANTOPROTETYCE STOMATOLOGICZNEJ A. M. RYNIWICZ, Ł. BOJKO, W. RYNIWICZ	48

CONTENTS

EVALUATION OF CYTOCOMPATIBILITY OF PLGA AND PLGA-BASED NANOCOMPOSITE BIOMATERIALS IN OSTEOBLAST CULTURES A. ŚCISŁOWSKA-CZARNECKA, E. STODOLAK-ZYCH, E. PRAWDZIK, M. BOGUŃ, E. MENASZEK	2
PRELIMINARY INVESTIGATIONS OF CHEMICAL AND PHASE STRUCTURE OF POLY(ARYLANE-ESTER) SELF-ASSEMBLIES AS POTENTIAL DRUG DELIVERY SYSTEMS J. GAJOWY, A. NIEMCZYK, M. EL FRAY	6
POROUS NANOCOMPOSITE MATERIALS MODIFIED WITH SILICA NANOPARTICLES E. STODOLAK-ZYCH, A. PORĄBKA, M. BŁAŻEWICZ	12
TiO ₂ PHOTOHYDROPHILIC COATINGS DEPOSITED WITH THE RF PECVD TECHNIQUE FROM ORGANOMETALLIC PRECURSORS A. SOBCZYK-GUZENDA, S. OWCZAREK, M. GAZICKI-LIPMAN, H. SZYMANOWSKI, J. KOWALSKI	20
MICROSTRUCTURAL ANALYSIS OF POROSITY-GRADED TITANIUM SINTERS USING MICROTOMOGRAPHY K. PAŁKA, B. SZARANIEC	26
TESTS OF THE SURFACES OF SUPERELASTIC NiTi DISTRACTORS USED IN THE TREATMENT OF CRANIOSTENOSIS IN CHILDREN Z. LEKSTON, M. KACZMAREK, K. PRUSIK, D. STRÓŻ, K. KOBUS, D. RYCHLIK	31
THE NCD LAYER PROPERTIES DESIGNED THROUGH ION ETCHING PRE-TREATMENT IN THE RF PACVD METHOD J. GRABARCZYK	36
ANALYSIS OF STRESS LEVEL IN HARD DENTAL TISSUES USING FINITE ELEMENT METHOD H. DĘBSKI, J. BIENIAŚ, K. PAŁKA, A. NIEWCZAS	42
SELECTED MECHANICAL PROPERTIES OF TITANIUM IN DENTAL IMPLANTOLOGY RECONSTRUCTION PROCEDURE A. M. RYNIWICZ, Ł. BOJKO, W. RYNIWICZ	48

WERSJA PAPIEROWA CZASOPISMA „ENGINEERING OF BIOMATERIALS / INŻYNIERIA BIOMATERIALÓW” JEST JEGO WERSJĄ PIERWOTNĄ
 PRINTED VERSION OF „ENGINEERING OF BIOMATERIALS / INŻYNIERIA BIOMATERIALÓW” IS A PRIMARY VERSION OF THE JOURNAL

WYDANIE DOFINANSOWANE PRZEZ MINISTRA NAUKI
 I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO

STRESZCZANE W APPLIED MECHANICS REVIEWS

EDITION FINANCED BY THE MINISTER OF SCIENCE
 AND HIGHER EDUCATION

ABSTRACTED IN APPLIED MECHANICS REVIEWS

EVALUATION OF CYTOCOMPATIBILITY OF PLGA AND PLGA-BASED NANOCOMPOSITE BIOMATERIALS IN OSTEOBLAST CULTURES

A. ŚCISŁOWSKA-CZARNECKA¹, E. STODOLAK-ZYCH²,
E. PRAWDZIK³, M. BOGUŃ⁴, E. MENASZEK^{2,3}

¹UNIVERSITY SCHOOL OF PHYSICAL EDUCATION,
FACULTY OF REHABILITATION, PHYSIOTHERAPY DEPARTMENT,
AL. JANA PAWŁA II 78, 31-571 KRAKOW, POLAND

²AGH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY,
FACULTY OF MATERIALS SCIENCE AND CERAMICS,
DEPARTMENT OF BIOMATERIALS,

AL. A. MICKIEWICZA 30, 30-059 KRAKOW, POLAND

³JAGIELLONIAN UNIVERSITY, COLLEGIUM MEDICUM,
DEPARTMENT OF CYTOBIOLOGY,
UL. MEDYCZNA 9, 30-688 KRAKOW, POLAND

⁴TECHNICAL UNIVERSITY OF LODZ,
FACULTY OF MATERIAL TECHNOLOGIES AND TEXTILE DESIGN,
DEPARTMENT OF MAN-MADE FIBRES,
UL. ŻEROMSKIEGO 116, 50-952 LODZ , POLAND

Abstract

The aim of this study was to evaluate biocompatibility of multilevel composites based on bioresorbable poly(lactide-co-glycolide) (PGLA). Polymer matrix was modified with multidimensional (MD) short biopolymer fibers of calcium alginate (CA) containing bioactive ceramic nanoparticles (nanohydroxyapatite - HA or nanosilica - SiO₂). The nanocomposite fibres present in the polymer samples influenced cells morphology, viability and secretory activity which was estimated using human osteoblasts cells (NHOst). The results indicate that biodegradable nanocomposite CA-HA/PGLA improves biological properties of the basic biomaterial (PGLA) suggesting its potential application for bone tissue engineering.

Keywords: cells materials interaction, cells factors, composite, nanocomposite materials

[Engineering of Biomaterials, 112, (2012), 2-5]

WSTĘPNA OCENA BUDOWY CHEMICZNEJ I STRUKTURY FAZOWEJ NOWYCH SAMOORGANIZUJĄCYCH SIĘ POLI(ARYLANO-ESTRÓW) JAKO SYSTEMÓW DLA KONTROLOWANEGO UWALNIANIA LEKÓW

JOANNA GAJOWY, AGATA NIEMCZYK, MIROSLAWA EL FRAY*

ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNY
W SZCZECINIE, INSTYTUT POLIMERÓW,
ZAKŁAD BIOMATERIAŁÓW I TECHNOLOGII MIKROBIOLOGICZNYCH
UL. PUŁASKIEGO 10, 70-322 SZCZECIN

* E-MAIL: MIRFRAY@ZUT.EDU.PL

Streszczenie

Nowe amfipatyczne poli(arylano-estry) wykazujące samoorganizację makrocząsteczek (w stanie stopionym lub w roztworach) stanowią interesującą grupę materiałów o różnorodnych właściwościach i zastosowaniach m.in. w technikach medycznych jako systemy kontrolowanego uwalniania leków. Głównym celem pracy była wstępna ocena budowy chemicznej i struktury fazowej nowych materiałów polimerowych wykazujących zjawisko samoorganizacji makrocząsteczek. Do określenia budowy chemicznej produktu finalnego wykorzystano metodę spektroskopii w podczerwieni (ATR FTIR), strukturę fazową oceniono na podstawie analiz termogramów DSC, możliwość powstawania micelarnych/nanosferycznych samoorganizujących się struktur oraz krytyczne stężenie micelizacji oceniono metodą spektroskopii UV–VIS. Analiza wyników spektrofotometrycznych potwierdziła budowę chemiczną nowych poli(arylano-estrów) modyfikowanych polieterami o różnych masach molowych. Termogramy DSC wykazały dobrą separację mikrofazową dla materiału modyfikowanego polieterem o masie molowej 2000 g/mol, a krytyczne stężenie micelizacji dla tego materiału określone techniką spektrofotometryczną wyniosło 0,2%(w/v). Przedstawione w pracy wyniki dają podstawę do kontynuacji badań nad modyfikacją otrzymanych poli(arylano-estrów) innymi substancjami (nie tylko polieterami) w celu otrzymania materiałów o jak największej zdolności do samoorganizacji makrocząsteczek.

Słowa kluczowe: micelle, nanosfery, kontrolowane uwalnianie leków, poli(arylano-estry), tyrozyna, kwas tłuszczowy

[Inżynieria Biomateriałów, 112, (2012), 6-11]

PRELIMINARY INVESTIGATIONS OF CHEMICAL AND PHASE STRUCTURE OF POLY(ARYLANE-ESTER) SELF-ASSEMBLIES AS POTENTIAL DRUG DELIVERY SYSTEMS

JOANNA GAJOWY, AGATA NIEMCZYK, MIROSLAWA EL FRAY*

WEST POMERANIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
IN SZCZECIN, POLYMER INSTITUTE,
DIVISION OF BIOMATERIALS AND MICROBIOLOGICAL TECHNOLOGIES
UL. PUŁASKIEGO 10, 70-322 SZCZECIN, POLAND

* E-MAIL: MIRFRAY@ZUT.EDU.PL

Abstract

New amphipathic poly(arylane-ester)s with self-assembling macromolecules (in the melt or in solution) are an interesting group of materials possessing diverse properties which found application in medical science, mainly as drug delivery systems. The main objective of this paper was a preliminary evaluation of the chemical and phase structure of new polymeric materials capable to self-assembly in a solution. The chemical structure of the final product was characterized by ATR FTIR spectroscopy, the phase structure was estimated based on DSC analysis, the ability to create self-assembled micellar/nanospheric structures and the critical micelle concentration were characterized by UV-VIS spectroscopy. FTIR analysis confirmed that new poly(arylane-ester)s modified with polyethers of different molecular masses were obtained. DSC thermograms indicated the micro-phase separation of molecular structure for material modified with poly(ethylene glycol) (PEG) of 2000 g/mol. The critical micelle concentration for this material was 0.2%(w/v) as determined by spectroscopic technique. The obtained results are good promise for further modification of synthesized poly(arylane-ester) with other monomers (not only polyethers) to obtain materials with higher capacity to self-assembly into well-defined micells/nanospheres.

Keywords: micelle, nanospheres, controlled drug delivery, poly(arylane-ester)s, tyrosine, fatty acid

[Engineering of Biomaterials, 112, (2012), 6-11]

POROWATE MATERIAŁY NANO-KOMPOZYTOWE MODYFIKOWANE CZĄSTKAMI KRZEMIONKI

EWA STODOLAK-ZYCH^{1*}, ANNA PORĄBKA², MARTA BŁAŻEWICZ¹

¹AGH AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA,
WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ I CERAMIKI,
KATEDRA BIOMATERIAŁÓW,
AL. A. MICKIEWICZA 30, 30-059 KRAKÓW

²AGH AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA,
MIĘDZYWYDZIAŁOWA SZKOŁA INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ,
AL. A. MICKIEWICZA 30, 30-059 KRAKÓW

* E-MAIL: STODOLAK@AGH.EDU.PL

Streszczenie

W pracy otrzymano nanokompozyty poli-L/DL-laktydu (PLDLA) z nanocząstkami krzemionki, różniące się zawartością wymiarami cząstek: 5-10 nm (Aldrich) i 15 nm (NanoAmor) oraz rozwinięciem powierzchni. Wpływ nanododatków na matrycę polimerową określono przy pomocy badań mikrostruktury (AFM) oraz badań technikami FTIR-ATR. Próbkki modelowe w postaci folii 2D zostały poddane badaniom degradacji warunkach *in vitro*, których postęp badano przy zastosowaniu analizy termicznej (DSC/TG), spektroskopii w podczerwieni (FTIR). Rezultaty powyższych badań pozwoliły na wyselekcjonowanie nanonapełniacza, który zastosowano do otrzymania porowatych podłoży (3D). Scaffolds otrzymano metodą odmywania stosując jako porogen uwodnione sole fosforanowe. Na podstawie obserwacji mikrostruktury, pomiaru porowatości otwartej oraz badania mechanicznego gąbek wytypowano potencjalne podłoże dla komórek kostnych, wytworzone z najkorzystniejszym udziałem wagowym porogenu. Stwierdzono, że najlepsze właściwości mechaniczne porowatych nanokompozytowych materiałów otrzymuje się przy 50% udziale porogenu. Obecność nanocząstki ceramicznej wpływa na bioaktywność tworzywa (inkubacja w SBF).

Słowa kluczowe: nanokompozyt, bioaktywność, scaffolds, medycyna regeneracyjna

[Inżynieria Biomateriałów, 112, (2012), 12-19]

POROUS NANOCOMPOSITE MATERIALS MODIFIED WITH SILICA NANOPARTICLES

EWA STODOLAK-ZYCH^{1*}, ANNA PORĄBKA², MARTA BŁAŻEWICZ¹

¹AGH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY,
FACULTY OF MATERIALS SCIENCE AND CERAMICS,
DEPARTMENT OF BIOMATERIALS,
AL. A. MICKIEWICZA 30, 30-059 KRAKOW, POLAND

²AGH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY,
MULTIDISCIPLINARY SCHOOL OF ENGINEERING IN BIOMEDICINE,
AL. A. MICKIEWICZA 30, 30-059 KRAKOW, POLAND

* E-MAIL: STODOLAK@AGH.EDU.PL

Abstract

The paper presents poli-L/DL-lactide (PLDLA) nanocomposites containing silica nanoparticles which differ in size: 5-10 nm (Aldrich) and 15 nm (NanoAmor) as well as in the specific surface area. The influence of nanofillers on polymer matrix was determined through studies on microstructure (AFM) and FTIR-ATR testing technique. Model samples in the form of 2D thin films underwent degradation in *in vitro* conditions. The process was registered using thermal analysis (DSC/TG) and infrared spectroscopy (FTIR). The results of these studies allowed the selection of a nanofiller which later was used to obtain porous 3D scaffolds. The scaffolds were produced with salt-leaching method using hydrated phosphate salts as a porogen. On the basis of microstructure observation measurement of open porosity and mechanical testing the potential scaffold for bone cells culture and regenerative medicine was chosen: the one with the most preferable weight fraction of porogen. It was found that the best porosity of characterized nanocomposite materials with 50 wt% of porogen. The presence of ceramic nanoparticles influenced the bioactivity of the material (incubation in SBF).

Keywords: nanocomposite, bioactivity, scaffolds, regenerative medicine

[Engineering of Biomaterials, 112, (2012), 12-19]

FOTOHYDROFILOWE POWŁOKI TiO_2 NANOSZONE METODĄ RF PECVD Z METALOORGANICZNEGO ZWIĄZKU WYJŚCIOWEGO

ANNA SOB CZYK-GUZENDA*, SŁAWOMIR OW CZAREK, MACIEJ
GAZICKI-LIPMAN, HIERONIM SZYMANOWSKI, JACEK KOWALSKI

INSTYTUT INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ, POLITECHNIKA ŁÓDZKA,
UL. STEFANOWSKIEGO 1/15, 90-924 ŁÓDŹ

* E-MAIL: ANNA.SOB CZYK-GUZENDA@P.LODZ.PL

Streszczenie

Powłoki TiO_2 wytwarzane metodą RF PECVD posiadają różne właściwości w zależności od sposobu i warunków prowadzenia procesu. W prezentowanej pracy badano w jakim stopniu wartość przepływu tlenu wpływa na właściwości powłok ditlenku tytanu – kładąc szczególny nacisk na fotozwilżalność. Powłoki TiO_2 nanoszone były z tetraetoksytytanu w obecności tlenu na krzemowe i szklane podłoża. Przepływ tlenu zmieniany był w przedziale pomiędzy 100 a 500 sccm. Parametrami stałymi we wszystkich procesach były: czas nanoszenia powłok wynoszący 90 minut oraz moc wyładowania jarzeniowego równa 300 W. Z badań wynika, że powłoki nanoszone przy przepływie tlenu równym 400 sccm wykazują najwyższą fotozwilżalność. Hydrofobowy charakter takiej powłoki (kąt zwilżania wodą powyżej 120 deg) ulega zmianie na hydrofilowy już po nieco ponad półgodzinnej ekspozycji na działanie promieniowania UV, zaś po 2 godzinach naświetlania kąt zwilżania maleje do wartości poniżej 40 deg. Wartość przepływu tlenu wpływa również istotnie na grubość otrzymanej powłoki. W zadanych warunkach najcieńsze powłoki otrzymywane są przy 350 sccm i ich grubość rośnie zarówno ze zwiększaniem jak i zmniejszaniem wartości przepływu tlenu.

Słowa kluczowe: metoda RF PECVD, ditlenek tytanu, fotokataliza, powłoki hydrofilowe, właściwości optyczne

[Inżynieria Biomateriałów, 112, (2012), 20-25]

TiO_2 PHOTOHYDROPHILIC COATINGS DEPOSITED WITH THE RF PECVD TECHNIQUE FROM ORGANOMETALLIC PRECURSORS

ANNA SOB CZYK-GUZENDA*, SŁAWOMIR OW CZAREK, MACIEJ
GAZICKI-LIPMAN, HIERONIM SZYMANOWSKI, JACEK KOWALSKI

INSTITUTE OF MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING,
TECHNICAL UNIVERSITY OF LODZ,
STEFANOWSKIEGO 1/15, 90-924 LODZ, POLAND

* E-MAIL: ANNA.SOB CZYK-GUZENDA@P.LODZ.PL

Abstract

Depending on the detailed solution and parameters used, TiO_2 coatings produced with the RF PECVD technique are characterized with various properties. In the present work, the effect of the flow rate of incoming oxygen on the coatings behaviour and on their photohydrophilic properties in particular is discussed. The coatings were deposited from the mixture of tetraetoxytitanium and oxygen onto the glass and silicon substrates. Oxygen flow rate was adjusted within the range of 100 and 500 sccm. Other parameters were kept constant: deposition time of 90 minutes and deposition power of 300 Watt.

The results obtained show that the most pronounced photohydrophilic behaviour is exhibited by the coatings deposited at the oxygen flow rate of 400 sccm. Hydrophobic character of these films (water wetting angle above 120 deg) transforms to hydrophilic after only half an hour long exposition to UV radiation, and after two hours of illumination that wetting angle becomes lower than 40 deg. The flow rate of oxygen also substantially affects the thickness of the deposited coating. For the above parameters the lowest film thickness is obtained for the O_2 flow rate of 350 sccm and it increases both when this parameter rises and when it drops.

Keywords: RFPECVD method, titanium dioxide, photocatalysis, hydrophilic coatings, optical properties

[Engineering of Biomaterials, 112, (2012), 20-25]

ANALIZA MIKROSTRUKTURY SPIEKÓW TYTANOWYCH Z GRADIENTEM POROWATOŚCI PRZY ZASTOSOWANIU RENTGENOWSKIEJ MIKRO- TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ

KRZYSZTOF PAŁKA¹, BARBARA SZARANIEC^{2*}

¹ POLITECHNIKA LUBELSKA, KATEDRA INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ,
UL. NADBYSTRZYCKA 36, 20-618 LUBLIN

² AGH AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA, WYDZIAŁ INŻYNIERII
MATERIAŁOWEJ I CERAMIKI, KATEDRA BIOMATERIAŁÓW,
AL. MICKIEWICZA 30, 30-059 KRAKÓW

* E-MAIL: SZARAN@AGH.EDU.PL

Streszczenie

W pracy przedstawiono analizę mikrostruktury porowatych spieków tytanowych o budowie gradientowej przeznaczonych na implanty medyczne. Spieki z gradientem porowatości otrzymywano metodą metalurgii proszków wprowadzając różne udziały porogenu (30-50%) wzdłuż osi próbki. Na podstawie tomografii komputerowej określono porowatość, rozkład wielkości porów oraz ich wielkość w różnych obszarach spieku. Zgodnie z założeniami otrzymano spiek o wysokiej porowatości w warstwach przypowierzchniowych (43-66%) z przewagą porów otwartych oraz niskiej porowatości wewnątrz (10%) związaną głównie z porami zamkniętymi.

Słowa kluczowe: tytan, metalurgia proszków, mikrostruktura, tomografia komputerowa CT

[Inżynieria Biomateriałów, 112, (2012), 26-30]

MICROSTRUCTURAL ANALYSIS OF POROSITY-GRADED TITANIUM SINTERS USING MICROTOMOGRAPHY

KRZYSZTOF PAŁKA¹, BARBARA SZARANIEC^{2*}

¹ LUBLIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,
DEPARTMENT OF MATERIALS ENGINEERING,
NADBYSTRZYCKA ST. 36, 20-618 LUBLIN, POLAND

² AGH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY,
FACULTY OF MATERIALS SCIENCE AND CERAMICS,
DEPARTMENT OF BIOMATERIALS,
AL. MICKIEWICZA 30, 30-059 KRAKÓW, POLAND

* E-MAIL: SZARAN@AGH.EDU.PL

Abstract

This paper presents a microstructural analysis of functionally graded porous titanium sinters used as medical implants. Porosity-graded sinters were obtained using powder metallurgy by introducing porogen in various proportions (30-50%) along the sample axis. To determine porosity, pore size distribution and pore sizes in different sinter areas, X-ray computed tomography imaging was used. In line with assumptions, the sinter obtained displayed high porosity in near-surface layers (43-66%) with the majority of open pores, and low porosity in deeper layers (10%) with the majority of closed pores.

Keywords: titanium, powder metallurgy, microstructure, computer tomography CT

[Engineering of Biomaterials, 112, (2012), 26-30]

BADANIA POWIERZCHNI SUPERSPRĘŻYSTYCH DYSTRAKTORÓW NiTi UŻYTYCH W LECZENIU KRANIOSTENOZ U DZIECI

Z. LEKSTON^{1*}, M. KACZMAREK², K. PRUSIK¹, D. STRÓŻ¹,
K. KOBUS³, D. RYCHLIK³

¹ INSTYTUT NAUKI O MATERIAŁACH, UNIWERSYTET ŚLĄSKI,
UL. BANKOWA 12, 40-007 KATOWICE

² INSTYTUT INŻYNIERII MATERIAŁÓW I BIOMATERIAŁÓW,
POLITECHNIKA ŚLĄSKA,

UL. KONARSKIEGO 18A, 44-100 GLIWICE

³ KLINIKA CHIRURGII PLASTYCZNEJ,

UL. JANA PAWŁA II 2, 57-320 POLANICA-ZDRÓJ

* E-MAIL: ZDZISLAW.LEKSTON@US.EDU.PL

Streszczenie

W pracy przedstawiono badania powierzchni supersprężystych implantów NiTi w postaci spawanych laserowo na zakładkę pierścieni użytych w badaniach klinicznych w leczeniu ścieśnienia czaszki u dzieci spowodowanego zbyt wczesnym zrośnięciem szwów czaszkowych. Wykonano badania porównawcze składu fazowego, morfologii powierzchni i odporności na korozję wżerową próbek ze spawów i drutów z okolicy spawu wyciętych z implantu w różnych stadiach przygotowania powierzchni poprzez szlifowanie mechaniczne, trawienie chemiczne, polerowanie elektrolityczne i pasywację podczas sterylizacji w parze wodnej oraz próbek spawu i drutu wyciętych z implantu usuniętego z organizmu. Rentgenograficzne badania powierzchni spawów i drutów pasywanych w autoklawie oraz usuniętych z organizmu, zdezynfekowanych i wysterylizowanych nie wykazały różnic w składzie fazowym. We wszystkich próbkach w temperaturze pokojowej identyfikowano tylko fazę macierzystą B2. W mikroskopowych badaniach stwierdzono znaczne zróżnicowanie morfologii powierzchni w zależności od zastosowanej obróbki powierzchniowej. Analiza chemiczna powierzchni w mikroobszarach spawu i drutu z okolicy spawu wyciętych z próbki po implantacji wykazała obecność śladowych ilości chloru, fosforu, wapnia i sodu pochodzących ze środowiska tkankowego implantu. Badania potencjodynamiczne odporności na korozję wżerową wykazały nieznaczne rozbieżności zmierzonych wartości potencjału korozyjnego i potencjału przebicia w zależności od modyfikacji powierzchni.

[Inżynieria Biomateriałów, 112, (2012), 31-35]

TESTS OF THE SURFACES OF SUPERELASTIC NiTi DISTRACTORS USED IN THE TREATMENT OF CRANIOSTENOSIS IN CHILDREN

Z. LEKSTON^{1*}, M. KACZMAREK², K. PRUSIK¹, D. STRÓŻ¹,
K. KOBUS³, D. RYCHLIK³

¹ INSTITUTE OF MATERIALS SCIENCE, UNIVERSITY OF SILESIA,
12 BANKOWA, 40-007 KATOWICE, POLAND

² INSTITUTE OF ENGINEERING MATERIALS AND BIOMATERIALS,
SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,

18A KONARSKIEGO, 44-100 GLIWICE, POLAND

³ PLASTIC SURGERY CLINIC,

2 JANA PAWŁA II, 57-320 POLANICA-ZDRÓJ, POLAND

* E-MAIL: ZDZISLAW.LEKSTON@US.EDU.PL

Summary

The paper presents the research on the surface of NiTi superelastic implants in the form of lap laser-welded rings used in clinical trials for the treatment of children with craniostenosis by premature fusion of the cranial sutures. There were performed comparative tests of phase composition, surface morphology and resistance to pitting corrosion of weld samples and wire samples cut out from the implant at different stages of surface preparation by mechanical grinding, chemical etching, electrolytic polishing and passivation during steam sterilization as well as of weld samples and wire cut out from the implant removed from the body. X-ray examination of the surface of the welds and wire passivated in an autoclave and removed from the body, disinfected and sterilized showed no differences in phase composition. In all the samples at room temperature only the B2 parent phase was identified. Microscopic tests revealed significant differences in surface morphology, depending on the applied surface treatment. Chemical analysis of the surface in the microareas of the weld and wire from around the weld cut from the sample after implantation showed the presence of trace amounts of nitrogen, chlorine, phosphorus, calcium and sodium from the tissue environment of the implant. Potentiodynamic tests of resistance to pitting corrosion showed slight discrepancy in the measured values of the corrosion and breakdown potentials, depending on surface modification.

[Engineering of Biomaterials, 112, (2012), 31-35]

KSZTAŁTOWANIE WŁAŚCIWOŚCI WARSTW NCD Z ZASTOSOWANIEM TRAWIENIA JONOWEGO JAKO OBRÓBKI WSTĘPNEJ W METODZIE RF PACVD

JACEK GRABARCZYK*

POLITECHNIKA ŁÓDZKA,
INSTYTUT INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ,
UL. STEFANOWSKIEGO 1/15, 90-924 ŁÓDŹ

* E-MAIL: JACEK.GRABARCZYK@P.LODZ.PL

Streszczenie

W pracy przedstawiono wpływ obróbki wstępnej, polegającej na trawieniu jonowym powierzchni, na aktywną zmianę struktury warstw węglowych syntetyzowanych w metodzie plazmy wysokiej częstotliwości (RF PACVD). W badaniach warstwa węglowa osadzana była na powierzchni stali medycznej (AISI 316L) w plazmie metanowej. Podczas obróbki wstępnej, trawienia jonowego, zmieniano negatywny potencjał polaryzacji elektrody w granicach od 1000 V do 1600 V. Te zmiany prowadziły do obserwowanych różnic w strukturze, chropowatości, grubości i właściwościach tribologicznych warstw węglowych. Wykazano, iż wyższe parametry trawienia jonowego, poprzez zwiększenie energii bombardowania jonowego prowadzącego do intensywniejszego nagrzewania podłoża, powodują silne zmiany w strukturze powstającej warstwy. Ma to istotny wpływ na właściwości warstwy, a zwłaszcza jej odporność korozyjną i twardość.

Słowa kluczowe: NCD, warstwy węglowe, trawienie jonowe, zastosowania biomedyczne, metoda RF PACVD

[Inżynieria Biomateriałów, 112, (2012), 36-41]

THE NCD LAYER PROPERTIES DESIGNED THROUGH ION ETCHING PRE-TREATMENT IN THE RF PACVD METHOD

JACEK GRABARCZYK*

TECHNICAL UNIVERSITY OF LODZ,
INSTITUTE OF MATERIAL SCIENCE AND ENGINEERING,
STEFANOWSKIEGO 1/15 STR., 90-924 LODZ, POLAND

* E-MAIL: JACEK.GRABARCZYK@P.LODZ.PL

Abstract

Here is presented evidence of how ion etching pre-treatment in the radio frequency plasma-assisted chemical vapour deposition (RF PACVD) method produces an active change in the substrate's surface and forms an interlayer between the surface and the carbon coating, thus creating the best conditions to deposit the coating onto the substrate. In this method, a film is deposited onto the surface of a medical steel (AISI 316L) sample in methane plasma. During the ion etching pre-treatment, the negative bias voltage parameters are changed from 1000 V to 1600 V. These changes lead to observed differences in the structure, roughness, thickness, and tribological properties of the carbon films. High ion etching causes an increase in the temperature of the surface and can compromise the surface and interlayer integrity, causing changes in the corrosion resistance and hardness of the carbon coating.

Keywords: NCD, carbon coatings, ion etching, bio-medical application, RF PACVD method

[Engineering of Biomaterials, 112, (2012), 36-41]

ANALIZA ROZKŁADU NAPRĘŻEŃ W TKANKACH TWARDYCH ZĘBA Z WYKORZYSTANIEM METODY ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH

HUBERT DĘBSKI^{1*}, JAROSŁAW BIENIAŚ², KRZYSZTOF PAŁKA²,
AGATA NIEWCZAS³

¹ POLITECHNIKA LUBELSKA, WYDZIAŁ MECHANICZNY,
KATEDRA PODSTAW KONSTRUKCJI MASZYN,
NADBYSTRZYCKA 36, 20-618, LUBLIN

² POLITECHNIKA LUBELSKA, WYDZIAŁ MECHANICZNY,
KATEDRA INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ,
NADBYSTRZYCKA 36, 20-618, LUBLIN

³ KATEDRA I ZAKŁAD STOMATOLOGII ZACHOWAWCZEJ,
UNIwersytet Medyczny w Lublinie,
UL. KARMEŁICKA 7, 20-081 LUBLIN

* E-MAIL: H.DEBSKI@POLLUB.PL

Streszczenie

W pracy przedstawiono możliwość wykorzystania metody elementów skończonych do analizy stanu naprężenia w twardej tkance zębów, odbudowanych wypełnieniem stomatologicznym klasy I, poddanych działaniu obciążenia mechanicznego. Badania prowadzono na modelu geometrycznym odwzorowującym rzeczywistą geometrię zęba przedtrzonowego, uzyskaną z wykorzystaniem techniki mikrotomografii rentgenowskiej oraz oprogramowania CAD. Analizie poddano rozkłady naprężenia zredukowanego wyznaczonego wg hipotezy Hubera-Misesa-Hencky'ego (H-M-H) w twardej tkance zęba, jak również podjęto próbę oceny stopnia wyężenia warstwy adhezyjnej na granicy wypełnienia kompozytowe-tkanka biologiczna. Zastosowanie symulacji numerycznych (Abaqus) umożliwia dokonanie realnej oceny stopnia wyężenia tkanek zęba, co pozwala na ocenę ryzyka niepowodzenia leczenia stomatologicznego i pomaga w opracowaniu racjonalnych metod zapobiegania uszkodzeniom zębów na skutek działania obciążeń mechanicznych.

Słowa kluczowe: metoda elementów skończonych, twarde tkanki zębów, analiza naprężeń, wypełnienia stomatologiczne.

[Inżynieria Biomateriałów, 112, (2012), 42-47]

ANALYSIS OF STRESS LEVEL IN HARD DENTAL TISSUES USING FINITE ELEMENT METHOD

HUBERT DĘBSKI^{1*}, JAROSŁAW BIENIAŚ², KRZYSZTOF PAŁKA²,
AGATA NIEWCZAS³

¹ DEPARTMENT OF MACHINE DESIGN,
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING,
LUBLIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,
NADBYSTRZYCKA 36, 20-618 LUBLIN, POLAND,

² DEPARTMENT OF MATERIALS ENGINEERING,
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING,
LUBLIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,
NADBYSTRZYCKA 36, 20-618 LUBLIN, POLAND

³ MEDICAL UNIVERSITY OF LUBLIN,
DEPARTMENT OF CONSERVATIVE DENTISTRY,
KARMEŁICKA 7, 20-081 LUBLIN, POLAND

* E-MAIL: H.DEBSKI@POLLUB.PL

Abstract

This paper presents the possibility of applying the finite element method for the analysis of stress level in hard dental tissues, restored with class I dental filling and exposed to mechanical load. The studies were made on a geometrical model imitating the real geometry of a premolar tooth obtained using the X-ray microtomography technique and CAD software. The distributions of reduced stress defined in accordance with the Huber-Mises-Hencky (H-M-H) hypothesis in hard dental tissues were analysed, and assessment of the degree of strength of the adhesive layer at the border of the composite filling and biological tissue was attempted. The application of numerical simulations (Abaqus) enables real assessment of the tooth tissue strength, which allows assessing the risk of unsuccessful dental treatment, and helps to prepare rational methods of preventing tooth damage resulting from mechanical load.

Keywords: finite element method, hard dental tissues, stress analysis, dental filling.

[Engineering of Biomaterials, 112, (2012), 42-47]

BADANIE WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH TYTANU DO ZASTOSOWAŃ REKONSTRUKCYJNYCH W IMPLANTOPROTETYCE STOMATOLOGICZNEJ

ANNA M. RYNIEWICZ^{1,2*}, ŁUKASZ BOJKO¹, WOJCIECH RYNIEWICZ²

¹ AGH AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA, WYDZIAŁ INŻYNIERII MECHANICZNEJ I ROBOTYKI, AL. A. MICKIEWICZA 30, 30-059 KRAKÓW

² UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI, COLLEGIUM MEDICUM, WYDZIAŁ LEKARSKI, KATEDRA PROTETYKI STOMATOLOGICZNEJ, UL. MONTELUPICH 4, 31-155 KRAKÓW

* E-MAIL: ANNA@RYNIEWICZ.PL

Streszczenie

Istotnym problemem przy stosowaniu biomateriału na konstrukcje nośne uzupełnień implantoprotetycznych jest sprawdzenie jego parametrów mechanicznych. Celem badań było oznaczenie dla tytanu przeznaczonego do systemu CAD/CAM wybranych właściwości wytrzymałościowych i tribologicznych. Do badań wytypowano fabryczne półprodukty tytanu o oznaczeniu Everest T Blank w kształcie walców i bloczków przeznaczone do wykonywania podbudowy koron i mostów. Badania obejmowały wyznaczenie rozkładu mikro-twardości w strukturze wewnętrznej fabrycznych półproduktów oraz ocenę odporności na zużycie tribologiczne warstwy wierzchniej.

Tytan Everest T Blank, w aspekcie biomechaniki, jest materiałem preferowanym na długie konstrukcje nośne w odcinku bocznym, do obróbki w systemie CAD/CAM. Wskazują na to badania wytrzymałościowe tego biomateriału. Konstrukcje nośne będą posiadały odporność na obciążenia okluzyjne, a równocześnie będą charakteryzowały się jednorodną strukturą materiału przy wymuszeniach skupionych. Badania tribologiczne wykazały małą odporność tytanu na zużycie w węzłach ślizgowych oraz wysoki współczynnik tarcia, co ogranicza zastosowanie tego biomateriału w węzłach ruchomych.

Słowa kluczowe: tytan, system CAD/CAM, mikro-twardość, moduł Younga, zużycie

[Inżynieria Biomateriałów, 112, (2012), 48-53]

SELECTED MECHANICAL PROPERTIES OF TITANIUM IN DENTAL IMPLANTOLOGY RECONSTRUCTION PROCEDURE

ANNA M. RYNIEWICZ^{1,2*}, ŁUKASZ BOJKO¹, WOJCIECH RYNIEWICZ²

¹ AGH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING AND ROBOTICS, AL. A. MICKIEWICZA 30, 30-059 KRAKOW, POLAND

² JAGIELLONIAN UNIVERSITY MEDICAL COLLEGE, FACULTY OF MEDICINE, DEPARTMENT OF PROSTHETIC DENTISTRY, UL. MONTELUPICH 4, 31-155 KRAKOW, POLAND

* E-MAIL: ANNA@RYNIEWICZ.PL

Abstract

When placing kinds of biomaterials on the supporting structures of implant-prosthetic restoration, the essential concern is checking their mechanical parameters. The aim of the tests was determination selected of the strength and tribological properties for titanium designated for CAD/CAM system. The manufactured semi-finished products: Everest T-Blank in the shape of cylinders and blocks were indicated to the tests. These materials are used to substructure crowns and bridges. The tests included determination distribution of micro-roughness in internal structure of manufactured semi-finished products and evaluation resistance on tribological wear of surface layer.

Titanium Everest T-Blank, in the biomechanical aspect, is preferred material to long prosthetic constructions in lateral segment, to treatment in CAD/CAM system, which is proven by the strength tests. The supporting structures will have resistance on occlusion loads and, at the same time, will characterize homogeneous structure of materials by concentrated extortions. Tribological tests have shown small resistance of titanium in the sliding knot and high coefficient of friction, which limits the application of these biomaterials in knots movement.

Keywords: titanium, CAD/CAM system, microhardness, Young's modulus, wear

[Engineering of Biomaterials, 112, (2012), 48-53]