

**BIOMATERIAŁY POLIMEROWE W REGENERACJI
UBYTEKÓW SKÓRY**
artykuł przeglądowy

**POLYMER BIOMATERIALS
FOR SKIN REGENERATION**
A review

Małgorzata Martowicz¹, Jadwiga Laska^{2,3*}

- ¹ Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Tarnowie,
Instytut Matematyczno-Przyrodniczy,
ul. Mickiewicza 8, 33-100 Tarnów
² Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii
Materiałowej i Ceramiki, Katedra Biomateriałów,
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
³ Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Tarnowie,
Instytut Politechniczny,
ul. Mickiewicza 8, 33-100 Tarnów
* e-mail: jlaska@agh.edu.pl

- ¹ State Higher Vocational School in Tarnow,
Institute of Mathematical and Natural Science,
ul. Mickiewicza 8, 33-100 Tarnów, Poland
² AGH University of Science and Technology,
Faculty Materials Science and Ceramics,
Department of Biomaterials,
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Poland
³ State Higher Vocational School in Tarnow,
The Polytechnic Institute,
ul. Mickiewicza 8, 33-100 Tarnów, Poland
* e-mail: jlaska@agh.edu.pl

Streszczenie

Leczenie rozległych ubytków skórnych przy pomocy syntetycznych materiałów lub z wykorzystaniem inżynierii tkankowej jest obecnie najbardziej rozwiniętą dziedziną medycyny regeneracyjnej. Pierwsze materiały stosowane w leczeniu rozległych oparzeń bazowały na materiałach naturalnych i kolagenie. Kolagen jest podstawą praktycznie wszystkich substytutów skórnych stosowanych aktualnie w leczeniu klinicznym. Jednak zauważalne jest zapotrzebowanie na inne materiały, w tym, przede wszystkim, polimery syntetyczne. Szczególnie ważną rolę w opracowywaniu nowych ulepszonych substytutów skóry odgrywają polimery resorbowalne. Bardzo ważną cechą polimerów syntetycznych jest możliwość modyfikacji ich właściwości na etapie syntezy oraz uzyskiwania odpowiedniej mikrostruktury. Niniejszy artykuł stanowi przegląd biomateriałów polimerowych stosowanych w regeneracji skóry. W artykule omówiono materiały stosowane i badane klinicznie, jak i najnowsze trendy w badaniach laboratoryjnych substytutów skóry.

Słowa kluczowe: materiały polimerowe, polimery resorbowalne, sztuczna skóra, medycyna regeneracyjna, inżynieria tkankowa

Abstract

The treatment of extensive skin defects both with the use of synthetic materials or by tissue engineering is the most developed branch of regenerative medicine. First materials applied in the treatment of extensive burns were based on natural materials and collagen. Collagen is the basis of practically all skin substitutes applied in the clinical skin treatment. However the need for different materials, especially synthetic polymers, is noticeable. Resorbable polymers play particularly important role in the research on new improved substitutes of skin. The possibility of the modification of their properties on the stage of the synthesis and achieving suitable microstructure is a very important feature of synthetic polymers. In this review polymer biomaterials applied in the regeneration of skin are described. Materials which were already clinically tested, as well as the new trends in the laboratory investigations of substitutes of skin are presented.

Keywords: polymer biomaterials, resorbable poly-mers, artificial skin, regenerative medicine, tissue engineering

[Engineering of Biomaterials / Inżynieria Biomateriałów, 95, (2010), 2-9]

**ANALIZA UWARUNKOWAŃ DECYDUJĄCYCH O
ODPORNOŚCI SZKLIWA NA ZUŻYCIU.
CZĘŚĆ I: IDENTYFIKACJA BIOLOGICZNEJ I
MECHANICZNEJ STRUKTURY SZKLIWA ORAZ
JEGO UKSZTAŁTOWANIA NA KORONACH ZĘBÓW**

**THE ANALYSIS OF DETERMINING FACTORS OF
ENAMEL RESISTANCE TO WEAR.
PART I: IDENTIFICATION OF BIOLOGICAL AND
MECHANICAL ENAMEL STRUCTURE AND ITS
SHAPE IN DENTAL CROWNS**

Mariola Herman^{1*}, Anna M. Ryniewicz^{2,3}, Wojciech Ryniewicz³

- ¹ V Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką,
Oddział Stomatologii Zachowawczej z Endodoncją,
ul. Wrocławska 1-3, 30-901 Kraków
² Akademia Górniczo-Hutnicza,
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki,
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
³ Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum,
Wydział Lekarski, Katedra Protetyki Stomatologicznej,
ul. Montelupich 4, 31-155 Kraków
* e-mail: mariola.herman@gmail.com

- ¹ 5th Military Hospital with Polyclinic in Cracow,
Conservative Dentistry and Endodontics Ward,
1-3 Wrocławska Str., 30-901 Cracow
² AGH University of Science and Technology,
Faculty of Mechanical Engineering and Robotics,
30 Mickiewicza Av., 30-059 Cracow
³ Jagiellonian University, Collegium Medicum,
Faculty of Medicine, Department of Prosthetic Dentistry, 4
Montelupich Str., 31-155 Cracow
* e-mail: mariola.herman@gmail.com

Streszczenie

W opracowaniu, na podstawie studium literaturowego oraz badań, przedstawiono uwarunkowania, które decydują o fenomenie odporności szkliwa na zużycie. W części pierwszej na podstawie doniesień piśmiennictwa oraz badań dokonano: analizy struktury klinicznie prawidłowego szkliwa i jego parametrów wytrzymałościowych, oceny rozkładu jego grubości na koronach zębów w poszczególnych grupach zębowych oraz analizy zużycia w warunkach obciążeń okluzyjno-artykulacyjnych w środowisku śliny. W części

Abstract

In the study based on literature review and research we presented factors determining a phenomenon of enamel resistance to wear. Based on data in literature and the research the following was made in part one: analysis of regular enamel structure and its performance parameters, assessment of enamel thickness on a dental crown in separate groups of teeth and analysis of wear in conditions of occlusal and articulatory loading in saliva environment. In part two, there were made examinations of enamel in

drugiej wykonano badania szkliwa zębów siecznych, przedtrzonowych i trzonowych klinicznie prawidłowych. Badania obejmowały ocenę stereometrii warstwy wierzchniej szkliwa z wykorzystaniem mikroskopii sił atomowych (AFM), wyznaczenie mikrotwardości warstwy wierzchniej z wykorzystaniem metody Oliver & Pharr oraz wyznaczenie odporności szkliwa na ściskanie w testach na maszynie wytrzymałościowej. Na podstawie przeprowadzonej analizy i badań można wnioskować o wielokierunkowym przystosowaniu szkliwa do pełnionych funkcji.

Słowa kluczowe: zęby, szkliwo, struktura, wytrzymałość, zużycie tribologiczne

clinically normal incisor, premolar and molar teeth. The examinations included the assessment of enamel superficial layer stereometry using Atomic Force Microscopy (AFM), determination of enamel superficial layer microhardness using Oliver & Pharr method, and determination of enamel compression strength using test machine. It can be concluded, based on conducted analysis and examinations that the enamel adaptation to its functions is many-sided.

Keywords: teeth, enamel, structure, durability, tribological wear

[Engineering of Biomaterials / Inżynieria Biomateriałów, 95, (2010), 10-17]

WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE KOMPOZYTÓW POLIMEROWO-METALICZNYCH

MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMER-METAL COMPOSITES

Magdalena Ziabka*, Jan Chlopek

Akademia Górniczo-Hutnicza,
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki,
Katedra Biomateriałów
Al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
* e-mail: ziabka@agh.edu.pl

AGH University of Science and Technology,
Faculty of Materials Science and Ceramics,
Department of Biomaterials,
30 A. Mickiewicza Ave, 30-059 Krakow
* e-mail: ziabka@agh.edu.pl

Streszczenie

Celem badań była ocena właściwości mechanicznych kompozytów na osnowie z polietylenu o wysokiej gęstości (HDPE) z dodatkiem nanocząstek srebra, przeznaczonych na implanty medyczne. Materiały zostały otrzymane metodą wytłaczania i wtrysku. Przeprowadzono badania mechaniczne obejmujące statyczną próbę rozciągania, twardość według Brinella oraz dynamiczne badania zmęczeniowe metodą trójpunktowego zginania. Kompozyty polietylenowe modyfikowane nanosrebrem poddawano pomiarom rozchodzenia się podłużnej fali ultradźwiękowej. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że dodatek nanosrebra nie wpływa na wytrzymałość natomiast podnosi moduł Younga i obniża twardość kompozytów. W wyniku przeprowadzonych testów w warunkach zmęczeniowych (8 milionów cykli) nie wykazano zniszczenia materiałów. Nie odnotowano również zmiany prędkości fali ultradźwiękowej, co świadczyło o stabilnym zachowaniu się materiałów.

Słowa kluczowe: kompozyty, polietylen, nanosrebro, właściwości mechaniczne

Abstract

The aim of this study was to evaluate mechanical properties of composites of high density polyethylene (HDPE) and silver nanoparticles. Such materials are supposed to be applied as medical implants. Tested materials were obtained by extrusion and injection moulding. Mechanical tests were carried out and included: static tensile test, Brinell hardness testing and fatigue testing determined by three-point bending method. Polyethylene composites modified with nanosilver were studied by using longitudinal ultrasonic wave measurement. Mechanical tests showed that nanosilver addition does not influence composite's tensile strength but increases Young modulus and decreases hardness. Fatigue tests (8 million cycles) did not show materials decomposition. There were no changes in the ultrasonic wave velocity, which indicated a stable behavior of the materials.

Keywords: composites, polyethylene, nanosilver, mechanical properties

[Engineering of Biomaterials / Inżynieria Biomateriałów, 95, (2010), 18-21]

OCENA KONSTRUKCYJNO-MATERIALOWA CEMENTOWYCH ENDOPROTEZ STAWU BIODROWEGO W SYMULACJACH NUMERYCZNYCH

THE MATERIAL-STRUCTURE ESTIMATION OF ENDO-PROSTHESES OF HIP JOINT IN THE NUMERICAL SIMULATIONS

Tomasz Madej^{1*}, Anna Maria Ryniewicz^{1,2}

¹ Katedra Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn,
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki,
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
² Katedra Protetyki Stomatologicznej,
Wydział Lekarski, Uniwersytet Jagielloński,
Collegium Medicum
* e-mail: madej@imir.agh.edu.pl

¹ Department of Machine Design and Technology,
Faculty of Mechanical Engineering and Robotics,
AGH University of Science and Technology,
Krakow, Poland
² Department of Stomatological Prosthetics,
Faculty of Medicine, Collegium Medicum,
Jagiellonian University, Krakow, Poland
* e-mail: madej@imir.agh.edu.pl

Streszczenie

W pracy dokonano przestrzennego modelowania cementowych endoprotez stawu biodrowego. Uwzględniono różne konfiguracje geometryczne elementów składowych: głów, trzpieni i wielowarstwowych panewek z różnych

Summary

The elaboration presents the three-dimensional modeling of cemented endoprotheses of hip joint. Different geometrical constructions of components: heads, stems, and multilayer cups from various biomaterials were taken

biomateriałów. Endoprotezy osadzano wirtualnie w strukturach kostnych zrekonstruowanych na podstawie badań diagnostycznych z wykorzystaniem tomografii komputerowej. Różne warianty konstrukcji endoprotez aplikowano do okostnowego układu kostnego pacjenta. W zamodelowanych geometrycznie i materiałowo obiektach badań wprowadzono kontakt węzłowy na granicy: tkanki kostnej i cementu kostnego, cementu i zewnętrznej powierzchni panewki, cementu i powierzchni trzpienia oraz między warstwami panewek. W strefie współpracy głowy endoprotezy i panewki właściwej zadano kontakt z możliwością ruchu. Po wprowadzeniu utwierdzeń i obciążeń przeprowadzono obliczenia numeryczne z wykorzystaniem metody elementów skończonych. Symulacje numeryczne obejmowały wyznaczenie map rozkładu naprężeń zredukowanych i przemieszczeń wypadkowych w obiektach badań. Otrzymane wyniki pozwoliły na ocenę charakteru oddziaływania sztucznego stawu i sposobu jego osadzenia na otaczające tkanki kostne. Umożliwiły wyznaczenie ewentualnych stref przeciążenia tkanek lub braku kompresji. Takie przedkliniczne symulacje pozwalają na optymalny dobór konstrukcji endoprotezy do warunków anatomicznych indywidualnego pacjenta.

Słowa kluczowe: staw biodrowy, alloplastyka, endo-protezy cementowe, biomateriały, modelowanie, symulacja numeryczna

to consideration. The endoprostheses were virtually placed in bone structures which were reconstructed on the basis of diagnostic investigation using computer tomography. Few variants of construction of endoprostheses were applied to the periarticular osseous system of an individual patient. In geometrical and material modeled testing objects the nodal contact was introduced. It was put on the boundary: bone tissue and bone cement, cement and external surface of cup, cement and stem surface and between layer of cups. The contact with movement possibility was set in the cooperation head and cup zone. When the constraints and loads had been applied, the numerical calculations using finite element method were carried out. These numerical simulations included determination of maps of reduced stresses pattern and resultant displacements in the tested objects. The outcome obtained in simulations allowed to estimate the character of interaction of artificial hip joint and the method of its seating on the surrounding bone tissues. What is more, it was enabled to calculate eventual overload zones of tissues or deficient of compression. Such preclinical simulations let to achieve optimal selection of endoprostheses construction for anatomical conditions of an individual patient.

Keywords: hip joint, alloplastic, cemented endoprostheses, biomaterials, modeling, numerical simulation

[Engineering of Biomaterials / Inżynieria Biomateriałów, 95, (2010), 22-32]

OTRZYMYWANIE I OCENA WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH KOMPOZYTÓW Z POLIURETANU I WŁÓKIEN WĘGLOWYCH JAKO POTENCJALNYCH MATERIAŁÓW KONSTRUKCYJNYCH DLA MEDYCYNY

MANUFACTURE AND ASSESSMENT OF MECHANICAL PROPERTIES OF POLYURETHANE AND CARBON FIBRES BASED COMPOSITES AS POTENTIAL CONSTRUCTIONAL MATERIALS FOR MEDICINE

Michał Dworak, Stanisław Błażewicz

Akademia Górniczo-Hutnicza,
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki,
Katedra Biomateriałów,
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

AGH University of Science and Technology
Faculty of Materials Science and Ceramics
Department of Biomaterials
30 Mickiewicza Ave, 30-059 Cracow, Poland

Streszczenie
Praca przedstawia wstępne wyniki badań dotyczące otrzymywania materiałów kompozytowych o osnowie poliuretanowej ze wzmocnieniem w postaci włókien węglowych (TPU/włókna węglowe) oraz oceny ich właściwości mechanicznych. Celem tych badań jest opracowanie nowych, niemetalicznych kompozycji przeznaczonych na implanty. Kompozyty wytworzono wykorzystując prepregi złożone z tkaniny z włókien węglowych (2D) przesyconej termoplastycznym poliuretanem (TPU). W pracy analizowano wpływ różnego sposobu ułożenia tkaniny 2D (warstwy prepregu [0/90]₆, [0/90/±45₄/0/90]) na właściwości mechaniczne otrzymanych kompozytów. Wykorzystując metodę ultradźwiękową określono siłę wiązki utworzonej pomiędzy warstwami kompozytu. W zależności od ułożenia warstw i temperatury formowania otrzymano zróżnicowane właściwości mechaniczne kompozytów. Temperatura prasowania wykazuje silny wpływ na siłę wiązania pomiędzy warstwami kompozytu. Najwyższą wartość wytrzymałości na zginanie uzyskano dla próbek kompozytów wykazujących jednakowe ułożenie warstw laminatu w kompozycie. W zależności od warunków formowania moduł sprężystości kompozytów zawiera się w przedziale od 20 GPa do 37 GPa. Kompozyty takie mogą być wykorzystane jako implanty konstrukcyjne dla zastosowań w medycynie oraz do wytwarzania wyrobów medycznych przeświecalnych dla promieniowania rentgenowskiego.

Słowa kluczowe: kompozyt polimerowy, poliuretan, włókna węglowe, właściwości mechaniczne

Abstract
The work presents preliminary results dealing with manufacture of a composite material consisting of a polyurethane matrix and carbon fibres (TPU/carbon fibres) as well as assessment of its mechanical properties. Such a material is intended to be used in development of new, non-metallic implants. The composites were made using carbon fibre fabric (2D) and thermoplastic polyurethane (TPU) in the form of prepregs. The effect of different superposition of 2D layers (prepreg layers, [0/90]₆, [0/90/±45₄/0/90]) on mechanical properties of the resulting composites was analyzed. By means of the ultrasonic inspection the interface bonding between layers in the composite was measured. It was shown that depending the stacking layers and temperature of compression molding the composites differed in the mechanical properties. Temperature of compression moulding has strong influence on interfacial bonding between the plies of the composites. The higher flexural strength was obtained for the composite samples exhibiting similar arrangement of laminate layers in the composite. Depending on compression molding parameters the flexural modulus of the composites ranged from 20 to 37 GPa. Such composites may be considered as materials providing suitable mechanical characteristic for use in medicine for structural implants and other radiolucent devices.

Keywords: composite, polyurethane, carbon fibres, mechanical properties

[Engineering of Biomaterials / Inżynieria Biomateriałów, 95, (2010), 33-39]