

## NOWE BIODEGRADABLE-WALNE MATERIAŁY OPARTE NA PLAZMOWEJ MODYFIKACJI SKROBI

Mariusz Kaczmarek\*, Hieronim Szymanowski\*, Maciej Gazicki - Lipman\*, Leszek Klimek\*,  
Bogusław Woźniak\*\*, Jacek Józwiak\*\*

\*Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka, Łódź, Polska

\*\*Instytut Przemysłu Skórzanego, Łódź, Polska

Streszczenie

Praca ta przedstawia zastosowanie skrobi ziemniaczanej jako napelnicza w celu wytworzenia materiałów kompozytowych z wysokiej gęstości polietylenem. Należy przypuszczać, że nastąpi poprawa mieszalności skrobi z polietylenową matrycą, po procesie modyfikacji skrobi i jej powierzchnia stanie się bardziej hydrofobowa. W tym celu został zastosowany obrotowy reaktor plazmowy w.c.z. do powierzchniowej modyfikacji ziaren skrobi.

Reaktor w.c.z. jest układem pojemnościowo sprzężonym, wykorzystującym zewnętrzne elektrody i metan (CH<sub>4</sub>) jako gaz roboczy. Pomiary wysokości kapilarnego wzniesienia wody były wykonane w celu oceny właściwości hydrofilowych powierzchni ziaren. Skrobia po modyfikacji w wyładowaniu jarzeniowym z użyciem metanu, posiada znaczną zmianę właściwości powierzchniowych, które są bardziej hydrofobowe - proces modyfikacji potrafi kilkukrotnie obniżyć efekt kapilarnego wzniesienia cieczy.

Słowa kluczowe: skrobia ziemniaczana, procesy plazmowe, hydrofobizacja, polietylen, materiały kompozytowe.

[Inżynieria Biomateriałów, 43-44,(2005),6-9]

## NEW BIODEGRADABLE MATERIAL BASED ON RF PLASMA MODIFIED STARCH

Mariusz Kaczmarek\*, Hieronim Szymanowski\*, Maciej Gazicki - Lipman\*, Leszek Klimek\*,  
Bogusław Woźniak\*\*, Jacek Józwiak\*\*

\*Institute for Materials Science and Engineering, Technical University of Łódź, Łódź, Poland

\*\*Leather Research Institute, Łódź, Poland

Abstract

The work presents an application of potato starch as a filler in a fabrication of a composite material with high density polyethylene. It had been assumed that, in order to improve miscibility of starch with polyethylene matrix, its surface should be made more hydrophobic. Therefore, radio frequency plasma rotary reactor has been applied to the surface modification of grains of starch.

The RF system is capacitively coupled, it utilizes external electrodes and methane (CH<sub>4</sub>) is used as working medium. Measurements of a height of water capillary rise have been applied to assess the hydrophilic properties of the grain surface. Starch, when modified with methane RF glow discharge, possesses considerably altered surface properties, being more hydrophobic - the modification process is able to lower capillary rise effect several times.

Key words: potato starch, plasma processing, hydrophilicity, polyethylene, composite.

[Engineering of Biomaterials, 43-44,(2005),6-9]

## EMISJA POŁOWA Z PO-WIERZCHNI WARSTW DLC NANIESIONYCH PRZY UŻYCIU METODY RFPCVD NA PODŁOŻA KRZEMOWE

A. Karczemska\*, D. Jarzyńska\*\*, M. Dłużniewski\*\*\*, E. Staryga\*\*\*

\*Instytut Maszyn Przepływowych, Politechnika Łódzka, annak@p.lodz.pl

\*\*Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka, djar@p.lodz.pl

\*\*\*Instytut Fizyki, Politechnika Łódzka, mdfiz@p.lodz.pl, estaryga@p.lodz.pl

Streszczenie

Zbadano emisję połową elektronów dla cienkich warstw diamentopodobnych (DLC) poprzez pomiar prądu emisji w funkcji przyłożonego makroskopowego pola elektrycznego. Cienkie

warstwy diamentopodobne naniesiono na różne podłoża krzemowe przy użyciu techniki RF PCVD. Charakterystyki prądu emisji od napięcia, dla warstw DLC, zmierzono przy użyciu techniki wykorzystującej sondę anodową. Analiza zarejestrowanych wartości prądu emisji elektronów od napięcia dla badanych heterostruktur DLC/Si wskazuje, że w porównaniu z płaskim podłożem Si, podłoże krzemowe zaopatrzone w stożki zwiększa wydajność emisji połowej z powierzchni warstw DLC naniesionych na te podłoża.

Słowa kluczowe: emisja połowa, warstwy diamentopodobne, emitery krzemowe, RF PCVD  
[Inżynieria Biomateriałów, 43-44,(2005),10-14]

#### FIELD EMISSION FROM THE SURFACE OF DLC FILMS DEPOSITED BY RF PCVD METHOD ON SILICON SUBSTRATE

A. Karczemska\*, D. Jarzyńska\*\*, M. Dłużniewski\*\*\*, E. Staryga\*\*\*

\*Institute of Turbomachinery, Technical University of Łódź, annak@p.lodz.pl

\*\*The Faculty of Mechanical Engineering, Technical University of Łódź, djar@p.lodz.pl

\*\*\*Institute of Physics, Technical University of Łódź, mdfiz@p.lodz.pl, estaryga@p.lodz.pl

#### Abstract

The electron field-emission properties of diamond-like carbon (DLC) thin films were examined by measuring the field-emission current as a function of applied macroscopic electric field. The thin diamond-like carbon films were deposited on various silicon substrates by using a RF PCVD technique. The field-emission characteristics of DLC coatings were investigated using an anode probe technique. The analysis of the registered values of the electron emission current to the voltage for the examined hetherostructures DLC/Si indicates that in comparison with the flat Si substrate, the Si substrate with the pattern of cones contributes to the increase of the emission efficiency from the surface of DLC coatings deposited on these substrates.

Keywords: field emission, diamond-like carbon, silicon emitter, RF PCVD  
[Engineering of Biomaterials, 43-44,(2005),10-14]

#### PLYTKI KRWI W KONTAKCIE ZE STOPEM TYTANU Ti6Al4V I Z JEGO ZMODYFIKOWANYMI POWIERZCHNIAMI

Wiesława Okrój\*, Leszek Klimek\*, Piotr Komorowski\*, Bogdan Walkowiak\*,\*\*

\*Centrum Doskonałości NANODIAM, Politechnika Łódzka w Łodzi

\*\*Zakład Biofizyki Molekularnej i Medycznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Słowa kluczowe: adhezja płytek krwi, modyfikacja powierzchni, azotek tytanu, węglaozotek tytanu, mikroskop skaningowy.

[Inżynieria Biomateriałów, 43-44,(2005),14-17]

#### BLOOD PLATELETS IN CONTACT WITH TITANIUM ALLOY Ti6Al4V AND WITH ITS MODIFIED SURFACES

Wiesława Okrój\*, Leszek Klimek\*, Piotr Komorowski\*, Bogdan Walkowiak\*,\*\*

\*Centre of Excellence NANODIAM, Technical University of Lodz.

\*\*Department of Molecular and MedicalBiophysics, Medical University of Lodz.

Key words: platelet adhesion, surface modification, titanium nitride, titanium carbonitride, scanning electron microscopy.

[Engineering of Biomaterials, 43-44,(2005),14-17]

#### PRZYGOTOWANIE BIOSENSORA SPR, PRACUJĄCEGO W REALNYM CZASIE, DO BADANIA ODKŁADANIA SIĘ BIAŁEK NA POWIERZCHNI TYTANU I NA WARSTWACH NCD

Marta Kamińska\*, Jacek Szymański\*\*, Bogdan Walkowiak\*

\*Centrum Doskonałości NANODIAM, Politechnika Łódzka

\*\*Centrum Doskonałości MOLMED, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

## Streszczenie

Adsorpcja i odkładanie się białek osoczowych na sztucznych powierzchniach implantów medycznych, wspomaga proces adhezji komórek. Zjawisko to stanowi poważny problem w implantologii. Użycie biosensorów SPR, pracujących w systemie BiaCore, umożliwi badania odkładania się białek na powierzchniach tytanu i na warstwach NCD (nanocrystalline diamond), w realnym czasie trwania procesu. Pokazano, że sensory pokryte bardzo cienkimi warstwami (poniżej 30 nm), zarówno tytanu jak i NCD, charakteryzują się czułością porównywalną do czułości sensora kontrolnego.

Słowa kluczowe: BiaCore, plazmonowy rezonans powierzchniowy, warstwy węglowe, adsorpcja białek.

[Inżynieria Biomateriałów, 43-44,(2005),17-21]

## PREPARATION OF REAL TIME SPR-BIOSENSORS FOR STUDY OF PROTEIN DEPOSITION AT TITANIUM AND NCD SURFACES

Marta Kamińska\*, Jacek Szymański\*\*, Bogdan Walkowiak\*

\*Centre of Excellence NANODIAM, Technical University of Lodz, Poland,

\*\*Centre of Excellence MOLMED, Medical University of Lodz

## Abstract

Adsorption and deposition of plasma proteins at artificial surfaces of medical implants promote cell adhesion process. SPR-biosensors, working in the BiaCore system, enable studies in a real time of the phenomenon of protein deposition onto surfaces of titanium and NCD (nanocrystalline diamond). It was shown, that sensors covered with very thin layers (less than 30 nm) of both, titanium and NCD, exhibit similar sensitivity as a control gold-surface sensor.

Key words: BiaCore, surface plasmon resonance, carbon coatings, proteins adsorption.

[Engineering of Biomaterials, 43-44,(2005),17-21]

## WZROST KOMÓREK ŚRÓDBŁONKA NA POWIERZCHNI WYBRANYCH BIOMATERIAŁÓW

Hanna Jerczyńska\*, Patrycja Barańska\*, Wiktor Koziolkiewicz\*, Bogdan Walkowiak\*\*, Zofia Pawłowska\*

\*Centrum Doskonałości MOLMED, Uniwersytet Medyczny w Łodzi,

\*\* Centrum Doskonałości NANODIAM, Politechnika Łódzka

## Streszczenie

Przeprowadzone przez nas badania wstępne dotyczyły sprawdzenia zdolności do wzrostu komórek śródbłonka ludzkiego na powierzchni wybranych biomateriałów, takich jak stal medyczna, stopy tytanu oraz materiałów modyfikowanych takich jak TiN i NCD (diament nanokrystaliczny). Komórki śródbłonka hodowano na powierzchni próbek, w kształcie dysków. Próbkę wykonaną ze stali medycznej (AISI 316 L) w stanie dostawy, stali medycznej polerowanej, stali medycznej polerowanej i pokrytej warstwą NCD, stopu tytanu Ti6Al4V, tego samego stopu pokrytego warstwą NCD oraz stopu tytanu z warstwą TiN. Na podstawie hodowli komórek śródbłonka w ciągu 19 godzin wykazaliśmy, że były one zdolne do wzrostu na każdej z badanych powierzchni biomateriałów, jednak wykazywały różną zdolność do adhezji i przeżycia na każdej z tych powierzchni. Zgodnie z malejącą liczbą komórek znalezionych na badanych powierzchniach, można je uporządkować w następujący sposób: surowa stal medyczna, polerowana stal medyczna, polerowana stal medyczna pokryta warstwą NCD, stop tytanu pokryty warstwą NCD, stop tytanu, i stop tytanu pokryty warstwą TiN. Analiza lizatów komórkowych, z zastosowaniem elektroforezy dwukierunkowej, wykazała znaczne różnice w profilach białkowych komórek hodowanych w obecności różnych biomateriałów.

Słowa kluczowe: biomateriały, NCD, TiN, komórki śródbłonka

[Inżynieria Biomateriałów, 43-44,(2005),22-25]

## GROWTH OF ENDO-THELIAL CELLS ON SURFACES OF SELECTED BIOMATERIALS

Hanna Jerczynska\*, Patrycja Baranska\*, Wiktor Koziolkiewicz\*, Bogdan Walkowiak\*\*, Zofia Pawlowska\*

\*Centre of Excellence MOLMED, Medical University of Lodz,

\*\*Centre of Excellence NANODIAM, Technical University of Lodz, Poland

### Abstract

Our preliminary study concerned the ability of human endothelial cells to grow on the surface of selected biomaterials, such as medical steel and titanium alloys, both unmodified and surface modified with TiN and NCD (nanocrystalline diamond). Cells were cultured on the surface of discoidal shape samples of the following materials: crude medical steel (AISI 316 L), polished medical steel, NCD coated polished medical steel, titanium alloy Ti6Al4V, NCD coated titanium alloy, and titanium alloy coated with TiN. Following 19 hours of culture growth of endothelial cells on the above biomaterials, no surface entirely free from the cells was found. It was found, however, that the cells revealed different ability to adhere and grow on each of these surfaces. The sequence of materials exhibiting an order of detected cells, decreasing from the highest number to the lowest one, was as follows: crude medical steel, polished medical steel, NCD coated polished medical steel, NCD coated titanium alloy, titanium alloy and titanium alloy with TiN surface. A 2D electrophoresis of protein lysates of endothelial cells, grown on different biomaterial surfaces, revealed significant differences in protein profile of the cells cultured in the presence of different biomaterials.

Key words: biomaterials, NCD, TiN, endothelial cells

[Engineering of Biomaterials, 43-44,(2005),22-25]

## BADANIA WARSTW WĘGLOWYCH WYTWORZONYCH NA STOPACH MAGNEZU METODĄ PACVD

Marcin Gołąbczak\*, Patrice Couvrat\*\*

\*Politechnika Łódzka, ul. Stefanowskiego 1, 90-924 Łódź, Polska

\*\*École Catholique d'Arts et Métiers, 40 Montée St Barthélemy, 69321 Lyon, Francja

### Streszczenie

W pracy przedstawiono metodę wytwarzania warstw węglowych na stopie magnezu AZ31 oraz wybrane wyniki badań dotyczące ich właściwości ochronno-dekoracyjnych. Do wytworzenia warstw węglowych zastosowano metodę PACVD (Plasma Activated Chemical Vapour Deposition), polegającą na rozkładzie metanu w plazmie wysokiej częstotliwości. Prezentowane wyniki badań obejmują: identyfikację wytworzonych warstw węglowych na stopie magnezu, ocenę mikroskopową powierzchni tych warstw oraz testy ich odporności korozyjnej.

Słowa kluczowe: stopy magnezu, metoda PACVD, warstwy węglowe, odporność korozyjna

[Inżynieria Biomateriałów, 43-44,(2005),25-29]

## INVESTIGATIONS OF CARBON LAYERS MANUFACTURED ON MAGNESIUM ALLOYS USING PACVD METHOD

Marcin Gołąbczak\*, Patrice Couvrat\*\*

\*Technical University of Lodz, Stefanowskiego 1, 90-924 Lodz, Poland

\*\*École Catholique d'Arts et Métiers, 40 Montée St Barthélemy, 69321 Lyon, France

### Abstract

In the paper the method of manufacturing of carbon layers on A31 magnesium alloy and selected results concerning their decorative and protective properties have been presented. For manufacturing of carbon layers the Plasma Activated Chemical Vapour Deposition method has been applied. The idea of this technology has consisted in the process of excite of dense

plasma in methane in a radio frequency field 13,56 MHz at a gas pressure 10-20Pa. Presented in vestigation results has included: identification of carbon layers manufactured on magnesium alloy, their microscopic estimation and corrosion resistance.

Key words: magnesium alloys, PACVD method, carbon layers, corrosion resistance  
[Engineering of Biomaterials, 43-44,(2005),25-29]

#### WYTWARZANIE WARSTW WĘGLOWYCH W NOWYM REAKTORZE MW/RF

W. Kaczorowski, P. Niedzielski, S. Mitura

Centrum Doskonałości NANODIAM, Zakład Inżynierii Biomedycznej,

Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka

witekk@p.lodz.pl

Streszczenie

Warstwy węglowe wytworzono metodą dwuczęstotliwościową (MW/RF PCVD - microwave and radio frequency plasma chemical vapor deposition) z zastosowaniem częstotliwości radiowej i mikrofalowej. Optymalizacja parametrów procesu umożliwiła nanoszenie jednorodnych powłok na stali AISI 316 L. Warstwy zostały wytworzone przy wykorzystaniu różnych mieszanin gazów (metanu - CH<sub>4</sub> albo metanu z argonem - CH<sub>4</sub>/Ar). Analiza morfologii i struktury uzyskanych powłok przeprowadzona została z wykorzystaniem technik: mikroskopu optycznego, skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) i mikroskopu sił atomowych (AFM). Do identyfikacji składu fazowego wytwarzanych warstw zastosowano spektroskopię ramanowską. W pracy tej zostały opisane szczegóły eksperymentu oraz uzyskane wyniki.

Słowa kluczowe: warstwy węglowe, technika MW/RF PCVD, nanokrystaliczny diament  
[Inżynieria Biomateriałów, 43-44,(2005),29-32]

#### MANUFACTURE OF CARBON COATING FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS IN A NEW MW/RF REACTOR

W. Kaczorowski, P. Niedzielski, S. Mitura

Centre of Excellence NANODIAM, Biomedical Engineering Division, Institute of Material Science, Technical University of Lodz, Poland, witekk@p.lodz.pl

Abstract

Carbon films were prepared in microwave and radio frequency plasma reactor using dual frequency method (MW/RF PCVD -microwave and radio frequency plasma chemical vapour deposition). The parameters of the deposition were optimised to get uniform films on the stainless steel AISI 316 L. These films were obtained from different mixtures of gases (methane - CH<sub>4</sub> or methane/argon- CH<sub>4</sub>/Ar). Optical microscopy, scanning electron microscopy (SEM) and atomic force microscopy (AFM) techniques were used to analyse the morphology and structure of deposited layers. Raman spectroscopy was performed to identify phases present in the films. In this paper experimental details and results were described.

Key words: carbon layers, MW/RF PCVD technique, nanocrystalline diamond  
[Engineering of Biomaterials, 43-44,(2005),29-32]

#### WARSTWY DWUTLENKU TYTANU NAKŁADANE METODĄ CVD WSPOMAGANĄ PLAZMOWO DO ZASTOSOWAŃ FOTOKATALITYCZNYCH

H. Szymanowski, A. Sobczyk, W. Jakubowski, M. Gazicki-Lipman

Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka,

ul. Stefanowskiego 1, 90-924 Lodz, Polska,

Streszczenie

Chemiczne osadzanie z fazy gazowej w wysokiej częstotliwości zostało wykorzystane do syntezy cienkich warstw dwutlenku tytanu. Warstwami tymi powlecano podłoża szklane i krzemowe. Jako związek wyjściowy użyto chlorek tytanu IV, a proces nakładanie przebiegał

w obecności tlenu. Aktywność fotokatalityczną warstw zbadano pod kątem ich właściwości bakteriobójczych. Do badań bakteriobójczych został użyty szczep bakterii Escherichia Coli K12 i promieniowanie UV. Właściwości optyczne wyznaczono spektrofotometrycznie, natomiast strukturę chemiczną przy użyciu spektroskopii FTIR. W niniejszej pracy przedstawiono wpływ zastosowanej mocy wysokiej częstotliwości na właściwości optyczne, strukturalne i bakteriobójcze.

Słowa kluczowe: TiO<sub>2</sub>, PECVD, fotokataliza, Escherichia Coli, spektroskopia FTIR  
[Inżynieria Biomateriałów, 43-44, (2005), 33-37]

#### PLASMA ENHANCED CVD DEPOSITION OF TITANIUM DIOXIDE FILMS FOR PHOTOCATALYTIC APPLICATIONS

H. Szymanowski, A. Sobczyk, W. Jakubowski, M. Gazicki-Lipman  
Institute for Materials Science and Engineering, Technical University of Łódź,  
Stefanowskiego 1, 90-924 Łódź, Poland

#### Abstract

TiO<sub>2</sub> thin films were synthesized using Radio Frequency Chemical Vapour Deposition process (RF PECVD). The films were deposited on glass and silicon substrate. Titanium tetrachloride derivatives have been used as precursor compounds, and the processes have been carried out in the presence of oxygen. The photocatalytic activity of the formed layers was studied by means of their antibacterial property. Bactericidal properties of the coatings were studied using cultures of K12 strain of Escherichia coli and the UV irradiation. Optical properties of the films have been examined by means of UV-VIS investigations. Chemical structure was investigated using FTIR spectroscopy. An effect of an RF power of the discharge on the optical, structural and the bactericidal properties of the films was investigated in this work.

Key words: TiO<sub>2</sub>, PECVD, photocatalyst, Escherichia coli, FTIR spectroscopy  
[Engineering of Biomaterials, 43-44, (2005), 33-37]

#### OBSERWACJE ZAMIAN MIKROSKOPOWYCH CEWNIKÓW TYPU DOUBLE-J W ZALEŻNOŚCI OD CZASU UTRZYMYWANIA ICH W DROGACH MOCZOWYCH

Leszek Klimek\*, Waldemar Różański\*\*,  
Zbigniew Jabłonowski\*\*, Marek Sosnowski\*\*, Rafał Kliś\*\*

\*Politechnika Łódzka, Instytut Inżynierii Materiałowej,  
ul. Stefanowskiego 1/15 90-924 Łódź, Polska

\*\*Klinika Urologii i Rehabilitacji Urologicznej Instytutu Chirurgii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi,

Uniwersytecki Szpital Kliniczny Nr 2,  
ul. Żeromskiego 113, 90-549 Łódź, Polska

#### Streszczenie

W pracy oceniano stopień pokrywania i wypełniania kryształami i elementami organicznymi wnętrza cewników podwójnie zagiętych typu "Double-J" w zależności od czasu utrzymywania ich w górnych drogach moczowych.

Materiał: Ocenie makroskopowej i mikroskopowej poddano 27 cewników podwójnie zagiętych typu "Double-J". Czas utrzymywania cewnika w górnych drogach moczowych wynosił od 7 do 90 dni.

Metoda: Obserwację powierzchni i przekrojów cewników wykonano przy pomocy elektronowego mikroskopu skaningowego Hitachi S 3000N.

Wyniki: Częściowe lub całkowite pokrycie cewnika składnikami organicznymi lub krystalicznymi moczu obserwowano na wszystkich cewnikach. Proces ten następował z różnym nasileniem w zależności od rodzaju cewnika, czasu utrzymywania w drogach moczowych oraz występowania zakażenia dróg moczowych.

Podsumowanie: Wydaje się, że w świetle przedstawionych obserwacji bardzo ważnym jest zachowanie pełnej jałowości dróg moczowych oraz nie przekraczanie określonych przez producenta czasów maksymalnego utrzymywania cewnika podwójnie zagiętego w drogach moczowych.

Słowa kluczowe: Drogi moczowe, cewnik podwójnie zagięty, kryształy i składniki niekryształiczne moczu.

[Inżynieria Biomateriałów, 43-44,(2005),37-40]

#### MICROSCOPIC INVESTIGATION OF DOUBLE-J CATHETERS DEPENDING ON THE LENGTH OF THEIR PRESENCE IN THE URINARY TRACT

Leszek Klimek\*, Waldemar Różański\*\*,

Zbigniew Jabłonowski\*\*, Marek Sosnowski\*\*, Rafał Kliś\*\*

\*Technical University of Łódź Institute of Materials Engineering, Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź, Poland

\*\*Department of Urology and Urological Rehabilitation, Institute of Surgery, Medical University of Łódź, University Clinical Hospital No. 2, Żeromskiego 113, 90-549 Łódź, Poland

#### Summary

Aim: The study assesses the degree to which urinary crystals and organic urinary components adhere to Double-J catheters depending on the length of their maintenance in the upper urinary tract.

Materials: 27 Double-J catheters were subjected to macroscopic and microscopic evaluation. The time of their presence in the urinary tract ranged from 7 to 90 days.

Method: The observation of the surface and section of the catheters was carried out using a scanning electron microscope Hitachi S 3000N..

Results: Each of the evaluated catheters was partially or completely covered by organic or mineral urinary components. The speed of the process depended on the type of the catheter, the length of its presence in the urinary tract and the incidence of urinary infection.

Conclusion: It seems that in light of the illustrated observations, it is essential to maintain complete sterility of the urinary tract and not to exceed the maximum time of keeping a Double-J catheter inside a patient's urinary tract set by the manufacturer.

Key words: Urinary tract, Double-J catheter, crystals and non-crystal urinary components. [Engineering of Biomaterials, 43-44,(2005),37-40]

#### BUDOWA I ODPORNOŚĆ KOROZYJNA WARSTW AZOTKU I WĘGLIKO-AZOTKÓW TYTANU NA STOMATOLOGICZNYM STOPIE WIRONIT

Leszek Klimek

Politechnika Łódzka Instytut Inżynierii Materiałowej, ul Stefanowskiego 1, 90-924 Łódź  
Streszczenie

Szeroko stosowane w protetyce stomatologicznej stopy metali oprócz niewystarczającej odporności korozyjnej mogą powodować u niektórych pacjentów alergię, której źródłem są produkty korozji oraz jony metali wchodzących w skład stopów. W celu poprawienia ich właściwości pokrywa się je różnego rodzaju warstwami. Najczęściej stosowane są azotki metali, a w szczególności azotki tytanu. Jednak odporność korozyjna tak otrzymanych warstw nie jest zadowalająca. W niniejszej pracy przedstawiono wstępne wyniki badań nad przydatnością warstw węglikoazotków tytanu na stopie stomatologicznym WIRONIT.

Określono skład chemiczny oraz fazowy uzyskanych warstw, morfologię ich powierzchni a także przeprowadzono badania odporności korozyjnej metodą potencjodynamiczną.

Słowa kluczowe: azotki, węglikoazotki, stopy stomatologiczne,

[Inżynieria Biomateriałów, 43-44,(2005),41-44]

## STRUCTURE AND CORROSION RESISTANCE OF THE TITANIUM NITRIDES AND NITROCARBIDES LAYERS ON THE WIRONIT DENTAL ALLOY

Leszek Klimek

Technical University of Łódź, Institute of Materials Engineering, Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź, Poland

### Abstract

Metal alloys widely used in the dental prosthetics, despite their insufficient corrosion resistance may cause allergy in case of some patients, the sources of which are mainly products of corrosion as well as ions of metals forming an alloy. In order to improve their properties they are usually covered with various kinds of layers. Metal nitrides, particularly titanium nitrides, are used most often. Although, the corrosion resistance of the layers obtained this way is unsatisfactory. In this paper, the initial results of the examination of the usefulness of the titanium nitrocarbide layers on the WIRONIT dental alloy have been presented. The chemical composition, phase diagram and surface morphology have been determined. The examinations of corrosion resistance by the potentiodynamic method have been conducted.

Keywords: nitrides, nitrocarbides, dental alloys

[Engineering of Biomaterials, 43-44,(2005),41-44]

## MIKROSKOPOWA OCENA ZUŻYCIA POWIERZCHNI CEWNIKÓW DOTĘNICZYCH

Leszek Klimek\*, Waldemar Machała\*\*

\*Instytut Inżynierii Materiałowej Politechniki Łódzkiej,

ul. Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź, Polska

\*\*Zakład Anestezjologii i Intensywnej Opieki Medycznej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi; Uniwersytecki Szpital Kliniczny nr 2, Żeromskiego 113, 90-549 Łódź, Poland

### Streszczenie

Umieszczenie cewnika (kaniula) w naczyniu krwionośnym (kaniulacja żyły/tętnicy), jest podstawowym zabiegiem wykonywanym we współczesnej medycynie. Kaniurom stawia się szczególne wymagania, które mają ograniczyć częstość występowania powikłań. Materiał, z którego wykonany jest cewnik powinien być dobrze tolerowany przez organizm. Na uszkodzenia mechaniczne narażone są przede wszystkim cewniki tętnicze (znajdują w tzw. przeciwprądzie do przepływającej krwi, co predysponuje czoło kaniuli do mechanicznych uszkodzeń przez upostaciowane elementy krwi). Powszechność kaniulacji powinna wymuszać badania nad zachowaniem się kaniuli w kontakcie z przepływającą krwią, a w szczególności zużywanie się ich, predysponujące do występowania powikłań. W pracy przedstawiono wyniki badań zużycia powierzchni kaniuli przebywających w organizmie pacjenta do 14 dni. Obserwowane na powierzchni kaniuli zużycie ma charakter zużycia erozyjnego. Uwzględniając właściwości i wielkość płytek krwi, zagłębienia w powierzchni hemozgodnych materiałów nie powinny być większe niż 0,2  $\mu\text{m}$ . W praktyce jednak trudno otrzymać wyroby spełniające ten wymóg. Przy takiej powierzchni znacznie wzrasta skłonność do tworzenia zakrzepów na powierzchni kaniuli, co jest zjawiskiem niebezpiecznym dla pacjenta. Autorzy w swojej pracy przedstawili wstępne wyniki badań, w których wykazali zależność pomiędzy czasem przebywania kaniuli w ustroju, a stopniem jej mechanicznego zużycia. Badania takie pozwalają na określenie maksymalnego czasu, jaki mogą przebywać cewniki w naczyniach tętniczych bez zagrożenia powstania zakrzepu spowodowanego uszkodzeniem powierzchni.

Słowa kluczowe: kaniule, elektronowy mikroskop skaningowy, zużycie powierzchni

[Inżynieria Biomateriałów, 43-44,(2005),44-47]

MICROSCOPE EVALUATION OF ARTERIAL CANNULA EROSIIVE WEAR

Leszek Klimek\*, Waldemar Machała\*\*

\*Technical University of Łódź, Institute of Material Science, ul. Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź, Poland

\*\*Medical University of Łódź, Department of Anaesthesiology and Intensive Care, University Hospital No 2, Żeromskiego 113, 90-549 Łódź, Poland

Abstract

Introduction of a cannula into a blood vessel (venous/arterial cannulation) is a basic procedure in modern medicine. Cannulas must meet high requirements in order to decrease the number of complications - they must be well tolerated by patient's organism. Especially arterial cannulas are at risk of mechanical damage (they are in a "counter current" to blood flow) which predisposes the head of cannula to mechanical damage by morphotic blood elements. Common use of cannulas should encourage studies investigating cannula's reactions to blood flow and it should focus on cannula wear leading to complications. It facilitates examination of material damage and material wear and it could also be used for examining arterial cannulas. Cannula wear observed at cannula surface is called erosive wear. Considering size and properties of platelets - it has been assumed that excavations in surface of homocompatible materials should not exceed 0.2  $\mu\text{m}$ . In spite of these suggestions it is difficult to obtain products meeting such requirements which increases the risk of forming clots on cannula's surface. Study authors presented preliminary study results which proved interdependence between time of cannula stay in organism and a degree of cannula mechanical wear. Such studies allow to estimate the maximal time of cannula stay in arterial vessels, avoiding risk of clots caused by surface damage.

Key words: cannula, scanning electron microscope, surface wear

[Engineering of Biomaterials, 43-44,(2005),44-47]

## MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA ELEKTRONOWEGO MIKROSKOPU SKANINGOWEGO W BADANIACH MATERIAŁÓW STOMATOLOGICZNYCH

Klimek Leszek\*, Sokołowski Jerzy\*\*, Kozakiewicz Marcin\*\*\*, Łęski Michał\*\*\*\*, Banaszek Katarzyna\*\*\*\*

\*Politechnika Łódzka, Instytut Inżynierii Materiałowej,  
ul. Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź,

\*\*Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Zakład Propedeutyki Stomatologicznej Instytutu Stomatologii, ul. Pomorska 251, 92-213 Łódź,

\*\*\*Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Zakład Chirurgii Szczękowej Instytutu Chirurgii,  
ul. Kopcińskiego 22, 90-153 Łódź,

\*\*\*\*Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Zakład Endodoncji Katedry Stomatologii Zachowawczej, Endodoncji i Periodontologii, ul. Pomorska 251, 92-213 Łódź,

Streszczenie

Nowoczesnym materiałom stomatologicznym stawiane są coraz to wyższe wymagania. Przechodzą one cały szereg testów zanim zostaną zastosowane w chirurgii szczękowej czy w stomatologii zachowawczej. Do badań tych używa się całego szeregu różnorodnych metod. W prezentowanej pracy przedstawiono możliwości zastosowania elektronowego mikroskopu skaningowego do badań materiałów stomatologicznych. Pokazano przykłady badań materiałów stosowanych na wypełnienia stomatologiczne, ocenę przygotowania powierzchni w protetyce stomatologicznej, ocenę sposobów opracowywania ubytków, badania fraktograficzne implantów stomatologicznych. Z przedstawionych przykładów wynika, że elektronowy mikroskop skaningowy może być cennym urządzeniem znacznie rozszerzającym możliwości badawcze materiałów stosowanych w stomatologii.

Słowa kluczowe: elektronowy mikroskop skaningowy, materiały stomatologiczne, badanie materiałów

[Inżynieria Biomateriałów, 43-44,(2005),48-53]

## POSSIBILITIES OF SCANNING ELECTRON MICROSCOPE APPLICATION FOR STOMATOLOGICAL AND ORAL SURGICAL MATERIAL INVESTIGATIONS

Klimek Leszek\*, Sokołowski Jerzy\*\*, Kozakiewicz Marcin\*\*\*, Łęski Michał\*\*\*\*, Banaszek Katarzyna\*\*\*\*

\*Technical University of Łódź Institute of Materials Engineering, Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź, Poland

\*\*Department of Propedeutics of Dentistry, Institute of Dentistry, Medical University of Łódź, ul. Pomorska 251, 92-213 Łódź,

\*\*\*Department of Maxillofacial Surgery, Institute of Surgery, Medical University of Łódź ul. Kopcińskiego 22, 90-153 Łódź

\*\*\*\*Department of Endodontics, Medical University of Łódź, ul Pomorska 251, 92-213 Łódź, Poland

### Summary

Novel stomatological materials are requested for more and more sophisticated parameters. Additional evaluation procedures for describing of special dental surgery features are needed to establish the material usefulness and permit dental application. These evaluations are performed by employment of many different methods depending on kind of the parameter. In this article the possibilities of scanning electron microscope [SEM] utilisation for assessment of selected features of materials used in stomatology were presented. Shown here images which source was SEM visualised examples of this microscope options. It is worthy to indicate, that use of SEM give us numerous valuable information regarding materials. As far as this tool is considered all dental specialties find support at material examinations, especially conservative dentistry, prosthodontics, oral and maxillofacial surgery.

Key words: skaning electron microscope, stomatological and oral surgical material, material investigations

[Engineering of Biomaterials, 43-44,(2005),48-53]

## MODYFIKACJE POWIERZCHNI IMPLANTÓW METALICZNYCH

Iwona Przybyszewska-Doroś\*,\*\*, Wiesława Okrój\*, \*\*, Bogdan Walkowiak\*, \*\*,\*\*\*

\*Centrum Doskonałości NANODIAM, Instytut Inżynierii Materiałowej Politechniki Łódzkiej

\*\*Zakład Biofizyki, Instytut Inżynierii Materiałowej Politechniki Łódzkiej w Łodzi

\*\*\*Zakład Biofizyki Molekularnej i Medycznej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

### Streszczenie

Implanty medyczne powinny spełniać wiele istotnych warunków, aby mogły być bezpiecznie stosowane u osób chorych. Od wszczepów wymaga się braku toksyczności i cech alergicznych oraz braku działań mutagennych i kancerogennych. W zależności od zastosowań wymagania poszerzają się o hemo- i trombozgodność oraz biofunkcjonalność. Wszystkie implanty z czasem ulegają degradacji. W przypadku implantów metalicznych znaczącym zjawiskiem jest korozja, która może prowadzić do metalozy oraz do utraty ich właściwości mechanicznych. Metalami najszerszej stosowanymi w medycynie jest tytan i jego stopy, stopy Co-Cr-Mo oraz stal medyczna 316L. Materiały te cechują dobre właściwości mechaniczne i fizyko-chemiczne. Tolerancja przez organizm biorcy jest zróżnicowana. Poprawa biozgodności i tolerancji materiału może być osiągnięta drogą modyfikacji jego powierzchni. Rodzaje zmian powierzchni wszczepów metalicznych można najogólniej podzielić na dwie grupy: fizyko-chemiczną i biochemiczną. Metody fizyko-chemiczne powodują zmiany składu chemicznego istniejącej powierzchni. Metody biochemiczne oparte są na przyłączaniu związków organicznych, które ułatwiają wiązanie białek do powierzchni "uatrakcyjniając" warstwę wierzchnią wszczepu.

Słowa kluczowe: biomateriały metaliczne, modyfikacje powierzchni, biozgodność

[Inżynieria Biomateriałów, 43-44,(2005),53-63]

#### SURFACE MODIFICATIONS OF METALLIC IMPLANTS

Iwona Przybyszewska-Doroś\*,\*\*, Wiesława Okrój\*, \*\*, Bogdan Walkowiak\*, \*\*,\*\*\*

\*Centre of Excellence NANODIAM, Institute of Materials Science and Engineering,  
Technical University of Lodz

\*\*Division Biophysics Institute of Materials Science and Engineering Technical University of  
Lodz

\*\*\*Department of Molecular and Medical Biophysics, Medical University of Lodz

#### Abstract

Medical implants should meet several relevant conditions for safely use. Grafts have to be free from toxicity and allergenic features, and also free from mutagenic and carcinogenic effects. In dependence on the use requirements can be extended on hemo- and thrombo-compatibility, and also on bio-functionality. Every implant undergo to gradual degradation due to contact with body fluids. Corrosion is a significant phenomenon in the case of metallic implants, and it can results in metallosis and also in lose of mechanical property of an implant. The most often used metallic materials are: titanium and its alloys, Co-Cr-Mo alloys and medical steel 316L. These materials possess proper mechanical and physico-chemical properties, but their tolerance by the recipient body is diverse. An improvement in biocompatibility and tolerance of metallic materials can be reached by a surface modification. Types of surface modification methods can be divided onto two groups: physico-chemical and biochemical methods. Physico-chemical methods of modification cause changes in chemical composition of the existing surface, whereas biochemical methods rely on attachment of small organic molecules, which allow to bind to the surface of specific proteins, making the implant surface more attractive.

Keywords: metallic implants, surface modifications, biocompatibility

[Engineering of Biomaterials, 43-44,(2005),53-63]

#### ZMIANY POJEMNOŚCI ANTYOKSYDACYJNEJ FIBROBLASTÓW PO KONTAKCIE Z WYBRANYMI BIOMATERIAŁAMI

Joanna Majak\*, Witold Jakubowski\*, Aneta Balcerczyk\*\*, Piotr Niedzielski\*, Bogdan Walkowiak\*,\*\*\*

\*Centrum Doskonałości NANODIAM, Instytut Inżynierii Materiałowej, Politechnika Łódzka

\*\*Zakład Biofizyki Molekularnej, Instytut Biofizyki, Uniwersytet Łódzki

\*\*\*Zakład Biofizyki Molekularnej I Medycznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Słowa kluczowe: fibroblasty, pojemność antyoksydacyjna, glutation, NCD, tytan, stres oksydacyjny

[Inżynieria Biomateriałów, 43-44, (2005), 64-67]

#### CHANGES IN AN ANTI-OXIDATIVE CAPACITY OF FIBROBLAST DUE TO A CONTACT WITH SELECTED BIOMATERIALS

Joanna Majak\*, Witold Jakubowski\*, Aneta Balcerczyk\*\*, Piotr Niedzielski\*, Bogdan Walkowiak\*,\*\*\*

\*Centre of Excellence NANODIAM, Institute of Materials Science, Technical University of Lodz, Poland

\*\*Department of Molecular Biophysics, University of Lodz, Poland

\*\*\*Department of Molecular and Medical Biophysics, Medical University of Lodz, Poland

Key words: fibroblasts, anti-oxidative capacity, glutathione, NCD, titanium, oxidative stress.

[Engineering of Biomaterials, 43-44, (2005), 64-67]

#### ZASTOSOWANIE BIOMATERIAŁÓW Z WARSTWAMI WĘGLOWYMI DO PRZEKŁUWANIA CIAŁA

Bociąga D.\*, Grabarczyk J.\*, Niedzielski P.\*, Krakos M.\*\*\*, Mitura K.\*

\* Centrum Doskonałości NANODIAM, Politechnika Łódzka w Łodzi, Instytut Inżynierii Materiałowej, Zakład Inżynierii Biomedycznej, Polska

\*\* Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Instytut Pediatrii, Polska

Słowa kluczowe: warstwy węglowe, przekłuwanie ciała, "piercing", reakcja alergiczna, alergeny metali, biomateriały

[Inżynieria Biomateriałów, 43-44,(2005),67-71]

APPLICATION OF BIOMATERIALS WITH CARBON COATINGS FOR BODY PIERCING

Bociąga D.\*; Grabarczyk J.\*; Niedzielski P.\*; Krakos M.\*\*\*; Mitura K.\*

\* Center of Excellence NANODIAM, Technical University of Lodz, Institute of Material Science, Biomedical Engineering Division, Poland

\*\* Medical University of Lodz, Institute of Pediatrics, Poland

Key words: carbon coatings, body piercing, allergic reaction, metal allergens, biomaterials

[Engineering of Biomaterials, 43-44,(2005),67-71]

HAMOWANIE PROCESU HEMOLIZY W OBECNOŚCI PROSZKU DIAMENTOWEGO W WARUNKACH USZKODZENIA PRZEZ WOLNE RODNIKI

Katarzyna Mitura\*, Grzegorz Bartosz\*\*, Stanisław Mitura\*

\*Zakład Inżynierii Biomedycznej, Instytut Inżynierii Materiałowej Politechniki Łódzkiej

\*\*Katedra Biofizyki Molekularnej Uniwersytetu Łódzkiego

Streszczenie

Stres oksydacyjny jest zjawiskiem powodującym uszkodzenie błony komórkowej, w tym błony erytrocytu. Jest to łańcuchowa reakcja wolnorodnikowa, w wyniku której powstają wolne rodniki [1,2], uszkadzając strukturę tej błony, zmieniają jej właściwości półprzepuszczalne i powodują zmianę konformacji dwuwarstwy lipidowo-białkowej. Powstałe w wyniku procesu peroksydacji lipidów, toksyczne produkty - nadtlenki lipidów, wbudowując się w błonę komórkową, mogą być przyczyną uszkodzenia całej komórki, a przede wszystkim jej materiału genetycznego zawartego w jądrze komórkowym. Tak uszkodzona błona komórkowa erytrocytu, powoduje zaburzenie w funkcjonowaniu tej krwinki, które nazywa się zjawiskiem hemolizy. Klinicznie hemoliza to niedokrwistość hemolityczna, czyli zmniejszenie liczby krwinek czerwonych we krwi obwodowej, spowodowane rozpadem tej krwinki, z powodu uszkodzenia błony komórkowej, uwarunkowane czynnikami zewnątrz- lub wewnątrzkrwinkowymi. Istota samego zjawiska jest odzwierciedleniem procesu chorobowego, jaki dotyka krwinkę czerwoną, a co za tym idzie, wymaga właściwego postępowania terapeutycznego. Leki, które hamują proces hemolizy, nie zawsze spełniają oczekiwania lekarzy i niejednokrotnie nie powodują całkowitego wyleczenia, a działają wyłącznie objawowo. Wydaje się, że zastosowanie proszku diamentowego może być alternatywnym sposobem leczenia tego rodzaju zaburzeń [6].

Słowa kluczowe: proszek diamentowy, hemoliza, stres oksydacyjny

[Inżynieria Biomateriałów, 43-44,(2005),71-74]

THE INHIBITION OF HAEMOLYSIS IN PRESENCE DIAMOND POWDER PARTICLES IN CONDITIONS OF FREE RADICAL DAMAGE

Katarzyna Mitura\*, Grzegorz Bartosz\*\*, Stanisław Mitura\*

\*Biomedical Engineering Division, Institute of Materials Science and Engineering, Technical University of Lodz, Poland

\*\*Department of Molecular Biophysics, University of Lodz, Poland

Abstract

Oxidative stress is the phenomenon which takes part in the damage of cell membrane, for ex.: the erythrocyte membrane. This mechanism is based on the free radical chain reactions [1,2]. The result of this process are the products: free radicals - the cause of the damage of cell membrane structure and change properties of cell membrane fluidity and conformations of phospholipid bilayer. Lipid peroxidation is the cause of the form the toxic products - superoxides lipids in cell membrane and the damage of nucleus which contains a genetic material (DNA) of this cell. Erythrocyte membrane can be destroyed in mechanism of oxidative stress and it is the base of developing the phenomenon of haemolysis. The clinical name of this process is "anemia haemolytica" - the decreasing of amount of erythrocytes in peripheral blood from the egzogenic or endogenic factors. Haemolysis is the pathological process in human organism and in aspect of disease can be treated successfully. Medicines, which doctors use to treat this disorder are not completely good because always mechanism of its activity contains only the symptomatic treatment. It seems that Diamond Powder Particles can be used as the alternative therapy of anemia haemolytica [6].

Key words: Diamond Powder Particles, haemolysis, oxidative stress  
[Engineering of Biomaterials, 42-43,(2005),71-74]

#### WETTABILITY OF AS-DEPOSITED AND IMPLANTED TETRAHEDRAL CARBON FILMS

O.M.Kutsay\*, O.I.Kaplunenko\*, A.G.Gontar\*, O.B.Loginova\*, V.M.Perevertailo\*, N.V. Novikov\*, W.Y. Luk\*\*, Y.Lifshitz\*\*, I.Bello\*, S.T.Lee\*\*

\*V.N.Bukul Institute for Superhard Materials of the NASU, 2 Avtozavods'ka vul., Kyiv 74, Ukraine

\*\*Center of Super-Diamond and Advanced Films, City University of Hong Kong, 83 Tat Chee Avenue, Kowloon, Hong Kong SAR, China

#### Abstract

Growing and clustering the sp<sup>2</sup> bonded carbon fraction in the tetrahedral carbon (ta-C) films by ion implantation is confirmed by Raman spectral analysis. The examination of the film transforming evolved on an atomic scale indicates the formation of structures with the higher degree of order. The graphitic basal planes are formed preferably in the perpendicular direction to the film surface. The implantation gives the change in measured values of the contact angle, which can vary from original near 70° for as deposited films to about 60 degrees for implanted films. The implanted tetrahedral carbon films display very similar surface properties at the quite different bulk structure.

Keywords: wettability, tetrahedral amorphous carbon, ion implantation  
[Engineering of Biomaterials, 43-44,(2005),75-76]