

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

H. SZYMANOWSKI, A. SOB CZYK, W. JAKUBOWSKI, M. GAZICKI-LIPMAN

INSTYTUT INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ, POLITECHNIKA ŁÓDZKA,
UL. STEFANOWSKIEGO 1, 90-924 ŁÓDZ, 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 nakładania 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_2 , PECVD, fotokataliza, *Escherichia Coli*, spektroskopia FTIR
[Inżynieria Biomateriałów, 43-44, (2005), 32-36]

Wstęp

Istnieje wiele materiałów posiadających właściwości fotokatalityczne. Najważniejsze z nich to: ZnO, SnO_2 , F_2O_3 , CdS, ZnS oraz TiO_2 [1]. Warstwy dwutlenku tytanu ze względu na swój fotoindukcyjny charakter znajdują zastosowanie jako czynniki czyszczące, antibakteryjne oraz służące do oczyszczania powietrza i wody [2]. Dodatkowymi zaletami dwutlenku tytanu jest jego niski koszt, wysoka fotoaktywność i odpowiednia wartość przerwy optycznej ($E_g = 3,2$ eV).

Naświetlanie światłem ultrafioletowym jest bardzo często używane jako metoda dezynfekcji wody i powietrza. W tym celu głównie wykorzystywana jest, najbardziej energetyczna część promieniowania ultrafioletowego z przedziału 200-290 nm (UV-C). Jednak w niektórych przypadkach ta metoda okazuje się mało efektywna. W ostatnich latach fotokataliza z jednoczesnym użyciem UV i TiO_2 jest uznawana za innowacyjną metodę dezynfekcji, ponieważ jest ona całkowicie bezpieczna (nie powoduje ona powstania mutagenów, karcenogenów), w przeciwieństwie do chemicznych metod dezynfekcji [3]. W momencie kiedy TiO_2 zaabsorbuje energię większą od wartości jego przerwy optycznej (powyżej 3.2 eV), elektrony zostają przeniesione z powłoki walencyjnej do pasma przewodnictwa, w wyniku cze-

PLASMA ENHANCED CVD DEPOSITION OF TITANIUM DIOXIDE FILMS FOR PHOTOCATALYTIC APPLICATIONS

H. SZYMANOWSKI, A. SOB CZYK, W. JAKUBOWSKI, M. GAZICKI-LIPMAN

INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING,
TECHNICAL UNIVERSITY OF ŁÓDZ,
STEFANOWSKIEGO 1, 90-924 ŁÓDZ, POLAND

Abstract

TiO_2 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_2 , PECVD, photocatalyst, *Escherichia coli*, FTIR spectroscopy
[Engineering of Biomaterials, 43-44, (2005), 32-36]

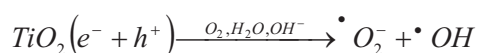
Introduction

It is known many photocatalytic semiconductors such as ZnO, SnO_2 , Fe_2O_3 , CdS, ZnS and TiO_2 . Titanium dioxide (TiO_2) offers additional advantages: low cost, chemically inert, highly photoactive and suitable band gap ($E_g = 3.2$ eV) [1]. TiO_2 films because of its unique photoinduced characteristics have been widely studied for applications such as auto cleaning agent, antibacterial, and for purification of water and air [2].

Also ultraviolet radiation using in antimicrobial processes has received great attention. The most energetic fraction of ultraviolet spectra, corresponding to the UV-C range (200-290 nm), is commonly used as an antibacterial agent in water and air treatments. In few cases this method shows not sufficient efficiency. Photocatalysis, using UV and TiO_2 , has emerged in the last years as an innovative disinfection method, because it is not dangerous (carcinogenic or mutagenic) in contrast with chemical disinfection techniques [3]. When the TiO_2 absorbs the light with the energy greater than its band gap (above 3.2 eV), electrons in the valence band are excited to the conduction band, and create electron-hole pairs [4].

The photogenerated holes in the valence band diffuse to the surface and, due to their strong oxidizing power, quickly react with adsorbed water molecules to produce

go tworzy się para elektron-dziura [4].



Fotogenerowane dziury w powłoce walencyjnej dyfuzują do powierzchni, stanowią olbrzymią siłę utleniającą, w wyniku czego szybko reagują z zaadsorbowanymi cząsteczkami wody, co prowadzi do powstania rodników hydroksylowych ($\cdot\text{OH}$). Tymczasem elektrony znajdujące się na powłoce przewodnictwa reagują z cząsteczkowym tlenem z powietrza, prowadząc do powstania rodników ponadtlenkowych ($\text{O}_2^{\cdot-}$) [5,6]. Reaktywne formy tlenu, biorą udział w procesie utleniania, co w efekcie prowadzi do powstania do pewnego rodzaju ataku fotokatalizatora na żywą komórkę. Przejawia się to wzajemnym oddziaływaniem z błonami komórkowymi, hamowaniem aktywności różnych enzymów, zniszczeniem materiału genetycznego (DNA) [7, 8].

W prezentowanej pracy cienkie warstwy dwutlenku tytanu były nakładane metodą PECVD na podłoża szklane i płytki krzemowe. Aktywność bakteriobójcza tych warstw silnie zależy od właściwości optycznych i strukturalnych.

Część eksperymentalna

Materiały i procedura nakładania

Wykorzystano ciekły związek wyjściowy (chlorek tytanu IV) firmy Ridel de Haën. Jako podłoża użyto mikroskopowe szkiełka nakrywkowe o rozmiarze 25 mm x 25 mm firmy Fisherbrand i płytki krzemowe o rozmiarze 10 mm x 10 mm x 1 mm.

Proces nakładania na różne podłoża przeprowadzono w reaktorze PECVD. Komora reaktora składa się z dwóch równoległych elektrod, rozdzielonych szklanym cylindrem. Przez dystrybutor umieszczony na górnej elektrodzie doprowadzany jest strumień par TiCl_4 rozcieńczonych argonem. Elektroda ta jest uziemiona. Drugim gazem dostarczonym tą samą drogą jest tlen. Dolna elektroda jest połączona z generatorem wysokiej częstotliwości Plasma Product RF5S poprzez układ dopasowujący. Do kontroli przepływu gazów roboczych (argonu i tlenu) używane są przepływomierze MKS 1179AX. Szybkość przepływu par TiCl_4 jest regulowana temperaturą prekursora, jak i przepływem argonu.

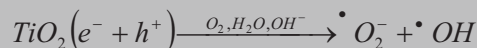
Kultury bakterii i proces naświetlania

Jako wzorcowy mikroorganizm w procesie dezynfekcji został użyty szczep bakterii *Escherichia Coli* K12. Komórki bakterii wzrastały w warunkach tlenowych na pożywce YPD, zawierającej 1% NaCl, 1% peptonu G, 0,5% ekstraktu drożdżowego, do momentu kiedy ich ilość wyniosła 10^6 komórki/ml. Zawiesina bakteryjna została umieszczona tak, aby utworzyła cienką warstwę cieczy na szkiełkach pokrytych warstwami TiO_2 .

Źródło promieniowania UV znajdowało się w odległości 20 cm od naświetlanych próbek. Próbki te były naświetlane przez 2 minuty, lampą o natężeniu światła wynoszącym 16 mW/cm². Komórki bakterii liczone pod mikroskopem Olympus typ GX 71 wyposażonym w kamerę cyfrową, model DP 70. Ilość komórek bakteryjnych martwych i żywych była określona zarówno na płytkach pokrytych warstwą jak i na czystym szkle jako próbie odniesienia.

Charakterystyka warstw

Właściwości optyczne (współczynnik załamania światła n , przerwa optyczna E_g) warstw TiO_2 zostały określone przez dane absorpcyjne zmierzone za pomocą spektrofotometru Ultraspec 2100 PRO w zakresie od 200 do 900 nm, używa-



hydroxyl radicals ($\cdot\text{OH}$). Meanwhile, electrons in the conduction band react with molecular oxygen in the air to produce the superoxide radical anion ($\text{O}_2^{\cdot-}$) [5,6]. Reactive oxygen species (ROS) are involved in a variety of oxidative effects affecting cellular targets that have been implicated in the mode of action of photocatalytic TiO_2 : interaction with cellular membranes, inhibition of various enzyme activity and destruction of genetic supramolecules such as DNA [7, 8].

In the present work TiO_2 nanometers thin films were deposited PECVD method on glasses, and silica plates. The bactericidal activity of these layers depended strongly on optical and structural properties.

Experimental

Materials and deposition procedure

The liquid precursor tetrachloride titanium (TiCl_4) was purchased from Ridel de Haën Company. Microscope glass cover glasses (25 mm x 25 mm in size and 0,1 mm thickness) from Fisherbrand Company and a plate of silica (10 mm x 10 mm in size and 1 mm thickness), were used as the deposition substrates.

The deposition of titanium dioxide on the different materials is realized in the PECVD reactor. The chamber of this reactor consists of two parallel electrodes with a glass cylinder separating them. The upper electrode is a grounded, shower - type electrode, through which a stream of titanium tetrachloride vapor, diluted in argon, is introduced to the chamber. The second reactive gas (oxygen) is also introduced to the chamber in the same way. The lower electrode is supplied with RF power from the Plasma Products RF5S power generator through a self-made matching circuit. MKS 1179AX mass flow controllers are used to control the flow rates of gaseous media (argon and oxygen). The flow rate of titanium tetrachloride was regulated by the temperature of liquid precursor and by flow rate of argon.

Cell culture and irradiation procedure

Exponential growth phase of *Escherichia coli* strain K12 was used as a model microorganism for the disinfection studies. Cultures were grown aerobically in YPD medium, containing 1% NaCl, 1% peptone G, 0,5% yeast extract at least until the cells count reached a 10⁶ cells/ml. Suspensions of *E. coli* cells were pipetted onto TiO_2 coated glass plates and spread out to form a liquid film.

The illuminating UV light source was placed 200 mm above the sample surface. Light intensity was 16 mW/cm² and irradiation time amounted to 2 minutes. The results of the treatment were observed using Olympus GX 71 microscope equipped with digital camera, model DP70. The numbers of killed and survived bacteria cells were determined for each coating, and the uncoated glass was used as reference.

Film characterization

Optical properties (refractive index n , optical gap E_g) of TiO_2 films were determined from absorption data collected using a UV-VIS spectrophotometer Ultraspec 2100 PRO in the range of 200 - 900 nm, with air as reference. A composition of the coatings was analyzed by means of Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) using a Bio-Rad 175 C Spectrometer.

jąc jako próby odniesienia powietrza. Struktura chemiczna warstw analizowana była za pomocą absorpcyjnej spektrofotometrii w podczerwieni (FTIR) używając do tego celu spektrometru Bio-Rad 175C.

Wyniki i dyskusja

Dane optyczne

Właściwości optyczne warstw nałożonych na płytki szklane uznano jako kryterium ich jakości. Sporządzono zatem widma absorpcyjne UV - VIS przy różnych mocach wyładowania. Wyniki zostały zaprezentowane na RYS. 1. W TABELI 1 przedstawiono wartości przerwy optycznej E_g wraz ze współczynnikami światła n przy długości fali 550 nm dla próbek nakładanych przy czterech różnych mocach. Uzyskane wyniki wskazują, że zarówno przerwy optyczne jak i współczynniki załamania światła wzrastają wraz ze wzrostem zastosowanej mocy wyładowania. Otrzymane wartości są zbliżone do danych literaturowych [9, 10].

Moc Power [W]	Przerwa optyczna Optical gap [eV]	Współczynnik załamania Refractive index n
20	2.78	1.71
50	3.13	1.98
100	3.14	2.07
300	3.31	2.24

TABELA 1
TABLE 1

Absorpcja w podczerwieni

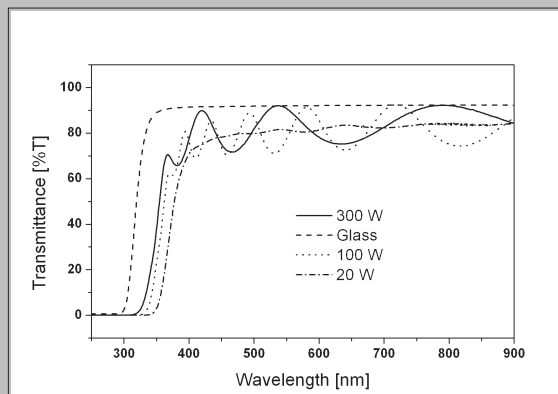
Wpływ mocy wyładowania na jakość warstw jest także widoczna w widmie absorpcyjnym przedstawionym na RYS.2. Uzyskane widmo absorpcyjne dla próbki nakładanej przy mocy 50 Wat wykazuje znaczne pasmo absorpcji przy liczbie falowej równej 3290cm^{-1} . Jest to związane z absorpcją promieniowania przez grupy -OH pochodzące z zaadsorbowanej wody. Absorpcja tych grup jest także widoczna przy 1630cm^{-1} . Dla próbek nakładanych przy mocy 300 Wat jest widoczne tylko niewielkie pasmo przy 3432cm^{-1} pochodzący od grup -OH. W tym przypadku przypuszcza się, że jest to spowodowane tworzeniem się połączenia Ti-OH.

Różnice w widmach istnieją również w zakresie od 1100 do 500cm^{-1} , gdzie ma miejsce absorpcja promieniowania przez grupy Ti-O. Maksimum przy 785cm^{-1} jest związane z absorpcją promieniowania przez grupę Ti=O, podczas gdy przy 500cm^{-1} następuje absorpcja przez wiązanie Ti-O i w takiej konfiguracji atom Ti jest związany z czterema atomami tlenu (dwutlenek). W widmie widoczne jest także to, że absorpcja przez wiązanie przy 785cm^{-1} jest znacznie silniejsza dla próbki nakładanej przy mocy 50 Wat niż przy 300 Wat. Świadczy to o tym, że warstwy otrzymane przy mocy 50 Wat zawierają tlenki, które nie są w pełni stechiometryczne. To jest jeszcze jeden dowód na to, że do otrzy-

Results and discussion

Optical data

Optical properties of the films deposited on glass were used as criteria for their quality. Therefore, the UV-VIS absorption spectra of films produced at different RF power were taken. The result is presented in FIG. 1. The received E_g values together with those of refractive index at 550 nm for four samples deposited at different RF power are presented in TABLE 1. From the presented results it is evident, that both optical gap and refractive index grow with an increasing RF power of deposition to attain values similar to those received by other authors [9, 10].

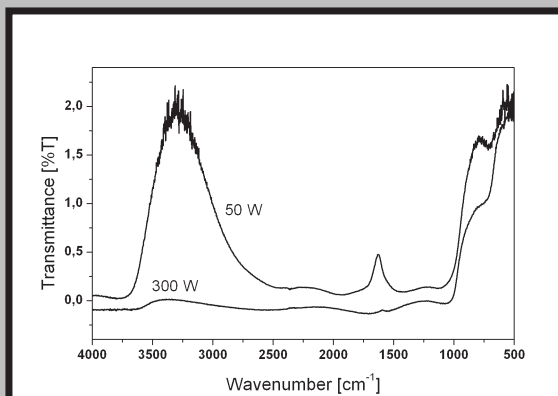


RYS. 1. Transmitancja warstw TiO_2 przy różnych mocach w.c.z. nakładania.

FIG. 1. Transmittance of titanium oxide films produced at different RF power of deposition.

IR absorption

The influence of the discharge power on the quality of films is also visible in their infra-red absorption spectra, presented in FIG. 2. An absorption spectrum of the sample obtained at the power of 50 Watt shows a considerable strand of absorption at 3290cm^{-1} . Is it connected with absorption of group -OH originating from the adsorbed water. Absorption of this groups is also visible at 1630cm^{-1} . For samples deposited at power 300 Watt, there is only a very small strand originating from -OH groups at 3432cm^{-1} . In



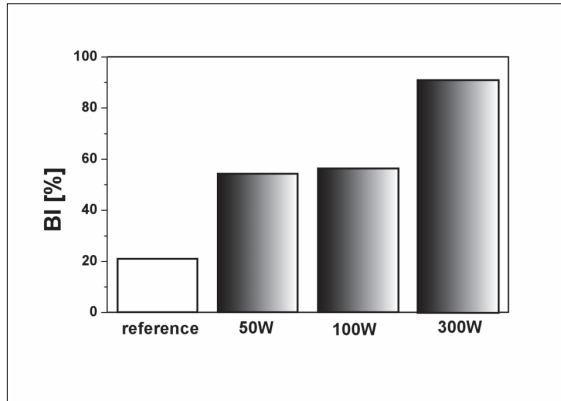
RYS. 2. Widma FTIR dla próbek nakładanych przy mocy 50 Wat i 300 Wat.

FIG. 2. FTIR spectra of the samples at the power of 50 Watt and 300 Watt.

mania warstw o dobrej jakości konieczne jest dobranie odpowiedniej wartości mocy wyładowania.

Inhibicja bakteryjna

Na RYS. 3 przedstawiono procentowy efekt bakteriobójczy dla serii płytek szklanych pokrytych warstwą TiO_2 przy różnych mocach wyładowania. Z rysunku tego wynika, że naświetlanie komórek bakterii na płytkach nie pokrytych wywołuje śmierć 21% ich populacji. Jeżeli naświetlamy w tych samych warunkach próbki pokryte warstwą to zauważalny jest wzrost liczby martwych komórek dla próbek nakładanych przy większych mocach. Naświetlanie próbki pokrytej warstwą przy mocy 300 Wat prowadzi do zniszczenia ponad 90% komórek bakteryjnych.



RYS. 3. Efekt bakteriobójczy warstw TiO_2 nakładanych na szklach przy różnych mocach wyładowania.

FIG. 3. Bactericidal effect of TiO_2 films deposited on glass at different RF power input.

Godne uwagi jest występowanie zależności pomiędzy jakością optyczną warstw, a ich biologiczną aktywnością. Procentowa zależność bakteryjnej inhibicji oraz współczynnika załamania światła zmierzonego przy długości fali 550nm, została przedstawiona na RYS.4. Wynika z tego, że im warstwa posiada większy współczynnik załamania światła tym wykazuje ona większy efekt bakteriobójczy.

Wnioski

Wyniki przedstawione powyżej dowodzą, że możliwe jest wytworzenie warstw TiO_2 posiadających właściwości bakteriobójcze, wykorzystując do tego celu metodę PECVD i stosując jako związek wyjściowy $TiCl_4$. Jakość tych warstw silnie zależy od mocy wyładowania. Najlepsze wyniki z badań optycznych (n i E_g) i strukturalnych zostały otrzymane dla mocy władowania równego 300 Wat. Przedstawione wyniki dowodzą, że warstwy TiO_2 wytworzone metodą PECVD wykazują wysoki stopień właściwości fotokatalitycznych, ujawniających się wzmożoną aktywnością bakteriobójczą. Efekt bakteriobójczy warstw wzrasta wraz ze wzrostem współczynnika załamania światła.

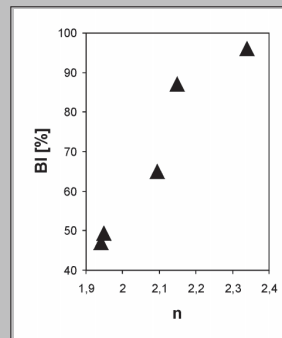
this case we attend, that it is due to the formation $Ti-OH$.

The differences between both spectra also exist in the 1100 - 500 cm^{-1} range, where the absorption of $Ti-O$ group is active. The band at 785 cm^{-1} is connected with the absorption of $Ti=O$ group (suboxide), while that at 550 cm^{-1} is connected with the absorption of $Ti-O$ bonds in such a configuration where every Ti atom is connected with four atoms of oxygen (dioxide). As apparent from the presented spectra, the band at 785 cm^{-1} is considerably stronger for the sample deposited at the power of 50 Watt than for the sample obtained at 300 Watt. It means that layer received at 50 Watt contains oxides which are not fully stoichiometric. This is yet another proof of the fact, that in order to receive a layer of good qualities a considerable power of discharge is necessary.

Bacterial inhibition

FIG. 3 presents the percentage of bacterial inhibition BI for a series of titanium oxide coatings deposited on glass at different RF power input. It is seen from the figure that the UV irradiation of bacteria deposited on uncoated glass causes a death of 21% of their population. When irradiated under the same conditions, titanium oxide coated surfaces produce much higher bacteria death rate, increasing with the deposition power. The irradiation of the 300 Watt specimen kills more than 90% of all the bacteria.

It is interesting to note that there exists a correlation between the optical quality of the films and their biological activity. A dependence of the percentage of bacterial inhibition of the film on its refractive index at 550 nm is presented in FIG. 4. If the layer has higher refractive index lead to increasing bactericidal effect.



RYS. 4. Zależność pomiędzy efektem bakteriobójczym warstw TiO_2 , a wartościami ich współczynnika załamania światła przy długości fali 550 nm.

FIG. 4. A correlation between bactericidal effect of titanium oxide films with the value of their refractive index at 550 nm.

Conclusion

The results presented above show, that it is possible to deposit layers of titanium dioxide using the PECVD method and $TiCl_4$ as a precursor. The quality of the layers depends strongly on the power of discharge. The best results for optical (n and E_g) and structural investigation, we obtained for 300 Watt power of deposition. The results presented show that a PECVD produced titanium oxide coatings to a large degree exhibit photocatalytic properties, revealed by a substantially enhanced bactericidal activity. The bactericidal effect of the coatings increases with increasing refractive index.

- [1] O.J. Jung, S.H. Kim, K.H. Cheong, W. Li, S.J. Saha: Bull. Korean Chem. Soc., 24, (2003), 49.
 [2] P. Amézaga-Madrid, G.U. Nevárez-Moorillon, E. Orrantia-Borunda, M. Miki - Yoshida: FEMS Microbiol. Lett., 211, (2002), 183.
 [3] J.A. Ibáñez, M.J. Litter, R.A. Pizarro: J. Photochem. Photobiol. A: Chem., 15, (2003), 81.
 [4] M.M. Kosanić: J. J. Photochem. Photobiol. A: Chem., 119, (1998), 119.
 [5] A. Fujishima, T.N. Rao, D.A. Tryk: Electrochim. Acta, 45, (2000), 4683.

- [6] C.C. Trapalis, P. Keivanidis, G. Kordas, M. Zaharescu, M. Crisan, A. Szatvanyi, M. Gartner: Thin Solid Films, 433, (2003), 186.
 [7] M. Xu, N. Huang, Z. Xiao, Z. Lu: Supramol. Sci., 5, (1998), 449.
 [8] M. Xu, J. Ma, J. Gu, Z. Lu: Supramol. Sci., 5, (1998), 511.
 [9] H. Selhofer: Vacuum and thin films, August (1999) 15.
 [10] L. Martinu, M. Latréche, W. Hajek, J. E. Sapieha, A. Argoitia, W.T. Beauchamp: SVC 43 rd Annual Technical Conference Proceedings, Denver, April 15-20, (2000), 177.

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.

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), 36-39]