

krzemionkowa, Ti-Si i TiCS wygrzane w 750°C stwarzają dość dobre warunki dla przeżywalności fibroblastów i dla ilości produkowanego przez nie kolagenu I. Obniżenie temperatury wygrzewania powłok do 500°C obniża przeżywalność fibroblastów, podczas gdy przeżywalność osteoblastów na powłokach: krzemionkowej, Ti-Si i TiCS jest wyższa. Obróbka termiczna powłok wpływa na ich morfologię jak również na aktywność chemiczną grup powierzchniowych np. grup silanolowych.

## Podziękowania

Praca realizowana w ramach projektu badawczego Komitetu Badań Naukowych PBZ-KBN-082-T08/2002

## Piśmiennictwo

- [1] A. Stoch, A. Brożek, G. Kmita, J. Stoch, W. Jastrzębski, A. Rakowska, J. Mol. Struct. 596 (2001) 191-200.
- [2] A. Stoch, C. Paluszkiwicz, T. Gibała, A. Bolek, J. Mol. Struct. 293 (1993) 287-290.
- [3] A. Stoch, A. Brożek, J. Stoch, W. Jastrzębski, E. Długoń, M. Sitko, Engineering of Biomaterials, No10 (2000) 23-29.
- [4] Ph. Colombari, Ceramics International 15 (1989) 23-50.

# WPLÝW WYBRANYCH NAPEŁNIACZY PROSZKOWYCH NA WŁAŚCIWOŚCI KOMPOZYTÓW NA BAZIE ŻYWICY BIS-GMA

JOANNA ROMANIUK\*, MAŁGORZATA LEWANDOWSKA\*\*,  
JAN RYSZARD DĄBROWSKI\*, KRZYSZTOF J. KURZYDŁOWSKI\*

\*POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA, WYDZIAŁ MECHANICZNY,  
UL. WIEJSKA 45C, 15-351 BIAŁYSTOK

\*\*POLITECHNIKA WARSZAWSKA,  
WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ,  
UL. WOŁOSKA 141, 02-507 WARSZAWA

## Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu proszkowych napełniaczy w postaci ceramiki, nanokrzemionki oraz modyfikatorów tarcia ( $Si_3N_4$ , BN, teflon, polietylen) na właściwości kompozytów polimerowych na bazie żywicy Bis-GMA. Oceniano wpływ czasu homogenizacji i czasu polimeryzacji kompozytów na ich strukturę i parametry wytrzymałości-

tions for osteoblasts viability. Such coatings contain more silanol groups on the surface and seem to be biologically active more than coatings annealed at higher temperatures.

171

## Conclusions

Different reactions of fibroblasts and osteoblasts to different modifications of titanium surface have been observed. Silica, silica titania and TiCS layers (750°C) create relatively good conditions for fibroblasts viability and for the secretion of collagen type I. Decreasing the temperature of annealing from 750°C to 500°C lowers the fibroblasts viability while osteoblasts viability for silica, Si-Ti and TiCS coatings becomes higher. Thermal treatment influences morphology of the layers and also chemical activity of the surface groups, i.e. silanol groups.

## Acknowledgements

The Polish State Committee for Scientific Research project PBZ-KBN-082-T08/2002 supported this work.

## References

- [5] A. Stoch, W. Lejda, A. Rakowska, Metall. Foundry Eng., 18 (1992) 233-239.
- [6] H. Matraszek, A. Stoch, C. Paluszkiwicz, A. Brożek, E. Długoń, Engineering of Biomaterials, No 23-25 (2002) 72-74.
- [7] B. D. Boyan, T.W. Hummert, D.D. Dean, Z. Schwartz, Biomaterials 17 (1996) 137-146.

# THE EFFECT OF SELECTED POWDER FILLERS ON PROPERTIES OF THE BIS-GMA RESIN BASED COMPOSITES

JOANNA ROMANIUK\*, MAŁGORZATA LEWANDOWSKA\*\*,  
JAN RYSZARD DĄBROWSKI\*, KRZYSZTOF J. KURZYDŁOWSKI\*

\*BIAŁYSTOK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,  
MECHANICAL ENGINEERING,  
WIEJSKA 45C STREET, 15-351 BIAŁYSTOK,

\*\*WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,  
MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING FACULTY,  
WOŁOSKA 141 STREET, 02-507 WARSAW

## Abstract

This work presents results of the investigations on the influence of powder fillers including ceramic, nanosilica and friction modifiers ( $Si_3N_4$ , BN, teflon, polyethylene) on properties of the Bis-GMA resin based polymer composites. The influence of the homogenization time and the polymerization time of composites on their structure and strength parameters was observed. The effect of those additives on

we. Badano wpływ tych dodatków na wytrzymałość na ścislenie oraz mikrotwierdść.

**Słowa kluczowe:** Kompozyty, nanoproszki, parametry wytrzymałościowe  
[Inżynieria Biomateriałów, 38-43, (2004), 171-175]

## Wprowadzenie

Żywica metakrylowa typu Bis-GMA i jej modyfikacje stanowią podstawową bazę polimerową materiałów kompozytowych na stałe wypełnienia stomatologiczne [1-5]. Kompozyty takie zawierają proszkowe napełniacze w postaci krzemionki ( $\text{SiO}_2$ ), szkiele i materiałów ceramicznych [6-7]. W zależności od wielkości cząstek napełniaczy proszkowych dzieli się te materiały stomatologiczne na mikro-, makro- i kompozyty hybrydowe [8-10]. Materiały te różnią się strukturą i właściwościami mechanicznymi. Obecnie intensywnie bada się wpływ napełniaczy o wymiarach nanocząsteczkowych na strukturę i właściwości tego typu kompozytów. Liczba publikacji na ten temat jest jednak niewielka, pewnie z uwagi na nowatorski charakter tej tematyki oraz na jej znaczenie użytkowe [11-12]. Podobnie jest w przypadku charakterystyk tribologicznych tego typu materiałów stomatologicznych - ciągle brak wystarczających danych. Zagadnienie jest tym bardziej ważne i aktualne, iż występują coraz wyższe wymagania stawiane materiałom na stałe wypełnienia stomatologiczne. Chodzi tu szczególnie o ich odporność na zużycie tribologiczne i ścieralność zębów przeciwstawnych [13-15]. Duży wpływ na charakterystyki tribologiczne kompozytowych materiałów stomatologicznych ma rodzaj oraz ilość napełniaczy proszkowych - modyfikatorów tarcia.

Celem niniejszej pracy była optymalizacja parametrów przygotowania kompozytów na bazie żywicy Bis-GMA z napełniaczami proszkowymi w postaci krzemionki, ceramiki i dodatków tribologicznych.

## Materiał i metody badań

W niniejszej pracy badano kompozyty ceramiczno-polymerowe, w których fazą organiczną była żywica Bis-GMA. W skład kompozytów wchodziły napełniacze proszkowe w postaci szkła, o składzie chemicznym:  $\text{SiO}_2$ -BaO- $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{B}_2\text{O}_3$ , nanokrzemionka (rozmiar ziaren  $<40$  nm) oraz dodatki tribologiczne: azotek krzemu ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), azotek boru (BN), teflon, polietylen. Sumaryczna zawartość napełniaczy wynosiła 60% obj. Wszystkie napełniacze nieorganiczne poddane były zabiegom preparacji w roztworze środka silanizującego (3-(trimetoksilyl)propyl metahacrylate) w środowisku toluenu. Proces preparacji polegał na nanoszeniu aktywnych grup silanowych na powierzchnię proszków w wyparce próżniowej. W dalszych badaniach oceniano wpływ powyższych dodatków na strukturę oraz wytrzymałość na ścislenie i mikrotwierdść HV0,1 wykonanych kompozytów. Badania wytrzymałościowe wykonano za pomocą maszyny Instron TM-SM seria AO-706. Mikrotwierdść kompozytów oceniano za pomocą mikroskopu metalograficznego z przystawką Hanemann'a. Obserwacje struktury otrzymanych materiałów realizowane były za pomocą mikroskopu skaningowego Hitachi S 3000N z przystawką do mikroanalizy rentgenowskiej.

## Wyniki badań

Pierwszy etap prac polegał na zbadaniu wpływu czasu homogenizacji sporządzanych mieszanek kompozytowych na ich właściwości mechaniczne. Oceniano wytrzymałość

compressive strength and microhardness was tested.

**Keywords:** Composites, nanopowders, strength parameters  
[Engineering of Biomaterials, 38-43, (2004), 171-175]

## Introduction

The methacrylate resin type Bis-GMA and its modifications are standard polymeric base of composite materials for dental resin composites. Such composites contain powder fillers like silica, glass and ceramic materials. Depending on the size of powder fillers' particles, there is a division into micro-, macro- and hybrid composites. Those materials have different structure and mechanical properties. Nowadays, intensive researches on the influence of nanofillers on structure properties of such composites are carried out. The list of publications concerning this problem is inappreciable, presumably, due to the innovative character of the subject matter and its utility meaning. Similar situation applies to tribological characteristics of dental resin composites - there is a continuous lack of sufficient information about operational data. The issue is very important and up-to-date because of ascending requirements for the materials for dental resin composites, especially their tribological wear resistance and inverse teeth grindability. The type and amount of powder fillers - friction modifiers have a considerable influence on the tribological properties of the dental composites. The main aim of this work was an optimization of the parameters of the Bis-GMA resin composite preparation, such as the time and the method.

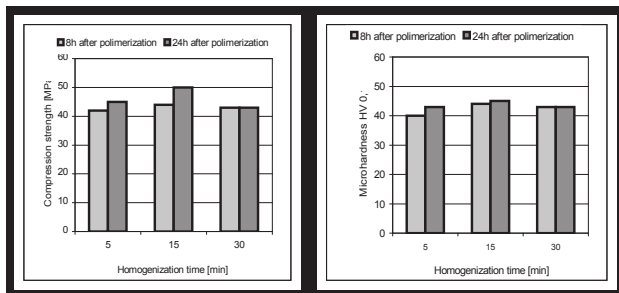
## Materials and methods

This work presents investigations on polymeric-ceramic composites, where Bis-GMA resin was an organic phase. The resin used in those tests was prepared from the powder fillers in form of glass with chemical composition:  $\text{SiO}_2$ -BaO- $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{B}_2\text{O}_3$ , nanosilica and tribological additives: silicon nitride ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), boron nitride (BN), teflon and polyethylene. Total content of fillers was 60%vol. All inorganic fillers were prepared at silane solution (3-(trimethoxysilyl) propyl methacrylate) at toluene medium. The preparation process consisted in deposition of active silane groups on powders surface at a vacuum evaporator. Further tests were carried out to estimate the influence of the additives on structure, compressive strength, and microhardness HV0,1 of the prepared composites. Strength investigations were performed with INSTRON TM-SM machine. Microhardness of the composites was evaluated using metallography microscope with Haneman's attachment. The observations of the structure of the obtained materials were realised with scanning microscope Hitachi S 3000N.

## Results

The first stage of the work consisted in testing the influence of the homogenization time of the prepared composites on their mechanical properties. Compressive strength and microhardness of the obtained samples were estimated. The prepared materials were homogenized for 5, 15 and 30 minutes in a porcelain mortar. Next, all composites were hardened using a halogen lamp. Mechanical investigations were carried out after 8 and 24 hours from hardening time. FIGURES 1 and 2 show the results of tests.

Microhardness and compressive strength tests' results show that optimal homogenization time is 15 minutes. This homogenization time was used in obtaining all polymer com-

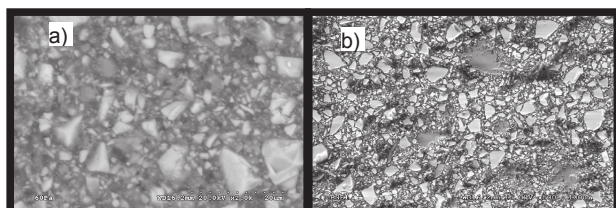


**RYS. 1.** Zmiana wytrzymałości na ściskanie w zależności od czasu homogenizacji.  
**FIG. 1.** Dependence of compressive strength on homogenization time.

**RYS. 2.** Zmiana mikrotwardości w zależności od czasu homogenizacji.  
**FIG. 2.** Dependence of microhardness on homogenization time.

na ściskanie oraz mikro-twardość otrzymanych próbek. Przygotowane mieszanki kompozytowe homogenizowano przez 5, 15 oraz 30 minut w moździerzu porcelanowym. Następnie kompozyty utwardzono za pomocą lampy halogenowej. Badania mechaniczne przeprowadzono po 8h i 24h od momentu utwardzenia. Wyniki przedstawiono na RYSUNKACH 1 i 2.

W wyniku analizy uzyskanych wyników badań przyjęto optymalny czas homogenizacji w wymiarze 15 minut. Właściwości mechaniczne kompozytów podwyższały się nieznacznie przez 24 godziny od momentu utwardzenia, po czym pozostawały na stałym poziomie.



**RYS. 3.** Struktura kompozytu po 15 minutach homogenizacji z zawartością a) ceramiki - 60%obj. b) azotku krzemu - 5% obj.  
**FIG. 3.** Scanning electron micrographs of the composite structure after 15 minutes of homogenization process: a) ceramic (60%vol), b) silicon nitride (5%vol).

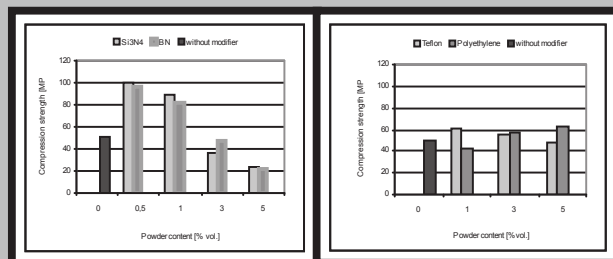
Obserwacje mikroskopowe powierzchni zgładów i przełomów otrzymanych próbek wskazują na dobrą homogenizację mieszanin po 15 minutach obróbki w moździerzu. Przykładowe zdjęcie struktury kompozytu po 15 minutach homogenizacji, przedstawione jest na RYSUNKU 3. Zdjęcia na RYSUNKU 3 pokazują, iż wielkość ziaren kompozytu przedstawionego na RYSUNKU 3b jest mniejsza niż w przypadku przedstawionego na RYSUNKU 3a.

W kolejnym etapie modyfikowano skład kompozytów, wprowadzając dodatki poprawiające charakterystyki tribologiczne - współczynnik tarcia i odporność na zużycie. W tym celu wykonano serię kompozytów z dodatkiem  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , BN, polietylenu i teflonu. Na tym poziomie badań chodziło głównie o ocenę wpływu tych dodatków na strukturę i parametry wytrzymałościowe kompozytów. Ilość wprowadzonego wypełniacza była taka, żeby sumaryczna ilość fazy nieorganicznej wynosiła 60%obj. Przygotowano kompozyty z do-

posites. Composites mechanical properties increased insignificantly for the next 24 hours after the hardening period and stayed on a stable level afterwards.

Structural investigations of the surface of the fractures and metallographic specimens of the polymer composites show that optimal homogenization is achieved after 15 minutes of treatment in porcelain mortar. An exemplary picture of the composite's structure after 15 minutes homogenization process is shown in FIGURE 3.

In the next stage, the composition of dental filling was modified by bringing in additives improving tribological characteristics, especially the friction coefficient and wear resistance. To this end, a series of composites with  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , BN, teflon and polyethylene were prepared. Main aim of the investigations at this level was to estimate the influence of additives on the structure and composite strength parameters. The filler was inserted in such an amount, that the total content of the inorganic phase would amount to 60%vol. Composites with addition of 0,5; 1; 3; 5; 10; 20% vol of the mentioned filler were prepared. Investigations show that composites with the amount of filler higher than 5%vol do not exhibit desirable strength properties. This kind of specimens is very fragile. Moreover, microscope tests confirm their weak cohesion with polymeric base. Therefore, only the composites with the amount of tribological additives lower than 5%vol were classified to further tests. The results of the composites' strength parameters are shown in FIGURES 4 and 5.



**RYS. 4.** Wytrzymałość na ściskanie kompozytów z dodatkiem  $\text{Si}_3\text{N}_4$  oraz BN.  
**FIG. 4.** Compressive strength of composites with  $\text{Si}_3\text{N}_4$  and BN.

**RYS. 5.** Wytrzymałość na ściskanie kompozytów z dodatkiem teflonu oraz polietylenu.  
**FIG. 5.** Compressive strength of composites with teflon and polyethylene.

The highest increase of the compressive strength is caused by addition of  $\text{Si}_3\text{N}_4$  or BN in amount lower than 1%vol. An increase of the content of these fillers results in a fragile structure and decrease of strength of the composites. Teflon and polyethylene additives change compressive strength insignificantly: polyethylene increases and teflon decreases the value of this parameter. The last tested filler was nanosilica ( $\text{n-SiO}_2$ ), with the size of the particles of about 40nm. Using a similar method as for the tribological additives, composites with 1 to 10%vol of nanosilica were prepared. The results of the compressive strength investigations are shown in FIGURE 6. Tests show that with the increase of the  $\text{n-SiO}_2$  content up to 5%vol the compressive strength increases and then stabilizes. It was also observed that the increase of the  $\text{n-SiO}_2$  content results in the increase of the hardening time of the composites. These composites achieve the best properties after 96 hours from hardening period.

datkiem 0,5; 1; 3; 5; 10; 20% obj. wymienionych napełniaczy. Okazało się, że kompozyty z udziałem napełniaczy tribologicznych powyżej 5% nie wykazują pożądanych właściwości wytrzymałościowych. Próbkę takie były bardzo kruche. W badaniach mikroskopowych potwierdzono ich słabą spójność z bazą polimerową. W związku z tym, do dalszych badań zakwalifikowano kompozyty z zawartością do 5%obj. dodatków tribologicznych. Wyniki badań parametrów wytrzymałościowych takich kompozytów przedstawione zostały na RYSUNKACH 4 i 5.

Największy wzrost wytrzymałości na ściskanie powoduje niewielki (poniżej 1%) dodatek  $\text{Si}_3\text{N}_4$  lub BN. Dalszy wzrost zawartości tych wypełniaczy sprawia, że stają się one kruche, a ich wytrzymałość obniża się. Dodatki teflonu i polietylen zmieniają w niewielkim stopniu wytrzymałość na ściskanie: polietylen powoduje jej wzrost, a teflon niewielki spadek.

Ostatnim testowanym wypełniaczem była nanokrzemionka ( $\text{n-SiO}_2$ ) o wielkości cząstek, rzędu 40 nm. W podobny sposób jak dla dodatków tribologicznych, przygotowano kompozyty zawierające od 1 do 10% obj. nanokrzemionki. Wyniki badań wytrzymałości na ściskanie przedstawiono na RYSUNKU 6. Przeprowadzone badania pokazują, że wytrzymałość na ściskanie silnie wzrasta do zawartości 5%  $\text{n-SiO}_2$ , a następnie stabilizuje się. Zauważono także, że wzrost zawartości  $\text{n-SiO}_2$  powoduje wzrost czasu utwardzania kompozytów. Osiągają one maksymalne właściwości po upływie 96 godzin od momentu utwardzenia lampą halogenową.

## Podsumowanie

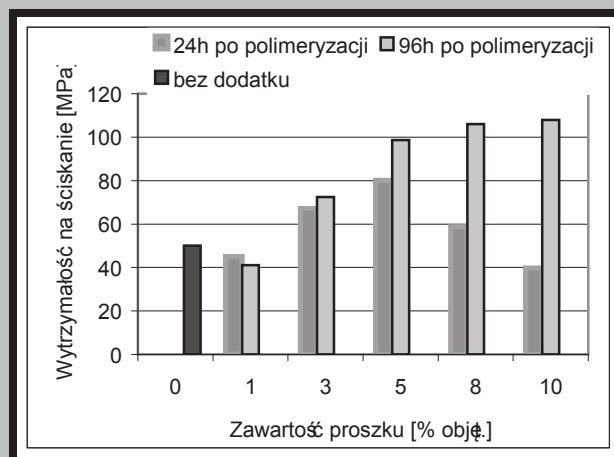
W pracy badano materiały kompozytowe na bazie żywicy Bis-GMA z szeroką gamą napełniaczy proszkowych: nanokrzemionką, napełniaczami szklanymi, dodatkami tribologicznymi ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ , BN, polietylenem i teflonem). Określono optymalny czas homogenizacji mieszanek w młynku porcelanowym. Oceniano wpływ napełniaczy na strukturę i właściwości wytrzymałościowe otrzymanych kompozytów. Na podstawie wykonanych badań można sformułować następujące wnioski:

- za optymalny czas homogenizacji mieszaniny żywicy Bis-GMA z napełniaczami proszkowym przyjęto 15 minut. Sieciowanie kompozytu stabilizuje się po czasie około 24 h od momentu utwardzenia,
- niewielki udział (do 1 % obj.) dodatków:  $\text{Si}_3\text{N}_4$  lub BN zwiększa wytrzymałość na ściskanie takich kompozytów. Powyżej tej zawartości wytrzymałość na ściskanie gwałtownie spada,
- dodatki polimerowe (polietylen i teflon) w niewielkim stopniu wpływają na parametry wytrzymałościowe wykonanych kompozytów.

Otrzymane kompozyty mogą stanowić potencjalne materiały na stałe wypełnienia stomatologiczne. Jednak ich aplikacja dla tych celów wymaga dalszych badań fizykochemicznych (m.in. utwardzanie, kurczliwość, adhezja do tkanek zęba), mechanicznych, tribologicznych oraz testów klinicznych.

## Podziękowania

Praca badawcza sfinansowana przez KBN jako zadanie badawcze zamawiane 21/PBZ-KBN-082/T08/2002.



RYS. 6. Wytrzymałość na ściskanie kompozytów z dodatkiem  $\text{n-SiO}_2$ .

FIG. 6. The compressive strength of composites with  $\text{n-SiO}_2$ .

## Results and discussion

This work shows results of the investigations on the composites based on Bis-GMA resin with wide range of powder fillers: nanosilica, glass fillers, tribological additives ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ , BN, teflon, polyethylene). The optimal homogenization time of mixtures was estimated. The influence of selected fillers on the structure and strength parameters was observed. Based on all of the investigations, the following inferences should be formulated:

- the optimal homogenization time of the Bis-GMA resin mixture with powder fillers is 15 minutes. Composite crosslinking stabilizes about 24 hours after hardening period,
  - 1% volume fraction of ceramic additives:  $\text{Si}_3\text{N}_4$  or BN in composites increases their compressive strength. Above that amount the compressive strength decreased rapidly,
  - polymer modifiers (polyethylene and teflon) do not have significant effect on composite strength parameters.
- Polymerized composites can be potential materials for dental resin composites. Their application in this sector requires more physicochemical (hardening, shrinkage, teeth tissue adhesion), mechanical, and tribological investigations and clinical tests.

## Acknowledgements

Scientific research was financed through the KBN committee.

- [1] Moszner N., Salz U.: New developments of polymeric dental composites. *Prog. Polym. Sci.*, 26, 2001, 535-576.
- [2] Atai M., Nekoomanesh M., Hashemi S. A., Amani S.: Physical and mechanical properties of an experimental dental composite based on a new polymer. *Dental Materials*, 20, 2004, 663-668.
- [3] Asmussen E., Peutzfeldt A.: Influence of UEDMA, Bis-GMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. *Dent Mater*, 14, 1998, 51-56.
- [4] Halvorson R., H., Erickson R.L., Davidson C.L.: The effect of filler and silane content on conversion of resin-based composite. *Dental Materials*, 19, 2003, 327-333.
- [5] Hajii L., Santerre P.: Effect of filler content on the profile of released biodegradation products in micro-filled Bis-GMA/TEGDMA dental composite resins. *Biomaterials*, 20, 1999, 1897-1908.
- [6] Debnath S., Ranade R., Wunder S.L., McCool J., Boberick K., Baran G.: Interface effects on mechanical properties of particle-reinforced composites. *Dental Materials*, 20, 2004, 677-686.
- [7] Park C., Robertson R.E.: Mechanical properties of resin composites with filler particles aligned by an electric field. *Dent Mater*, 14, 1998, 385-393.
- [8] St-Georges A.J., Swift J.E., Thompson J.Y., Heymann H.O.: Irradiance effects on the mechanical properties of universal hybrid and flowable hybrid resin composites. *Dental Materials*, 19, 2003, 406-413.

- [9] Skrtic D., Antonucci J.M., Eanes E.D., Eidelman N.: Dental composites based on hybrid and surface-modified amorphous calcium phosphates. *Biomaterials*, 25, 2004, 1141-1150.
- [10] Tagtekin D.A., Yarikoglu F.C., Bozkurt F.O., Kologlu B., Sur H.: Selected characteristics of an Ormocer and a conventional Hybrid resin composite. *Dental Materials*, 20, 2004, 487-497.
- [11] Skrtic D., Antonucci J.M.: Effect of bifunctional comonomers on mechanical strength and water sorption of amorphous calcium phosphate and silanized glass-filled Bis-GMA-based composites. *Biomaterials*, 24, 2003, 2881-2888.
- [12] Musanje L., Ferracane J.L.: Effects of resin formulation and nanofiller surface treatment on the properties of experimental hybrid resin composite. *Biomaterials*, 25, 2002, 4065-4071.
- [13] Luo J., Seghi R., Lannutti J.: Effect of silane coupling agents on the wear resistance of polymer-nanoporous silice gel dental composites. *Materials Science & Engineering C5*, 1997, 15-22.
- [14] Wang W., DiBenedetto A.T., Goldberg A.J.: Abrasive wear testing of dental restorative materials. *Wear*, 219, 1998, 213-219.
- [15] Condon J.R., Ferracane J.L.: Evaluation of composite wear with a new multi-mode oral wear simulator. *Dent Mater*, 12, 1996, 218-226.

## WPŁYW PROCESU PEŁ- ZANIA W WARUNKACH IN VITRO NA CZAS ŻYCIA POLI(LAKTYDO-KO- GLIKOLIDU) I JEGO KOMPOZYTÓW

JAN CHŁOPEK\*, PATRYCJA ROSÓŁ\*, WACŁAW KRZANOWSKI\*\*,  
KATARZYNA MIGACZ\*

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

\*\*KATEDRA APARATURY PRZEMYSŁOWEJ, INSTYTUT APARATURY  
PRZEMYSŁOWEJ I ENERGETYKI, WYDZIAŁ MECHANICZNY, POLITECH-  
NIKA KRAKOWSKA,

AL. JANA PAWŁA II 37, 31 - 864 KRAKÓW

[*Inżynieria Biomateriałów*, 38-43, (2004), 175-178]

### Wstęp

Postęp cywilizacyjny i związane z nim wydłużenie średniego czasu życia człowieka powoduje, że implanty muszą charakteryzować się podwyższoną trwałością w środowisku biologicznym. Dodatkowo powinny spełniać funkcję regenerującą dla otaczających tkanek, do których konieczne jest dopasowanie ich budowy i właściwości. Odtworzenie tych struktur możliwe jest przez materiały kompozytowe. Szczególnie atrakcyjne ze względu na możliwość konstrukcji materiałów o zróżnicowanej budowie i właściwościach są kompozyty o osnowach polimerowych. Ich zróżnicowanie wynika zarówno z rodzaju osnowy, gdzie można stosować polimery biostabilne i resorbowalne, jak i rodzaju oraz sposobu rozmieszczenia faz modyfikujących. Dodatki w postaci włókien lub cząstek mogą wpływać na właściwo-

## THE EFFECT OF 'IN VITRO' CREEP ON LIFETIME OF POLY(LACTIDO-CO- GLYCOLIDE) AND ITS COMPOSITES

JAN CHŁOPEK\*, PATRYCJA ROSÓŁ\*, WACŁAW KRZANOWSKI\*\*,  
KATARZYNA MIGACZ\*

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

\*\*INSTITUTE OF INDUSTRIAL APPARATUS AND POWER ENGINEERING,  
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING,  
CRACOW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,  
AL. JANA PAWŁA II 37, 31 - 864 KRAKÓW

[*Engineering of Biomaterials*, 38-43, (2004), 175-178]

### Introduction

The progress of civilization and related to it extension of average human lifetime requires that medical implants have to show increased durability in biological environment. Additionally, they should fulfill regenerating function for surrounding tissues, with which they have to be compatible in terms of structures and properties. Reconstruction of such structures is feasible using composite materials. Seen the possibility of formation of materials with variable structures and properties, composites with polymer matrices are particularly attractive in these applications. Their variety results not only from the nature of matrices, where both biostable and biosorbable polymers can be applied, but also from the types and ways of spatial distribution of modifying phases. The additives in form of fibres or particles can affect both mechanical properties of implants and their biological be-