

Piśmiennictwo

- [1] Kenneth J. Anusavice: Phillips' science of dental materials. Elsevier Science (USA) 2003.
- [2] Craig R., Powers J., Wataha J.: Materiały stomatologiczne. Wrocław: Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner 2000.
- [3] Gołębiewska M.: Materiałoznawstwo protetyczne – skrypt dla studentów Oddziału Stomatologii Wydziału Lekarskiego AMB. Praca zbiorowa: Akademia Medyczna w Białymstoku 2003.
- [4] Spiechowicz E.: Protetyka stomatologiczna – podręcznik dla studentów stomatologii. Warszawa: PZWL 2000.
- [5] Kierklo A.: Koncepcje analizy wytrzymałości tkanek zęba i wypełnień w wybranych przypadkach klinicznych metodami numerycznymi. Rozprawa habilitacyjna. Akademia Medyczna w Białymstoku, Zakład Stomatologii Zachowawczej, Białystok, 2002.
- [6] Łodygowski T., Kąkol W.: Metoda elementów skończonych w wybranych zagadnieniach mechaniki konstrukcji inżynierskich. Skrypt Politechniki Poznańskiej, Nr 1779, Poznań, 1994 [http://www.ikb.poznan.pl/zaklady/komp/dydaktyka/materialy/skrypt.html].
- [7] Dobosz A., Panek H., Dobosz K.: Zastosowanie metody elementów skończonych do analizy naprężeń w twardych tkankach zębów. Dental and Medical Problems, nr 42, 4, 2005 [http://www.stom.am.wroc.pl/dmp/].
- [8] Marciniak J.: Biomateriały. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.

References

- [9] Szczyrek P., Okoński P.: Systemy ceramiczne bez podbudowy metalowej. Protetyka Stomatologiczna, tom LI, nr 6, listopad – grudzień 2001.
- [10] Kamińska A., Karasiński A., Kurkowska J.: Ocena kliniczna koron Procera® All-Ceram – obserwacje dwuletnie. Protetyka Stomatologiczna, tom LIV, nr 1, styczeń- luty 2004.
- [11] Szczyrek P.: Struktura i właściwości mechaniczne materiałów ceramicznych w aspekcie wykonawstwa stałych jednolicie ceramicznych uzupełnień protetycznych. Protetyka Stomatologiczna, tom LII, nr 5, wrzesień- październik 2002.
- [12] Raszewski Z.: Stopy Metali. Technika Dentystyczna, nr 2/06, 2006.
- [13] Protetyka Stomatologiczna: Korony i Mosty. Praca zbiorowa pod redakcją B. Koeckiej. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław, 2000.
- [14] Suansuwan N., Swain M.V.: New approach for evaluating metal-porcelain interfacial bonding. Int. J. Prosthodont. 1999 Nov-Dec; 12(6): 547-552
- [15] Homann F., Waddell J.N., Swain M.V.: Influence of water, loading rate and bonder on the adhesion of porcelain to titanium. J. Dent. 2006 Aug.; 34(7): 485-490
- [16] Al Hussaini I., Al Wazzan K.A.: Effect of surface treatment of bond strength of low-fusing porcelain to commercially pure titanium. J. Prosthet. Dent. 2005 Oct.; 94(4): 350-356.

WPLYW SPOSOBU WPROWADZANIA NANOKRZEMIONKI NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE KOMPOZYTÓW CERAMICZNO – POLIMEROWYCH STOSOWANYCH NA WYPEŁNIENIA STOMATOLOGICZNE

JOANNA SIEJKA-KULCZYK^{1*}, MONIKA BIERNAT²,
MAŁGORZATA LEWANDOWSKA¹

¹ Politechnika Warszawska,
Instytut Inżynierii Materiałowej
ul. Wołoska 141, 02-507 Warszawa

² POLITECHNIKA WARSZAWSKA, WYDZIAŁ CHEMICZNY,
UL. KOSZYKOWA 75, 00-671 WARSZAWA

*E-MAIL: JSIEJKA@INMAT.PW.EDU.

[Inżynieria Biomateriałów, 69-72, (2007), 64-66]

Wprowadzenie

Kompozyty ceramiczno – polimerowe charakteryzują się brakiem ujemnego wpływu na zdrowie człowieka oraz zadowalającą estetyką. Są więc perspektywnymi materiałami do zastosowań jako stałe wypełnienia stomatologiczne. Ich podstawowymi wadami są skurcz polimeryzacyjny oraz niezadowalające właściwości mechaniczne. W celu poprawy tych właściwości stosuje się nanowypełniacze [1]. Problemami związanymi z aplikacją nanoproszków są uzyskanie ich jednorodnego rozmieszczenia w osnowie polimerowej oraz zwilżalności przez fazę organiczną.

THE INFLUENCE OF NANOSILICA INTRODUCING METHOD ON SELECTED MECHANICAL PROPERTIES OF CERAMIC- POLYMER COMPOSITES INTENDED FOR DENTAL FILLINGS

JOANNA SIEJKA-KULCZYK^{1*}, MONIKA BIERNAT²,
MAŁGORZATA LEWANDOWSKA¹

¹ WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,
FACULTY OF MATERIAL SCIENCE AND ENGINEERING,
141, WOŁOSKA STREET, 02-507 WARSAW, POLAND

² WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,
FACULTY OF CHEMISTRY,
75, KOSZYKOWA STREET, 00-671 WARSAW, POLAND

*E-MAIL: JSIEJKA@INMAT.PW.EDU.

[Engineering of Biomaterials, 69-72, (2007), 64-66]

Introduction

Ceramic – polymer composites have a great advantage in that they have no negative influence on human health and, at the same time, ensure satisfactory aesthetics. For this reason they are considered to be prospective materials in dentistry for the application as dental fillings. The most important disadvantages of these materials are polymerization shrinkage and unsatisfactory mechanical properties. These properties can be improved by introducing nanofillers [1].

Difficulties encountered when using nanopowders are their non - uniform distribution in the polymer matrix and their poor wettability by the organic phase.

W prowadzonych badaniach określono wpływ sposobu wprowadzania nanonapełniacza do kompozytu na jego wytrzymałość na zginanie oraz mikrotwierdść. Zastosowanym nanoproshkiem jest handlowa nanokrzemionka o średniej wielkości cząstek 40nm (firmy Degussa). Porównano 2 rodzaje stosowanej osnowy: powszechnie używaną mieszaninę żywic akrylowych 52wag.% bis-GMA i 48wag.% TEGDMA oraz żywicę uretanowo-metakrylową.

Metodyka badań

Do badań wykorzystano kompozyty wytworzone na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej we współpracy z Wydziałem Chemicznym Politechniki Warszawskiej oraz Instytutem Szkła i Ceramiki w Warszawie. Materiały składały się z 40obj.% fazy organicznej i 60obj.% fazy nieorganicznej. W skład fazy ceramicznej wchodziły: szkło o symbolu K3M i średniej wielkości cząstek ~ 5µm (50 obj.% kompozytu) opracowane i wytworzone przez Instytut Szkła i Ceramiki oraz nanokrzemionka o średniej wielkości cząstek 40nm (10obj.% kompozytu) wyprodukowana przez firmę Degussa. Skład szkła K3M podano w TABELI 1.

Zastosowano 2 rodzaje żywic: powszechnie stosowaną mieszaninę żywic akrylowych bis-GMA z TEGDMA [2] oraz nowo opracowaną na Wydziale Chemicznym PW żywicę uretanowo-metakrylową.

Nanonapełniacz wprowadzono do osnowy polimerowej dwoma sposobami:

1–nanokrzemionkę wymieszano z napełniaczem K3M, a następnie tak przygotowaną mieszaninę połączono z monomerem,
2–nanokrzemionkę wprowadzono do monomeru, a następnie napełniacz K3M dodano do monomeru zawierającego nanonapełniacz.

Dla wytworzonych kompozytów określono wytrzymałość na zginanie R_f oraz mikrotwierdść HV_{0,2}. Wytrzymałość na zginanie oceniano na podstawie próby trójpunktowego zginania, którą przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej q – test firmy MTS. Próbkę zginano z szybkością 0,75mm/min (ISO 4049). Próbkę powtórzono 10 razy dla każdego z materiałów. Mikrotwierdść mierzono pod obciążeniem 200G, trwającym 15s. Pomiarów dokonano za pomocą mikrotwierdściomierza firmy Zwick/ Roell. Dla każdej z próbek wykonano 11 odcisków. Próbkę do próby zginania utwardzono w formach o wymiarach 25x2x2mm. Czas utwardzania wynosił: 120s - dla nowo opracowanej żywic uretanowo-metakrylowej oraz 240s - dla powszechnie stosowanej mieszaniny żywic akrylowych bis-GMA z TEGDMA). Próbkę do pomiarów mikrotwierdości szlifowano na papierze ściernym 500 oraz polerowano na pastach diamentowych o różnej wielkości cząstek.

Wyniki badań

Zaobserwowano, że sposób wprowadzania napełniacza nie ma wpływu na łatwość łączenia fazy ceramicznej z polimerową.

RYSUNKI 1 i 2 przedstawiają wpływ sposobu wprowadzania nanokrzemionki na wytrzymałość na zginanie oraz mikrotwierdść o dwóch rodzajach osnowy. Można zauważyć, iż właściwości mechaniczne wytworzonych kompozytów silnie zależą od rodzaju zastosowanej żywic. Kompozyty na osnowie żywic uretanowo – metakrylowej wykazują lepszą wytrzymałość na zginanie R_f (RYS.1) i ponad dwukrotnie wyższą mikrotwierdść HV_{0,2} (RYS.2). Sposób wprowadzania nanonapełniacza ma niewielki wpływ na właściwości badanych materiałów. W przypadku kompozytów na osnowie żywic bis – GMA i TEGDMA lepsze

SiO ₂	BaO	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
50	33	9	8

TABELA 1. Skład chemiczny napełniacza K3M (wag.%).
TABLE 1. Chemical composition of K3M glass.

This study was concerned with examining how the nanosilica introduced into the filling affects the flexural strength (R_f) and microhardness (HV_{0,2}) of the ceramic – polymer composites. Nanosilica used in the experiments had a 40 nm average particle size (delivered by the Degussa Co). The matrix was composed of the commonly used mixture of the bis-GMA acrylic resin (52 vol. %) and the TEGDMA acrylic resin (48vol.%), or the urethane–methacryl resin. The properties of the matrices of these two types were compared.

Materials and methods

The composites developed by the Faculty of Material Science and Engineering in cooperation with the Faculty of Chemistry, Warsaw University of Technology, and the Institute of Glass and Ceramic (Warsaw) were tested. They contained 60vol.% of the inorganic phase and 40vol.% of the organic phase.

The materials examined contained 50vol.% of the K3M glass filler with an average particle size of ~ 5µm (designed and fabricated by the Institute of Glass and Ceramic) and 10vol.% of nanosilica with the 40nm average particle size (manufactured by the Degussa company). The composition of K3M glass is given in TABLE 1.

Two kinds of acrylic resin were used: the commonly used mixture of bis-GMA resin and TEGDMA resin [2], or a urethane–methacryl resin.

Nanosilica was introduced using the two methods:
1–nanosilica blended with the K3M filler, than the mixed fillers introduced into the monomer
2–nanosilica introduced into the monomer, than the K3M filler added to the monomer – nanofiller blend

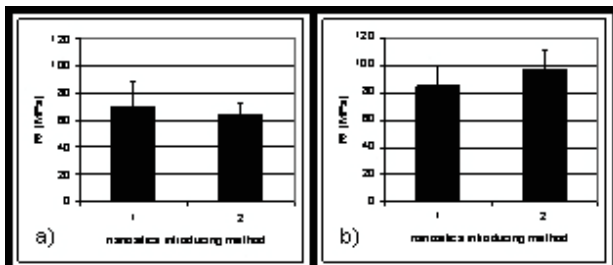
The composite, based on the mixture of the bis-GMA and TEGDMA resins, was cured for 240s, whereas the composite based on the urethane–methacryl resin - for 120s.

The composites were examined for flexural strength and microhardness HV_{0,2}. The flexural strength was determined by the three – point bend tests using an MTS Q – test machine. The specimens sized at 25x2x2mm were subjected to bend tests at a strain rate of 0,75 mm/min according to the ISO Standard (ISO – 4049). Ten measurements per each material were made. The micro–hardness was measured using a Zwick hardness tester equipped with a square based pyramidal Vickers' diamond indenter under a load of 200G for 15s (eleven indentations per state). Prior to the micro–hardness measurements, the specimens were ground with a 500 grit abrasive paper and then polished using diamond pastes with various particle sizes.

Results

The method of introducing nanosilica appears to have no effect on the effectiveness of blending the organic and inorganic phases.

FIGURES 1 and 2 show how the nanosilica introducing method affects the flexural strength and microhardness of the composites based on the two kinds of resins. It can be seen, that the mechanical properties of the composites strongly depend on the kind of the resin. The composites



RYS.1. Wpływ sposobu wprowadzania nanokrzemionki na wytrzymałość na zginanie kompozytu na osnowie: a) mieszaniny żywic bis-GMA i TEGDMA, b) nowo opracowanej żywicy uretano–metakrylowej.

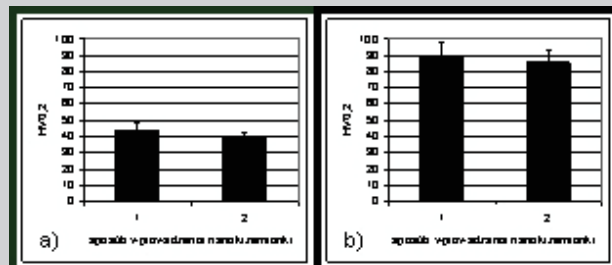
FIG.1. Influence of the nanosilica introducing method on the flexural strength (Rf) of the composites based on: a) mixture of bis-GMA and TEGDMA resins, b) urethane - methacryl resin.

właściwości wytrzymałościowe wykazuje materiał, w przypadku którego nanokrzemionkę wprowadzono sposobem nr 1. Różnica wytrzymałości na zginanie jest niewielka i wynosi około 7%. Dla kompozytów z osnową uretano–metakrylową lepszą wytrzymałość na zginanie uzyskuje się wprowadzając nanokrzemionkę sposobem 2. Różnica wytrzymałości na zginanie wynosi 13%. Wartości mikrotwardości świadczą o nieznacznej przewadze metody 1.

Podsumowując można stwierdzić, że sposób wprowadzania nanokrzemionki ma niewielki wpływ na właściwości mechaniczne materiałów. Na tej podstawie można przypuszczać, że jednorodność struktury kompozytów jest porównywalna i nie zależy od metody dodawania nanowypełniacza. Zastosowanie nowej żywicy uretano–metakrylowej pozwala na wytworzenie materiałów o lepszych właściwościach mechanicznych, co stwarza szansę opracowania nowych kompozytów na stałe wypełnienia stomatologiczne.

Podziękowania

Badania finansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (grant R08 027 01).



RYS. 2. Wpływ sposobu wprowadzania nanokrzemionki na mikrotwardość HV0,2 kompozytu na osnowie: a) mieszaniny żywic bis-GMA i TEGDMA, b) nowo opracowanej żywicy uretano–metakrylowej

FIG.2. Influence of the nanosilica introducing method on the microhardness (HV0.2) of the composites based on: a) mixture of bis-GMA and TEGDMA resins, b) urethane–methacryl resin.

based on the urethane–methacryl resin exhibit better flexural strength Rf (FIG.1) and their microhardness HV0.2 is more than doubled (FIG.2). The nanosilica introducing method has little influence on the mechanical properties of the materials. In the case of composites based on the mixture of the bis-GMA and TEGDMA resins, better properties are shown by the materials with the nanofiller introduced using method 1. The difference in flexural strength is very small – about 7%. In the composites based on the urethane–methacryl resin, better flexural strength can be obtained with nanosilica introduced by method 2. The difference in flexural strength between the two methods is here about 13%. The measured values of the microhardness suggest that the introducing method 1 is slightly better than method 2.

Summing up, we can say that the nanosilica introducing method has little influence on the mechanical properties of the composites and hence we may suppose that the homogeneity of the composites is comparable and does not depend on this method. The use of the new urethane–methacryl resin ensures better mechanical properties of the materials, and gives the chance of developing new composites for dental fillings.

Acknowledgment

This work was financially supported by the Polish Ministry of Science and Higher Education (Grant No R08 027 01).

Piśmiennictwo

[1] N. Moszner, U. Salz: Prog. Polym. Sci. 26 (2001) 568 – 569

[2] J. Siejka – Kulczyk, M. Lewandowska, K. J. Kurzydłowski: Polimery 51 (2006) 743

References