

# ZESZYTY STUDENCKICH KÓŁ NAUKOWYCH

## Wpływ 3 cieczy starzących na wybrane własności chemoutwardzalnego materiału kompozytowego w zastosowaniu na wypełnienia bezpośrednie

M. Soja<sup>a</sup>, G. Chladek<sup>b</sup>, M. Dziekońska<sup>b</sup>, T. Tański<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Student Politechniki Śląskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych  
email: mat.soja92@gmail.com

<sup>b</sup> Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych  
email: grzegorz.chladek@polsl.pl, malgorzata.dziekonska@polsl.pl, tomasz.tanski@polsl.pl

**Streszczenie:** Celem pracy było zbadanie wpływu poszczególnych cieczy starzących na wybrane własności badanego materiału kompozytowego chemoutwardzalnego. Do badań użyto trzech cieczy starzących: wody dejonizowanej, alkoholu etylowego o stężeniu 75% oraz płynu do płukania jamy ustnej Listerine. Materiałem użytym w badaniach był kompozyt chemoutwardzalny „Bright Light Chemical Cure Hybrid”. Próbkę były starzone w roztworach przez 48 godzin. Otrzymane materiały poddano badaniom pomiaru mikrotwardości metodą Vickersa, badaniu tribologicznym oraz analizie profilu chropowatości i pola wytarcia próbki. Podczas pracy stwierdzono, że próbki po starzeniu w wybranych cieczach mają gorsze wybrane własności materiałowe.

**Abstract:** The purpose of work was examine the influence of individual aging fluids, on selected properties of tested composite, chemically cured material. Test was using three kinds of aging fluids: deionized water, ethyl alcohol (concentration of 75%) and mouthwash Listerine. Material used in test was chemically cured composite „Bright Light Chemical Cure Hybrid”. For test purposes prepared four samples. Samples was aged in dilutions for 48 hours. Received materials was tested Vickers method to measure microhardness, tested tribologically and analyzed roughness profile and attrition area. During work was found, samples after aging in selected fluids have worse selected material properties.

**Słowa kluczowe:** Kompozyty chemoutwardzalne, wypełnienia bezpośrednie

### 1. WSTĘP

Postęp cywilizacyjny związany jest z zapotrzebowaniem na nowe materiały. W przypadku stomatologii największe znaczenie odgrywają oczekiwania pacjentów, zwracających coraz większą uwagę na trwałość i estetykę wypełnienia ubytków.

Poszukiwanie właściwych rozwiązań trwa od początków stomatologii, która była i jest, jak każda dziedzina medycyny uzależniona jest od postępu w nauce i technice. Stąd materiały stosowane na wypełnienia w stomatologii i to temat bardzo rozległy. Uzupełnienie ubytków jest wskazane z dwóch powodów: estetyka oraz dla przywrócenie funkcji układu stomatognatycznego. Jednymi z materiałów stosowanych na wypełnienia bezpośrednie są kompozyty chemoutwardzalne [1, 2].

Kompozyty chemoutwardzalne – Materiały z tej grupy składają się z trzech faz: organicznej, nieorganicznej oraz czynnika wiążącego. Faza organiczna pełni rolę spoiwa. W jej skład wchodzi monomery, komonomery, dodatkami są stabilizatory, inicjatory i barwniki. Najczęściej stosowanymi monomerami są MMA, Bis-Ema czy Bis-GAM. Faza nieorganiczna zawiera w sobie wypełniacze mineralne, które decydują o parametrach fizykochemicznych. Występują one w postaci nieregularnych ziaren o zróżnicowanej wielkości. Najczęściej jest to kwarc, krzemionka oraz krzemian litowo-glinowy. Czynnikiem wiążącym jest najczęściej silan winylu. W kompozytach chemoutwardzalnych wyróżniamy 2 pasty [3]:

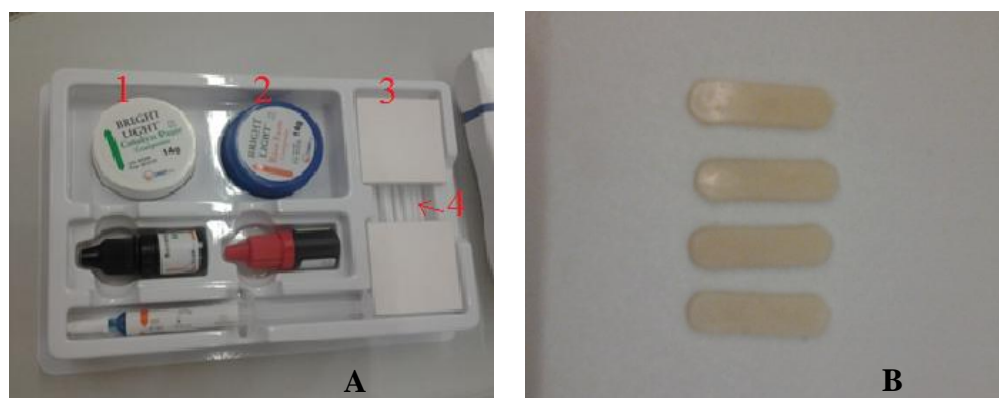
- Pasta bazowa – zawiera monomer i wypełniacz prepolimeryzowany w żywicy,
- Pasta katalizatorowa - zawiera nadtlenek benzoilu rozproszony w estrze ftalowym.

Praca z kompozytami polega na zmieszaniu obu past w proporcji 1:1 aż do uzyskania jednorodnej konsystencji. Reakcja polimeryzacji rozpoczyna się natychmiast po połączeniu tych składników [3, 4].

Celem pracy było zbadanie wpływu cieczy starzającej na wybrane właściwości kompozytowego chemoutwardzalnego. W badaniach użyto kompozytu Bright Light Chemical Cure Hybrid Composite i płynów starzających: woda dejonizowana, alkohol etylowy o stężeniu 75%, płyn do płukania jamy ustnej Listerine.

## 2. MATERIAŁ DO BADAŃ ORAZ PRZYGOTOWANIE PRÓBEK

W badaniach użyto kompozytu Bright Light Chemical Cure Hybrid Composite i płynów starzających: woda dejonizowana, alkohol etylowy o stężeniu 75%, płyn do płukania jamy ustnej Listerine. Materiał (baza i katalizator) zmieszano na bloczku papierowym za pomocą plastikowej szpatułki w równych proporcjach 1:1 przez 30 sekund (rys. 1). Następnie gotowy wymieszany produkt upakowano w formie. Następnie formę umieszczono pod prasą hydrauliczną. Gotową próbkę przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. A - materiał kompozytowy: Bright Light Chemical Cure Hybrid wraz z elementami wykorzystanymi do przygotowania próbek. 1 – katalizator, 2 – baza, 3 – papierowe bloczki, 4 – szpatułki. B – gotowe wytworzone próbki w postaci „pastylek”

Fig. 1. A –Bright Light Chemical Cure Hybrid Composite kit: 1 – catalyst paste, 2 - Composite base paste, 3 - mixing pads and spatula. B – ready to use samples

Próbki poddano szlifowaniu w celu uzyskania gładkiej powierzchni. Podczas szlifowania zmieniano papiery ściernie o stopniowo zmniejszającej się gradacji ziarna-ścierniwa, począwszy od papieru 1500 zakończywszy na 4000.

### 3. METODYKA BADAŃ

Próbki poddano procesowi starzenia w trzech mediach: woda dejonizowana, alkohol etylowy o stężeniu objętościowym 75%, płyn do płukania jamy ustnej Listerine. Każdą z próbek umieszczono w szczelnym szklanym pojemniku z cieczą starzącą, następnie pojemniki te włożono do komory klimatycznej wypełnionej wodą o temperaturze 37°C. Proces starzenia trwał 48 godzin.

Pierwszym etapem badań był pomiar mikrotwardości. Badania zostały wykonane na twardościomierzu firmy Future-tech microhardness tester FM-700. Wykonano 10 pomiarów na każdej ze starzonych próbek oraz dla materiału w stanie wyjściowym. Następnie wyliczono średnią arytmetyczną po odrzuceniu dwóch skrajnych wyników pomiarów. Parametry procesu: Obciążenie: 300gf, Czas pomiaru: 15s, Penetrator: ostrosłup diamentowy o podstawie kwadratu o kącie 136°.

Następnie przeprowadzono badania trybologiczne. Badania przeprowadzono na tribometrze firmy CSM. Dla każdej próbki parametry procesu były takie same, różne były media, w których odbywało się badania. Badanie trybologiczne odbywało się w ośrodku, w którym odbywało się starzenie. Parametry badania trybologicznego: obciążenie: 50N, liczba cykli: 10000 cykli, droga tarcia w trakcie jednego cyklu: 8 mm, prędkość względnego ruchu przeciwpróbki: 40 mm/s, przeciwpróbka: kulka Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ø 6mm. W badaniu mierzono współczynnik tarcia.

Ostatnim badaniem był pomiar pola wytarcia. Pomiary profilu chropowatości i pola wytarcia wykonano przy pomocy profilometru, firmy Tylor-Hobson: Surtronic 25. Próbki do badań przyklejono do podłoża w celu uniknięcia błędnego odczytywania pomiarów wskutek przemieszczania się próbki. Następnie ramię profilometru ustawiono równoległe do próbki.

Pomiar prowadzono prostopadle do wytarcia. Analizę pola wytarcia przeprowadzono dla próbek poddanych badaniom trybologicznym. Dla każdej próbki wykonano trzy pomiary pola wytarcia.

#### 4. BADANIA

Mikrotwardość próbki przed starzeniem wynosi 53HV. Mikrotwardość po starzeniu alkoholem etylowym o stężeniu 75% wynosi 38HV. Próbka po starzeniu w płynie do płukania jamy ustnej Listerine mikrotwardość osiągnęła wartość 40HV. Najmniej ingerującym w mikrotwardość próbki medium starzącym jest woda dejonizowana. Po pomiarze ten parametr obniżył się tylko o 3HV w odniesieniu do próbki niepoddanej starzeniu. Wyniki pomiaru mikrotwardości przedstawiono w tabelicy 1.

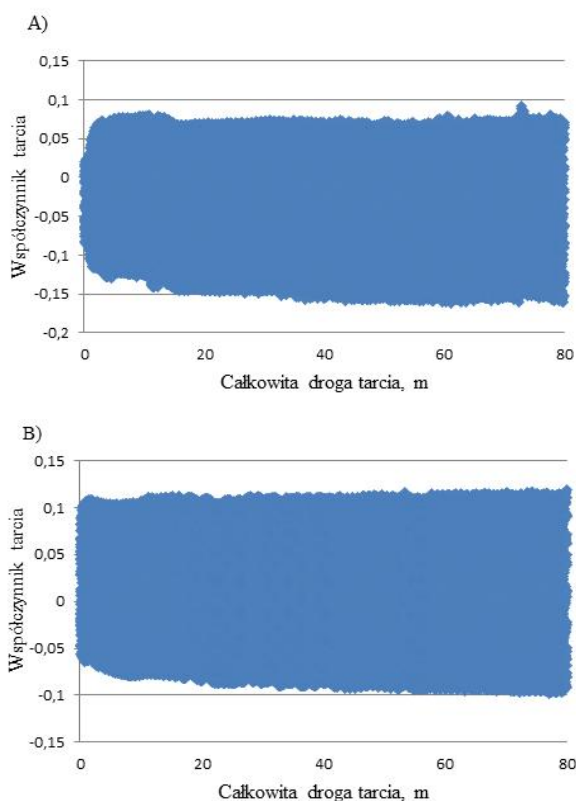
Tablica 1. Wyniki pomiarów mikrotwardości dla wszystkich próbek  
*Table 1. The results of the measurement of microhardness for all samples*

| L.p.                               | Medium Starzące              |                   |                     |           |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|-----------|
|                                    | Material w stanie wyjściowym | Woda dejonizowana | Alkohol etylowy 75% | Listerine |
| <b>MIN, HV0,3</b>                  | 51                           | 47                | 34                  | 38        |
| <b>MAX, HV0,3</b>                  | 58                           | 52                | 40                  | 42        |
| <b>Średnia arytmetyczna, HV0,3</b> | 53                           | 50                | 38                  | 40        |

Analizując wyniki badań trybologicznych można stwierdzić, że próbka starzona w wodzie dejonizowanej ma najwyższy współczynnik tarcia, który wynosi:  $0,15\mu$ , mniejszy próbka starzona alkoholem etylowym o stężeniu 75%,  $0,11\mu$ , a najniższy próbka starzona w płynie do płukania jamy ustnej Listerine  $0,04\mu$ . Prawdopodobnie spowodowane jest to różnicami w składzie chemicznym danych mediów starzących. Wyniki pomiarów współczynnika tarcia przedstawiono w tabelicy 2. Graficzne przedstawienie wyników współczynnika tarcia ukazano na rys. 2 oraz 3.

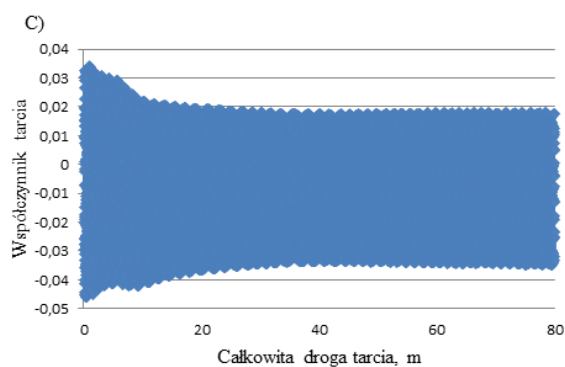
Tablica 2. Pomiary współczynnika tarcia dla 3 starzonych próbek  
*Table 2. Measurements of the coefficient of friction for the 3 aged samples*

|  | Woda dejonizowana | Alkohol etylowy 75% | Płyn do płukania ust Listerine |
|--|-------------------|---------------------|--------------------------------|
| <b>Średnia arytmetyczna współczynnika tarcia, <math>\mu</math></b> | 0,157             | 0,114               | 0,041                          |



Rys. 2. Współczynnik tarcia dla: A) – próbki starzonej wodą dejonizowaną, B) – próbki starzonej alkoholem etylowym o stężeniu 75%

Fig. 2. Coefficient of friction for: A) – sample aged with deionized water, B) - the sample aged with ethanol at a concentration of 75%



Rys. 3. Współczynnik tarcia dla: C) – próbki starzonej płynem do płukania jamy ustnej Listerine

Fig. 3. Coefficient of friction for: C) – sample aged with liquid mouthwash Listerine

Analizując wyniki, największe pole wytarcia zaobserwowano w próbce starzonej alkoholem etylowym o stężeniu 75%, prawdopodobnie spowodowały to własności degradujące w alkoholu etylowym. Próbka starzona w wodzie dejonizowanej wykazała nieznaczne pole wytarcia próbki. W ostatnim wyniku analizy pola wytarcia, zaobserwowano,

że próbka starzona w płynie do płukania jamy ustnej Listerine osiągnęła najniższy wynik pomiaru pola wytarcia. Prawdopodobnie jest to spowodowane powstaniem ochronnej powłoki na powierzchni próbki. Wyniki analizy przedstawiono w tabelicy 3.

Tablica 3. Wyniki analizy pola wytarcia

Table 3. The results of analysis of the the wiped area

|                      | <b>Woda dejonizowana</b> | <b>Alkohol etylowy 75%</b> | <b>Płyn do płukania ust Listerine</b> |
|----------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| <b>Pole wytarcia</b> | 6226 $\mu\text{m}^2$     | 10093 $\mu\text{m}^2$      | 6119 $\mu\text{m}^2$                  |

## 5. WNIOSKI

Wyniki badań umożliwiają wysunięcie następujących wniosków:

- Pomiar twardości wykazały że starzenie próbek wpływa degradująco na twardość próbek. Mikrotwardość próbki przed starzeniem wynosi 53HV. Mikrotwardość po starzeniu alkoholem etylowym o stężeniu 75% wynosi 38HV. Próbka po starzeniu w płynie do płukania jamy ustnej Listerine mikrotwardość osiągnęła wartość 40HV. Najmniej ingerującym w mikrotwardość próbki medium starzącym jest woda dejonizowana. Po pomiarze ten parametr obniżył się tylko o 3HV w odniesieniu do próbki niepoddanej starzeniu.
- Analizując wyniki badań trybologicznych można stwierdzić, że próbka starzona w wodzie dejonizowanej ma najwyższy współczynnik tarcia, który wynosi: 0,15 $\mu$ . Mniejszy wynik 0,11 $\mu$  uzyskano na próbce starzonej w alkoholu etylowym o stężeniu 75%, a najniższy współczynnik tarcia 0,04 $\mu$  osiągnęła próbka starzona w płynie do płukania jamy ustnej Listerine. Prawdopodobnie spowodowane jest to różnicami w składzie chemicznym cieczy starzących.
- Analizując badania pola wytarcia, stwierdzono, iż alkohol etylowy o stężeniu 75% ma najbardziej degradujący wpływ na próbkę, które wyniosło 10093  $\mu\text{m}^2$ . Jako drugi wynik analizy 6226  $\mu\text{m}^2$ , stwierdzono w próbce starzonej wodą dejonizowaną. W ostatnim wyniku analizy pola wytarcia 6119  $\mu\text{m}^2$ , zaobserwowano, w próbce starzonej w płynie do płukania jamy ustnej Listerine. Prawdopodobnie jest to spowodowane powstaniem ochronnej powłoki na powierzchni próbki.

## LITERATURA

1. L. Ilewicz, „Materiału do wypełnień we współczesnej dentystyce odtwórczej”, Śląska Akademia Medyczna, 2003.
2. E. C. Combe, „Wstęp do materiałoznawstwa stomatologicznego, Wydawnictwo Medyczne Sanmedica, 1992
3. R. Craig, J. M. Powers, R. L. Sakaguchi, „Craig’s Restorative Dental materials 13th”, University of Texas Dental Branch at Houston, Houston, Texas, 2011,
4. J.M. Powers, Ronald L. Sakaguchi, „Materiały stomatologiczne”, Wydawnictwo Mosby Elsevier Urban & Parner, Wrocław 2008,