



## **Badania własności estetycznych materiałów kompozytowych przeznaczonych na wypełnienia bezpośrednie twardych tkanek zębów**

A. Pasięka<sup>a</sup>, T. Tański<sup>b</sup>, M. Wiśniowski<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Studentka Politechniki Śląskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych

<sup>b</sup> Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Zakład Inżynierii Materiałów Biomedycznych  
email: Tomasz.Tanski@polsl.pl, Maciej.Wisniowski@polsl.pl

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono metodykę badań własności estetycznych materiałów kompozytowych stosowanych na wypełnienia twardych tkanek zębów oraz badania odcienia barwy, jej trwałości po naświetlaniu światłem niebieskim lampy halogenowej i po pochłanianiu wody oraz nieprzezierności dla promieniowania.

**Abstract:** The article presents the research methodology of esthetic properties of composites materials which can be used to fill for the hard tooth tissues. In this research color tone and its stability upon exposure and absorption of water and opacity to the radiation.

**Słowa kluczowe:** composite materials, direct filling, teeth tissue, esthetical values

### **WPROWADZENIE**

Rozwój techniki determinuje zapotrzebowanie na coraz bardziej zaawansowane technologicznie materiały stosowane na wypełnienia zębów. W stomatologii dużą rolę odgrywa zarówno trwałość wypełnienia jak i jego estetyka.

Techniki rekonstrukcyjne czy też zabiegowe, umożliwiają naprawę tkanek, które zostały uszkodzone w wyniku urazu, lub zmian chorobowych, dzięki czemu możliwe jest przywrócenie im utraconych funkcji.

Materiały (biomateriał) stosowane w celach rekonstrukcyjnych tkanek muszą wykazać specyficzne cechy użytkowe, takie jak muszą być substancjami innymi niż lek, lub kombinacje substancji syntetycznych albo naturalnych, która mogą być użyte w dowolnym czasie jako część lub całość systemu, zastępując tkankę lub organ, bądź pełniąc jego funkcje [1,4].

Należy pamiętać, że biomateriał powinien cechować się wymaganą zgodnością biologiczną w środowisku jamy ustnej. Materiał zastosowany nie może wykazywać cech alergicznych, drażniących czy mutagennych [4].

Celem niniejszej pracy jest przedstawianie metodyki badań materiałów kompozytowych stosowanych w stomatologii, pod kątem estetyki wypełnienia.

## 1. ODCIEŃ BARWY MATERIAŁÓW DO WYPEŁIENI I ODBUDOWY

Większość materiałów kompozytowych stosowanych na wypełnienia, produkowana jest w różnych odcieniach, które umożliwiają dobór barwy wypełnienia zbliżony do naturalnych tkanek zęba pacjenta. Dobór koloru i przezierność stwarza możliwość wykonania rekonstrukcji przypominających naturalną barwę szkliva uzębienia pacjent, co w doskonały sposób zwiększa jego komfort psychiczny. Cecha ta jest szczególnie ważna w przypadku przednich odcinków łuków zębowych, które są narażone na codzienną ekspozycję [1,2].



Rysunek 1. Strzykawki z płynnym kompozytem o różnych stopniach koloru przezierności przyszłego wypełnienia [6]

*Figure 1. Syringes with liquid composites of different stages of future filler color [6]*

### 1.1. Przygotowanie próbek do badania odcienia barwy

#### *Materiał klasy I*

Arkusz folii, która jest przezroczysta dla aktywującego promieniowania (np. poliestrowej o grubości 30-50  $\mu\text{m}$ ), umieszczono w metalowej płytce i ustawiono na nim formę do sporządzania próbek w kształcie krążków, o wewnętrznych wymiarach  $\varnothing$  15 mm oraz głębokości 1 mm, którą następnie wypełniono przygotowanym zgodnie z instrukcjami producenta materiałem samopolimeryzującym. Drugi arkusz folii położono na materiale znajdującym się już w formie i przykryto go drugą metalową płytką (w celu usunięcia nadmiaru materiału). Następnie zaciśnięto przygotowaną formę, i całość przeniesiono do cieplarki o zadanej temperaturze 37°C, na 60 minut do czasu rozpoczęcia przygotowania materiału [1].

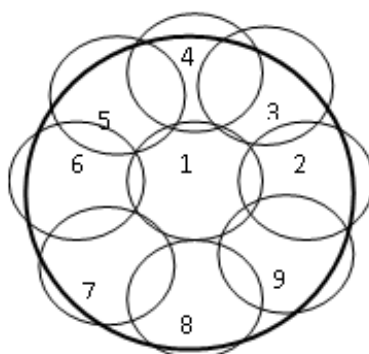


Rysunek 2. Cieplarka laboratoryjna [7]

Figure 2. Laboratory incubator [7]

### Materiał klasy 2 i 3

Materiał przygotowano zgodnie z zaleceniami producenta i wypełniono nim formę – tak jak w przypadku badania materiału klasy 1. Po wyciśnięciu nadmiaru materiału, metalową płytkę zastąpiono płytką szklaną (pozostawiając na miejscu folię). W przypadku próbek wykonanych z materiałów klasy 2 grupy 1 (materiały samopolimeryzujące) i klasy 3 (materiały podwójnie utwardzane), zostało użyte źródło zewnętrznej energii w postaci światła niebieskiego lampy halogenowej, w celu umożliwienia ich dokładnego utwardzenia. Okienko wyjściowe źródła zewnętrznej energii umieszczono naprzeciwko szklanej płytki i naświetlano tę część próbki, przez zalecany według producenta czas ekspozycji. Okienko wyjściowe źródła zewnętrznej energii, przesuwano i naświetlano kolejną część próbki, która częściowo nakładała się z poprzednią częścią naświetlanego miejsca. Procedurę powtarzano aż do całkowitego naświetlenia obszaru całej próbki, oraz do momentu utwardzenia badanego materiału kompozytowego. Drugą stroną próbki naświetlono w analogiczny sposób, i niezwłocznie po naświetleniu próbki przeniesiono ją do cieplarki o zadanej temperaturze 37°C na 15 minut [1].



Rysunek 3. Schemat częściowo nakładających się stref naświetlania w celu wykonania próbek do badania chłonności wody [1]

Figure 3. Scheme of partial overlapped exposure zones helpful for examination water absorptivity samples preparation [1]

### *Materiał klasy 2 grupy 2*

W przypadku materiałów klasy 2 grupy 2, których użycie wymaga zastosowania energii potrzebnej do polimeryzacji poza jamą ustną, wykonano próbki zgodnie z zaleceniami producenta, które zostały dołączone do opakowania wykorzystywanego w badaniach materiału kompozytowego, dotyczącymi rodzaju użycia źródła zewnętrznej energii. W badaniu wykorzystano światło niebieskie lampy halogenowej do prawidłowego utwardzenia próbek. Po związaniu próbkę wyjęto z urządzenia i wykonano precyzyjną obróbkę wykańczającą brzegów [1].

### **1.2. Metodyka badania odcienia barwy**

W celu przeprowadzenia badania, wykonano trzy próbki zgodnie z zaleceniami normy oraz zaleceniami producenta. Próbki były przechowywane w pojemniku nieprzepuszczającym światła, celu zapobiegnięcia przedostania się do nich zbędnego promieniowania, które mogłoby mieć wpływ na wynik przebiegu badania.

*Próbka 1:* po wyjęciu z formy, próbkę przechowywano przez 7 dni w cieplarni nieprzepuszczającej promieni świetlnych, która osiągała temperaturę 37°C. Próbka ta została próbką odniesienia w stosunku do pozostałych [1].

*Próbka 2:* po wyjęciu z formy, próbka była przez 7 dni przechowywana w cieplarni nieprzepuszczającej promieni świetlnych, oraz wypełnionej wodą destylowaną o temperaturze 37°C. Próbkę wykorzystano, jako próbkę odniesienia w badaniu pogorszenia barwy, które nastąpiło w skutek samego pochłaniania wody [1].

*Próbka 3:* po wyjęciu z formy próbkę przechowywano przez 24 godziny w nieprzepuszczającej promieni świetlnych cieplarni, w temperaturze 37°C. Po upływie doby, próbkę wyciągnięto i jej połowę przykryto folią aluminiową, a następnie umieszczono całość w komorze naświetlania oraz zanurzono w wodzie o temperaturze 37°C i poddano 24-godzinnej ekspozycji na światło. Po czasie ekspozycji zalecanym przez producenta, zdjęto metalową folię a próbkę umieszczono w cieplarni o temperaturze 37°C przez 5 dni [1].

### **1.3. Interpretacja wyników badania odcienia barwy próbki**

Po upływie 7 dni wyjęto próbkę 2 (która miała za zadanie wskazać pogorszenie barwy spowodowane jedynie pochłanianiem wody) z cieplarki i osuszono bibułą filtracyjną. Jej barwę porównano z kolornikiem wskazanym przez producenta oraz z normą ISO 7491 [1,5]. Związany materiał oglądany bez powiększenia powinien wykazać równomierne zabarwienie [1].



Rysunek 4. Klasyczny kolornik dostępnych odcieni wypełnień kompozytowych [8]  
Figure 4. Classical selection of available composite filling [8]

#### 1.4. Interpretacja wyników badania trwałości barwy próbki po naświetlaniu i pochłanianiu wody

Po upływie 7 dni, próbki 1 oraz 3 wyjęto z ciepłarki. Porównano barwę mokrej próbki 2 z barwą próbki odniesienia 1, następnie barwy obu połówek próbki 3 porównano z barwą próbki odniesienia 1. Barwy z próbek 1, 2 oraz 3 zostały porównane z normą ISO 7491 oraz kolornikiem dostarczonym przez producenta [1,5]. Celem badania było określenie zmiany barwy próbki, oraz to czy próbki nie wykazały zmiany barwy większej niż znikoma (w odniesieniu do normy ISO 7491 oraz kolornika dostarczonego przez producenta) [1].

#### 2. nieprzezroczystość dla promieniowania

Duży kontrast wypełnienia na zdjęciach RTG powoduje łatwiejszą diagnostykę, co za tym idzie, pozwala określić szczelność wypełnienia, brak jego nadmiaru lub niedoboru oraz wcześniej wykryć powstające defekty [1,2].

Badanie określa stopień nieprzezroczystości dla promieniowania, materiałów stosowanych na wypełnienia bezpośrednie oraz odbudowę zębów. Wynik badania w dużej mierze zależy od grubości próbki, dlatego podane zostaną dwie metody wykonania badania (A lub B) [1].

W metodzie A, jeżeli grubość płytki wynosi 1-0,01 mm, to po wywołaniu i utrwaleniu dentystycznej błony radiograficznej porównuje się gęstość optyczną obrazu próbki z gęstością optyczną obrazu aluminium używając w tym celu densytometru fotograficznego [1].

W przypadku wyboru metody B (grubość płytki 1-0,1 mm) do wyliczenia wyniku niezbędny jest wykres zależności gęstości optycznej od grubości aluminium, ponieważ po wywołaniu i utrwaleniu dentystycznej błony radiologicznej należy zmierzyć gęstość optyczną obrazu próbki oraz gęstość optyczną każdego schodka aluminium za pomocą densytometru fotograficznego [1].



Rysunek 5. Ząb z wypełnieniem kompozytowym [7]

Figure 5. Composite filler on tooth [7]



Rysunek 6. Widoczne wypełnienie kompozytowe na zdjęciu rtg [7]

Figure 6. RTG photo of composite filler [7]

## 2.1. Metodyka badania nieprzezroczystości dla promieniowania próbki

Błonę rentgenowską ustawiono na ołowianej płycie. Próbkę i aluminiowy klin schodkowy położono na środku błony i całość naświetlano promieniowaniem rentgenowskim o napięciu 65kV, z odległości 400 mm (między tarczą antykatody a błoną). Czas naświetlania został tak dobrany, by po obróbce gęstość optyczna obszaru błony nie przykrytego próbką ani aluminium wynosiła od 1,5 do 2. Grubość próbki  $T_s$  w obu przypadkach zmierzono z dokładnością 0,01 mm [1].

## 2.2. Interpretacja wyników badania nieprzezroczystości dla promieniowania próbki

### Metoda A

Jeżeli gęstość optyczna obrazu próbki jest mniejsza od gęstości optycznej obrazu 1mm schodka aluminiowego, uznaje się, że materiał spełnia wymaganie normy [1].

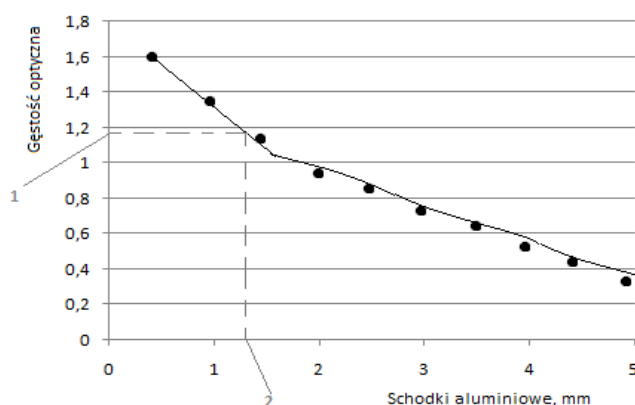
### Metoda B

W celu wyliczenia wyniku, należy sporządzić wykres zależności poszczególnych gęstości optycznych każdego ze schodków aluminiowych od grubości każdego schodka. Na podstawie gęstości optycznej uzyskanej w przypadku próbki o grubości  $T_s$  z wykresu wyznaczono odpowiadającą jej wartość w przypadku aluminium ( $T_a$ ). Bezwymiarowa wartość nieprzezroczystości dla promieniowania, w przypadku próbki o grubości wynoszącej około 1,0 mm określona jest jako  $(T_a/T_s)$  iloraz dwóch grubości i nie może on być wyrażony w milimetrach [1].

Jeżeli producent zadeklarował określoną wartość nieprzezroczystości dla promieniowania to wartość gęstości optycznej materiału oraz jego równoważnika aluminiowego, nie powinna być mniejsza niż wartość zadeklarowana przez producenta o więcej niż 0,5 mm [1].

W przypadku każdej ekspozycji radiologicznej, należy sporządzić wykres zależności gęstości optycznej od grubości aluminium klina schodkowego, ponieważ mogą wystąpić niewielkie wahania, spowodowane obróbką radiologiczną [1].





- 1 - Odczyt próbki  
2 - Równoważnik aluminiowy

Rysunek 7. Wyznaczenie nieprzezierności dla promieniowania [1]

Figure 7. Determination of transparency for radiation [1]

Na rysunku nr 7 przedstawiono metodę B wyznaczania nieprzezierności dla promieniowania. Jest to wykres zależności poszczególnych gęstości optycznych każdego z aluminiowych schodków od grubości każdego schodka. Gęstość optyczna próbki o grubości  $T_s$  wynosiła 1,16. Wyznaczono odpowiadającą jej wartość w przypadku aluminium  $T_a$  1,4. W przypadku, kiedy dana jest wartość nieprzezroczystości dla promieniowania, próbki o grubości 1,0 mm oblicza się jedynie iloraz ( $T_a/T_s$ ), jeżeli wyliczona wartość nie jest mniejsza niż 1 mm to uznaje się, iż badany materiał spełnia wymagania normatywne (PN-EN ISO 4049:2000).

### 3. PODSUMOWANIE

W większości przypadków stomatologicznych względy estetyczne odgrywają dużą rolę, zwłaszcza, jeżeli chodzi o wypełnienia w przednim odcinku łuku zębowego. W doborze materiału kompozytowego na wypełnienie należy zwrócić szczególną uwagę na to, aby:

- rozważnie wybierać kolor wypełnienia, ponieważ materiały są w różny sposób barwione przez producentów. Ocenę koloru należy przeprowadzić w świetle dziennym,
- materiały na wypełnienia powinny mieć stałą barwę i nie wykazywać podatności na przebarwienia powodowanych zarówno przez czynniki zewnętrzne np. dietę, jak i czynniki wewnętrzne np. zmiany chemiczne zachodzące w materiale podczas wiązania, lub w późniejszych procesach starzenia się materiału,
- w celu zapewnienia większej estetyki wypełnienia, stosowane materiały powinny charakteryzować się półprzezroczystością (o ile nie jest konieczne zamaskowanie głębiej leżących tkanek), dzięki czemu możliwe jest osiągnięcie wypełnienia które jest zbliżone wyglądem do naturalnych tkanek zęba.

### LITERATURA

1. PN-EN ISO 4049. Stomatologia. Polimerowe materiały do wypełnień, odbudowy i cementowania
2. PN-EN ISO 10477. Stomatologia. Materiały polimerowe na korony i mosty.

3. PN-EN ISO 7405. Stomatologia. Ocena biogodności wyrobów medycznych używanych w stomatologii.
4. PN-EN ISO 10993. Biologiczna ocena wyrobów medycznych.
5. PN-EN ISO 7491. Materiały stomatologiczne. Oznaczanie trwałości barwy.
6. [www.vita-zahnfabrik.com](http://www.vita-zahnfabrik.com)
7. [www.medyk.biz](http://www.medyk.biz)
8. [www.solutions.3mpoland.pl](http://www.solutions.3mpoland.pl)