

Krzysztof CZAKON¹, Katarzyna WITA¹, Agnieszka SOBEL¹, Maciej HAJDUGA²

¹Instytut Inżynierii Tekstyliów i Materiałów Polimerowych, ATH, Bielsko-Biała

²Zakład Inżynierii Materiałowej, ATH, Bielsko-Biała

DEFEKTY POWSTAJĄCE W STRUKTURZE POŁĄCZENIA UZUPEŁNIEŃ PROTETYCZNYCH SPIEKÓW Z PORCELANĄ LICOWANĄ

Streszczenie: Połączenie podbudowy protetycznej z warstwą porcelany ma znaczący wpływ na jakość uzupełnienia dentystycznego. Rozwój selektywnej laserowej mikro metalurgii proszków, przyczynił się do rozpoczęcia badań tej technologii w dziedzinie techniki dentystycznej. W artykule przedstawiono ocenę wpływu kondycjonowania piaskiem Al_2O_3 o gradacji: $50\mu m$, $110\mu m$, $250\mu m$, powierzchni spieków przygotowanych laserowo, na klasę połączenia z fazą licującą. Wnioski zostały sformułowane na podstawie wyników z przeprowadzonych pomiarów chropowatości i falistości powierzchni spieków laserowych.

Słowa kluczowe: kondycjonowanie powierzchni, selektywne spiekanie laserowe, faza licująca, ceramika dentystyczna, badania strukturalne i powierzchniowe

1. WSTĘP

Wcześniejsze techniki kształtowania materiałów metalicznych wykorzystywanych w technice dentystycznej polegały na ich odlewaniu metodą traconego wosku. Obecnie na rynku Polskim coraz częściej wykorzystuje się komputerowe wspomaganie projektowania - CAD do określania kształtu i zasięgu kłamy. Uzupełnieniem etapu projektowania jest system komputerowego wspomaganie produkcji - CAM wykonujący zaplanowaną konstrukcję protetyczną w urządzeniu frezującym [1].

Technologia SLS jest powszechnie znana i stosowana na całym świecie. W chwili obecnej prognozy rynkowe sygnalizują dynamiczny rozwój tej dziedziny w Polsce. W związku z wcześniejszymi badaniami, dotyczącymi spieków [2], postanowiono kontynuować ten temat w szerszym zakresie, uważając technologie SLS jako obiecującą, rozwojową i perspektywiczną dziedzinę kształtowania produktu.

W metodzie laserowej synteryzacji (SLS) gotowe elementy powstają w wyniku nakładania kolejnych warstw sproszkowanego materiału, który następnie jest łączony poprzez powierzchniowe stopienie nowego proszku metalicznego z już istniejącą strukturą [3].

Dzięki wysokiej precyzji wykonania gotowych elementów, technologia SLS znalazła zastosowanie w stomatologii (łączniki implantologiczne, wszczepy oraz inne).

Warto zwrócić uwagę na fakt, iż po zakończeniu procesu spiekania nadmiarem niewykorzystanego proszku można posłużyć się w kolejnym cyklu produkcyjnym. Powoduje

to obniżenie kosztów produkcji i minimalizację procesu recyklingu odpadów w stosunku np. do technologii frezowania [4].

2. MATERIAŁY PRZEZNACZONE DO BADAŃ

2.1. Materiał sypki EOS CobaltChrome SP2

Do badań wytypowano proszek opracowany specjalnie dla technologii SLS. Skład spieku: kobalt (63,8%), chrom (24,7%), molibden (5,4%), wolfram (5,1%), krzem (1%), żelazo (0,5%), mangan (0,1%). Materiał ten jest w pełni biokompatybilny. Objęty normą EN ISO 9693. Przeznaczony jest pod korony i mosty protetyczne. Spiek Co-Cr EOS SP2 posiada większą wytrzymałość niż konwencjonalny model wytopu. Właściwości fizyczne tego materiału (dane producenta) podano w tabeli 1.

Tabela 1. Właściwości fizyczne spieku EOS CobaltChrome SP2

Gęstość	8,5 g/cm ³
Twardość Vickersa	420 HV 10
Moduł Younga	260 GPa
Wytrzymałość na rozciąganie	1350 MPa
Temperatura topnienia	1410 – 1450 °C

2.2. Opaker

Zastosowano opaker Willi Geller Creation (WGC) dedykowany dla porcelany dentystycznej, jako materiał do pokrycia wcześniej kondycjonowanej powierzchni metaliczne. Wchodzi on w trwały kontakt, z warstwą porcelany tworząc właściwe połączenie metal-ceramika. Jego wytrzymałość zależy od wielu czynników m. in. temperatury wypalania. Opaker wpływa też bezpośrednio na ostateczny odcień i estetykę uzupełnienia.

2.3. Porcelana Willi Geller Creation

Porcelana Creation charakteryzuje się unikalnym odwzorowaniem naturalnego wyglądu zębów poprzez bardzo wysokie standardy estetyki. Jej mikrostruktura jest nieporowata co pozwala na uzyskanie doskonałego koloru i dynamiki światła [5]. Materiał ten znajduje zastosowanie jedynie w obszarze technik dentystycznych. Stosuje się go do tworzenia m. in.: wkładów, koron, mostów protetycznych, a także w implantologii i innych uzupełnieniach protetycznych.

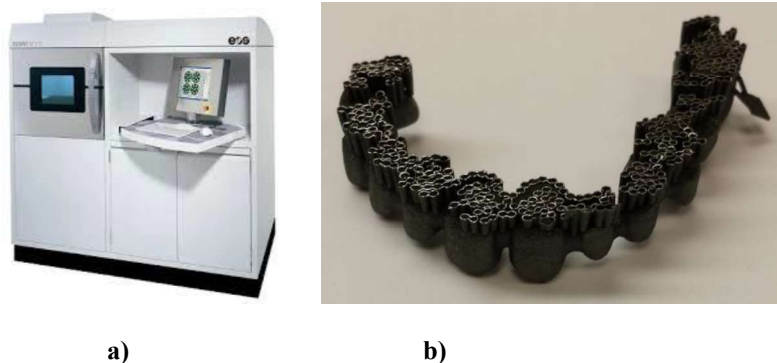
3. BADANIA WŁASNE

3.1. Cel pracy

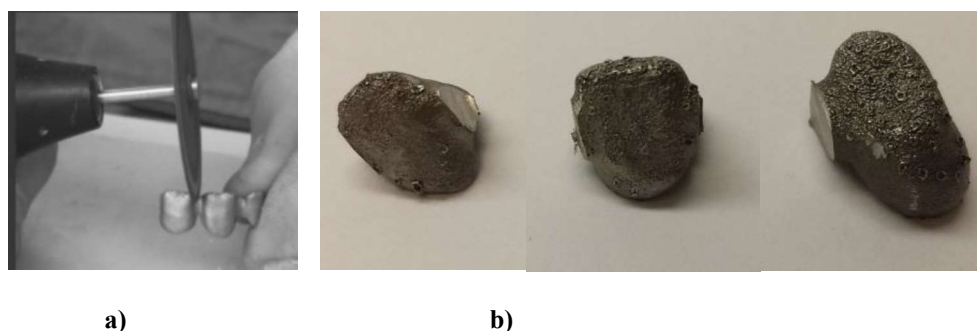
Celem pracy jest ocena wpływu kondycjonowania piaskiem Al₂O₃ o gradacji: 50µm, 110µm, 250µm, powierzchni spieków przygotowanych laserowo, na jakość połączenia z fazą licującą.

3.2. Zakres pracy

Zakres pracy obejmuje wykonanie łuku zębowego w technologii selektywnego spiekania laserowego SLS. Materiał sypki EOS CobaltChrome SP2 scalono za pomocą maszyny EOSINT M 270 (rys.1a). Uzyskano metalowy łuk zębowy składający się z dwunastu punktów protetycznych (rys.1b). Następnie przecinarką rotacyjną usunięto nadmiary spieku oraz pocięto łuk (rys.2a). Uzyskano dwanaście pojedynczych punktów protetycznych będących próbkami do badań (rys 2b).



Rys. 1. a) Maszyna EOSINT M 270 b) Łuk zębowy wykonany w technologii SLS, wraz z nadładkiem

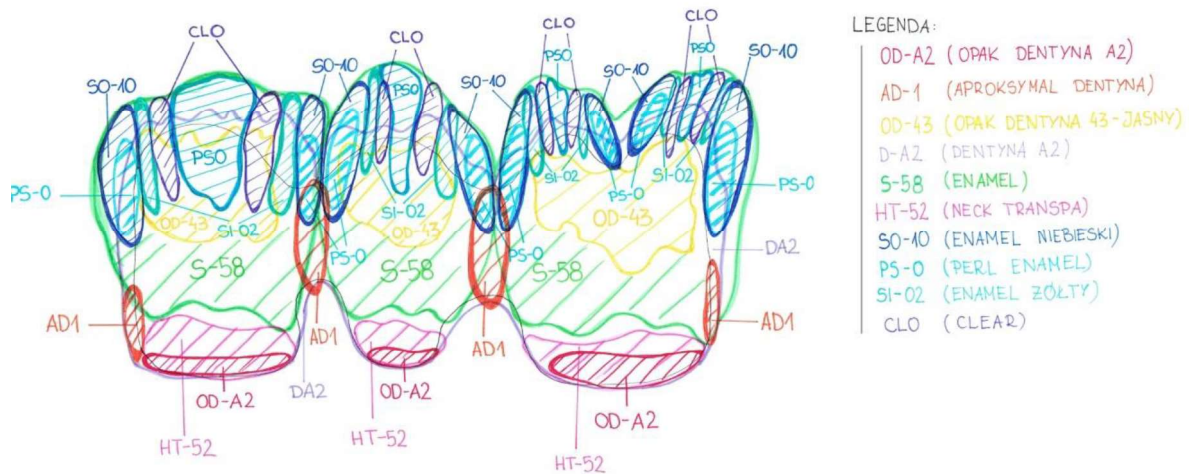


Rys. 2. a) Przecinanie spieku tarczą b) Pojedyncze punkty protetyczne do badań (próbki)

Kształt i wielkość próbek stanowi odwzorowanie rzeczywistych warunków uzębienia w przestrzeni jamy ustnej pacjenta poddanego leczeniu protetycznemu. Identyfikację ciągłości połączenia porcelany z metalem analizowano w oparciu o badania metalograficzne mikroskopowe.

Powierzchnie gotowych elementów opracowano korundem o gradacji: 50 μ m, 110 μ m, 250 μ m, w piaskarce Renfert basic quattro IS. Bombardowanie przeprowadzono pod ciśnieniem 3 bar w czasie 1,8-2 min. Ze względu na stosowane w technice dentystycznej trzy gradacje korundu, wytypowano zakres średnicy ścierniwa (50÷250 μ m).

Na metaliczny spiek o grubości 0,68mm nałożono podłoże w postaci dwóch warstw opakera. Warstwę wierzchnią korony protetycznej licowano porcelaną Willi Geller Creation. Celem uzyskania jak najlepszych wyników badań proces napalania został opracowany na podstawie wcześniej zaprojektowanej mapy nakładania kolejnych warstw (rys. 3).



Rys. 3. Projekt mapy poszczególnych warstw nakładania porcelany.

Porcelanę nakładano w dwóch etapach. Po każdym z nich wypalano ją w temperaturze 920°C pod ciśnieniem 973 Pa w piecu elektrycznym Galaxy ATC press.

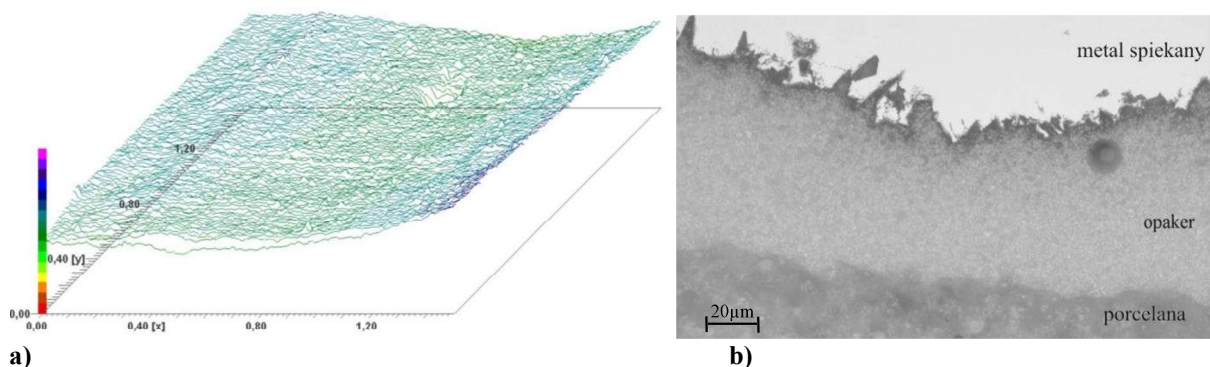
Tytułem oceny połączenia porcelany z warstwą wierzchnią podbudowy metalowej przeprowadzono standardowe badania strukturalne i powierzchniowe przy powiększeniu 25 do 500 razy. Wykorzystano mikroskop optyczny Zeiss Axio Imager M1m. Następnie przeprowadzono analizę warstwy wierzchniej w ocenie falistości i chropowatości za pomocą maszyny Mahr Pethro Consort.

4. WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

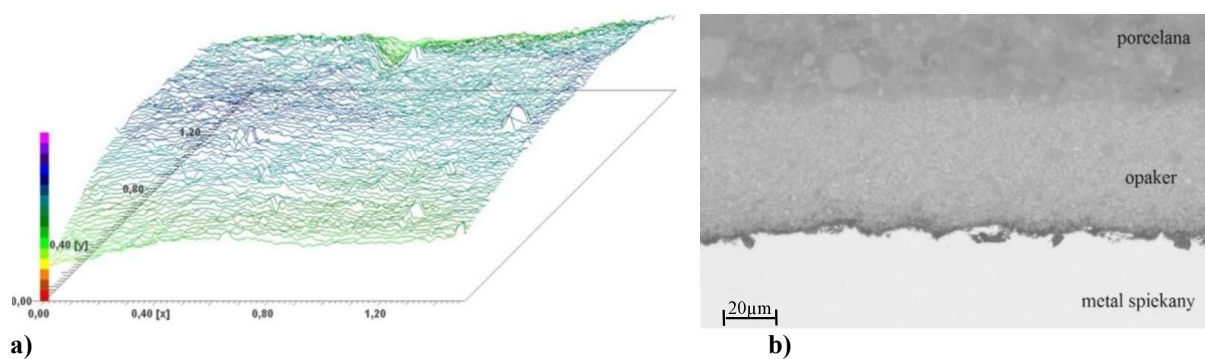
Powszechnie wiadomo, że chropowatość powierzchni po piaskowaniu zależy jest od wielu czynników takich jak: parametry obróbki, gatunek i struktura materiału [6].

Z analizy profili chropowatości powierzchni po piaskowaniu spieku kobaltowo-chromowego SP2 ustalono, że kształt i zaburzenia profilu w głównej mierze zależne są od gradacji stosowanego korundu.

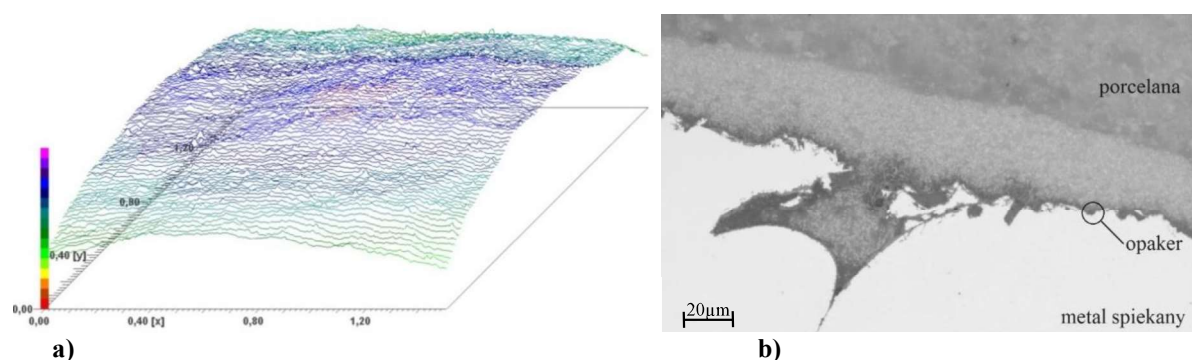
Intensywność zaburzeń chropowatości powierzchni zwiększyła się przy gradacji piasku 50µm oraz 250µm. Natomiast najlepsze wyniki uzyskano dla gradacji o wartości 110µm. Obrazuje to wynik badań zamieszczony na rys. 5a. Dobre połączenie podbudowy spiekanej z warstwą licującą potwierdzają badania metalograficzne mikroskopowe (rys.4b, 5b, 6b).



Rys. 4. a) Topografia powierzchni próbki A kondycjonowanej tlenkiem glinu o średnicy ziarna 50µm, b) Strukturalna analiza mikroskopowa, powiększenie 500x, gradacja 50µm



Rys. 5. a) Topografia powierzchni próbki B kondycjonowanej tlenkiem glinu o średnicy ziarna 110µm, b) Strukturalna analiza mikroskopowa, powiększenie 500x, gradacja 110µm



Rys. 6. a) Topografia powierzchni próbki C kondycjonowanej tlenkiem glinu o średnicy ziarna 250µm, b) Strukturalna analiza mikroskopowa, powiększenie 500x, gradacja 250µm

Stwierdzono, że zastosowana gradacja piasku powoduje znaczne zróżnicowanie w wartości parametrów takich jak: Ra, Rq, Rt. Odpowiednie wyniki dla każdej z gradacji przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki pomiaru chropowatości powierzchni dla próbki piaskowanej korundem o gradacji 50µm, 110µm, 250µm

		Gradacja korundu		
		50 µm	110 µm	250 µm
Parametr	Ra	0,71 µm	2,03 µm	1,77 µm
	Rq	0,9 µm	2,45 µm	2,26 µm
	Rt	6,13 µm	12,82 µm	12,38 µm

Rozwinięcie powierzchni z punktu widzenia możliwości ich łączenia i nanoszenia powłok jest najważniejszym parametrem. Według Grzesika [7] powierzchnia o większym rozwinięciu będzie ściślej przylegać do warstwy napalanej porcelany. Z przeprowadzonych badań wynika jednak, że po przekroczeniu wartości 110µm gradacji korundu, rozwinięcie powierzchni jest bardziej subtelne. Co za tym idzie kondycjonowanie korundem o gradacji 110µm najlepiej spełnia oczekiwania odnośnie dobrego połączenia kolejnych warstw (materiał metaliczny, opaker, porcelana). Analiza topografii powierzchni wykazała ponadto bardzo stabilny charakter opracowania materiału metalicznego kondycjonowanego korundem 110µm. Można wnosić, iż zapewni to wysoką klasę i ciągłość połączenia metal-ceramika.

5. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań i dyskusji wyników można wnosić co następuje:

- Badania metalograficzne potwierdzają oczekiwania odnośnie ciągłości połączenia kolejnych warstw – podbudowa spiekana – opaker – porcelana.
- Najlepszy efekt jakościowy opracowania powierzchni uzyskano po kondycjonowaniu piaskiem o gradacji 110 μ m.

LITERATURA

- [1] Majewski S., Pryliński M.: Materiały i technologie współczesnej protetyki stomatologicznej. Wyd. Czelej, Lublin 2013.
- [2] Czakon K., Wita K., Hajduga M.: Protetyczne podbudowy ze stałą warstwą ceramiczną, Aktualne Problemy Biomechaniki, Zabrze 2014, s. 17-20.
- [3] Borsuk-Nastaj B., Młynarski M.: Zastosowanie technologii selektywnego topienia laserem (SLM) w wykonawstwie stałych uzupełnień protetycznych, Protetyka Stomatologiczna, LXII, 2012, s. 203-210.
- [4] Ryniewicz A. i wsp.: Badania biomateriałów metalowych do komputerowego wspomaganie i wytwarzania stałych konstrukcji protetycznych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, 2014.
- [5] <http://www.creation-willigeller.com/en/products> (10.02.2016).
- [6] Broł S.: Badanie wpływu przebiegu i struktury procesu technologicznego na konstytuowanie chropowatości powierzchni. Praca doktorska, Opole 2002.
- [7] Grzesik W.: Wpływ topografii powierzchni na właściwości eksploatacyjne części maszyn, Mechanik, nr 8-9, Politechnika Opolska, 2015.

DEFECTS GENERATED IN THE STRUCTURE OF THE CONNECTION RESTORATIONS SINTERED PORCELAIN PROSTHETIC

Abstract: The foundation prosthetic connection with a layer of porcelain has a significant impact on the quality of the dental supplement. The development of selective laser micro powders metalurgy, has contributed to the start of the examination of this technology in the field of dental technology. The article presents an impact assessment conditioning sand Al₂O₃ grit : 50 μ m, 110 μ m, 250 μ m, laser- sintered surface prepared, class connection with the phase of the veneering. Proposals were formulated based on the results of the measurements of roughness and waviness floor space laser sintered.