

**Magdalena LITWINKO, Małgorzata GRĄDZKA-DAHLKE**, Katedra Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej, Politechnika Białostocka, Białystok

## **WPLYW TECHNOLOGII WYTWARZANIA NA WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁOWE STOPU KOBALTU WYKORZYSTYWANEGO W PROTETYCE DENTYSTYCZNEJ**

**Streszczenie:** Jednym z etapów w procesie powstawania protetycznego uzupełnienia dentystycznego jest realizacja zaprojektowanego kształtu protezy w tworzywie metalowym. Jest krokiem istotnym a zarazem narażonym na wiele niepowodzeń. W artykule przedstawiono porównanie dwóch metod wykonawstwa techniki dentystycznej: tradycyjnego odlewania oraz nowoczesnej SLM. Badaniom poddano protetyczny stop kobaltu w postaci prostopadłościennych próbek.

**Słowa kluczowe:** stopy kobaltu, protetyka dentystyczna, odlewnictwo, SLM

### 1. WSTĘP

Współczesne techniki wytwarzania, bazujące na różnorodnych technologiach i materiałach, stwarzają możliwości poprawy własności materiałowych. Od wieków do ratowania ludzkiego zdrowia stosowano metale, co nie mijало się z wątpliwościami i budziło kontrowersje. Obecny stan technologii sprawia, że stosowanie biomateriałów metalowych jest nadal niezbędne. Dotyczy to głównie ortopedii oraz stomatologii. Protetyka dentystyczna dzisiaj przestała interesować się tylko uzupełnieniem braków uzupełnienia jak niegdyś, jej cele są bardziej ambitne i rozległe [1].

Mając na uwadze dobro pacjenta laboratoria techniki dentystycznej poszukują odpowiedniej metody wytworzenia metalowego uzupełnienia utraconego uzębienia. W zależności od stawianych celów dobór metody wytwarzania uzupełnień jest bardzo indywidualny.

### 2. STOPY KOBALTU

Materiałami, z których początkowo wykonywano konstrukcję metalową uzupełnień protetycznych, były stale, złoto i platyna. Koszt metali szlachetnych i ich znaczny ciężar sprawił, że zostały one z powodzeniem zastąpione przez stopy kobaltowo-chromowe, które mają lepsze parametry techniczne i są znacznie tańsze.

Stopy kobaltu cechują się następującymi właściwościami:

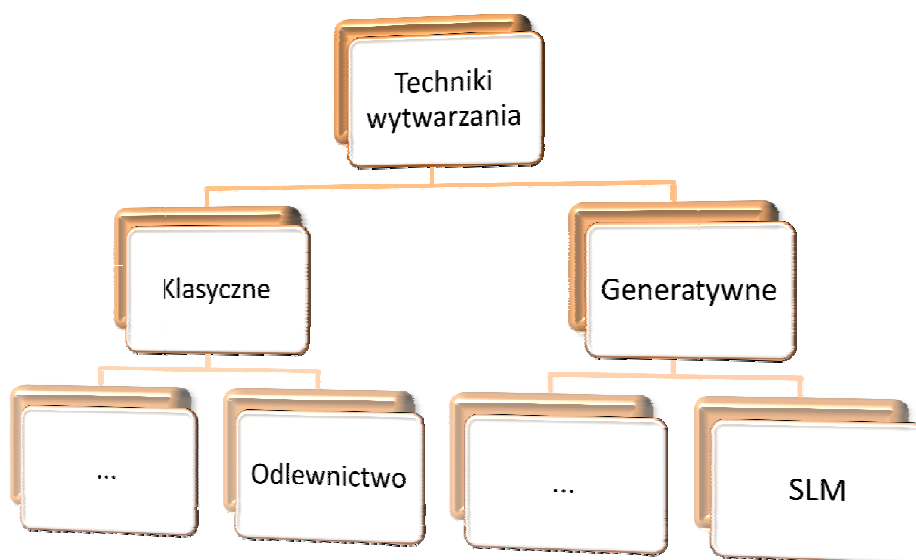
- dobrą biogodnością,
- niskim przewodnictwem cieplnym,
- wysoką wytrzymałością dla różnej rozległości elementu,
- krótkim czasem chłodzenia po odlaniu,

- niskim współczynnikiem rozszerzalności cieplnej,
- wysoką odpornością na korozję,
- łatwością obrabiania.

### 3. NOWOCZESNY SLM KONTRA KLASYCZNE ODLEWANIE

**Techniki klasyczne** kształtowały się wiekami doskonaląc swoje procesy celem polepszenia jakości wyrobów. Zaliczmy do nich m.in. odlewanie. Charakteryzują się dużym fizycznym wkładem pracy oraz ilością materiałów pomocniczych zużytych do uzyskania ostatecznego komponentu. Ilość etapów wykonywanych ręcznie przez człowieka wpływa na piętrzenie się omyłek przypadkowych, co przekłada się na jakość i funkcjonalność wyrobu.

**Techniki generatywne** to techniki wytwarzania, służące do szybkiego projektowania i wytwarzania modeli fizycznych oraz prototypów produktów otrzymanych zazwyczaj w wyniku przyrostowego nakładania warstw materiału na podstawie 3D modeli wirtualnych. Wykorzystują innowacyjne urządzenia procesorowe do sterowania techniką łączenia materiałów. Wytwarzanie obiektów odbywa się na podstawie ich trójwymiarowych modeli, zazwyczaj przez dodawanie kolejnych warstw materiału, inaczej niż w przypadku metod ubytkowych, np. tradycyjnej obróbki skrawaniem” (Standard ASTM z 2010 r.) [2].



Rys. 1. Miejsce odlewnictwa i SLM w rozgałęzieniach technik wytwarzania [2]

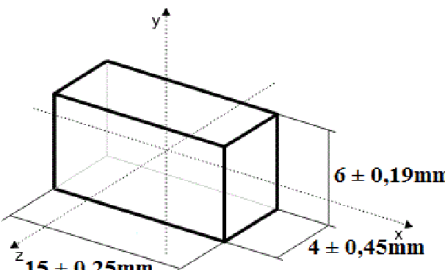
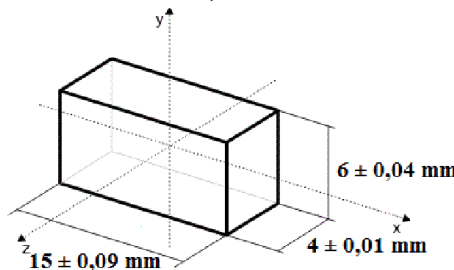
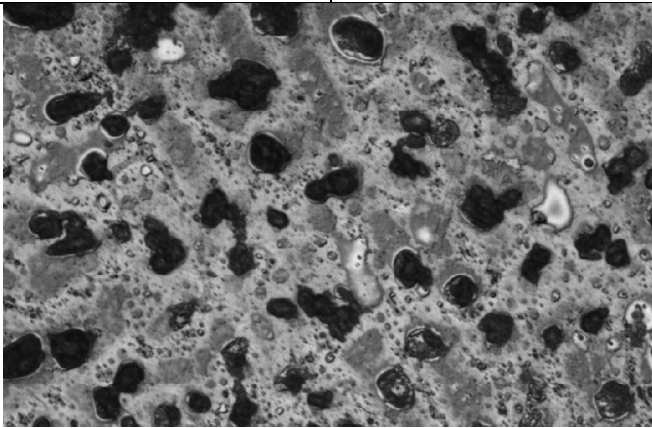
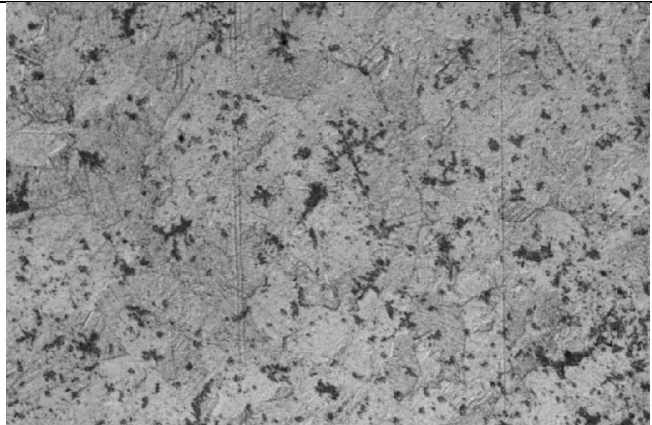
Obecnie najczęściej stosowaną metodą otrzymywania metalowych elementów (wkładów, koron, mostów, szkieletów protez ruchomych) jest odlewanie precyzyjne, które odbywa się metodą „traconego wosku” [3]. W chwili obecnej, dzięki rozpowszechnieniu systemów CAD/CAM, otrzymaliśmy nowe narzędzia do wykonywania uzupełnień metalowych: urządzenia wykorzystujące lasery lub wiązkę elektronów [4].

Badaniom poddano stop kobaltowy typu Co-Cr-Mo, często stosowany w stomatologii do wytwarzania uzupełnień protetycznych. Analizowano dwie metody wytwarzania elementów protez- tradycyjne odlewanie metodą traconego wosku i nowoczesną technikę wytwarzania elementów „na miarę”- SLM.

#### 4. PORÓWNANIE METOD WYTWARZANIA

Przeprowadzono badania na próbkach stomatologicznego stopu kobaltu wykonanych dwoma metodami: nowoczesna SLM i klasyczna odlewania. Przeprowadzono analizę i badania, a wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Porównanie cech elementu odlewanych i SLM

Cecha porównywana	ODLEW	SLM
Czas wykonania 1pkt protetycznego	4 godz. 30 min	9 godz.
Koszt wykonania 1pkt protetycznego	30 zł	15 zł
Odchyłki kształtu	<p>~0,45mm</p> 	<p>~0,1mm</p> 
Chropowatość Ra [mm]	16,89	33,21
Mikrotwardość HV <sub>0,1</sub>	211	662
Struktura odlewu		
Struktura SLM		

#### 4. WNIOSKI

Przed technikiem dentystycznym staje aktualnie wybór: czy poddać się nowoczesnym technologiom, czy pozostać w środowisku technik klasycznych. Głównym celem powinno być dobro pacjenta. Wiąże się to z dokładnością wykonania. Pomiary metrologiczne wykazały, że w technika odlewania wiąże się ze znacznie mniejszą dokładnością wymiarową. Ma to ogromne znaczenie, gdy dotyczy szczelności brzeżnej uzupełnień. Wyniki badań strukturalnych wykazały wpływ technologii otrzymywania na jakość materiału. Struktura stopu otrzymanego metoda SLM jest jednorodna, widoczne są regularne kryształy, gdzieśgdzie wydzielenia. Natomiast na przekroju próbki odlewanej widoczne są liczne pory oraz niejednorodność fazowa, struktura nie jest homogenna. Może to skutkowa wpływem na własności wytrzymałościowe wyrobu.

Efekt ekonomiczny wskazuje na opłacalność stosowania nowoczesnej metody SLM w przypadku większych placówek wykonawczych. Pod uwagę wzięte były tylko koszty materiałowe, nie wliczono kosztów ekonomicznych oraz kosztów utrzymania pracownika. Czasochłonność obu metod wskazuje na dwukrotną przewagę techniki SLM nad odlewaniem. Podkreślić trzeba że przez 9 godzin pracy projektant-wykonawca SLM wytworzy dużo więcej gotowych prac niż technik dentystyczny za pomocą odlewania. Co w wymiarze długoczasowym znowu korzystniej wypada na tle wykorzystywania SLM.

#### LITERATURA

- [1] Majewski S.: Podstawy protetyki w praktyce lekarskiej i technice dentystycznej, Wyd. Stomatologiczne SZS-W w Krakowie, Kraków 2000
- [2] [www.cebbis.eu](http://www.cebbis.eu), „Generatywne techniki wytwarzania w rozwoju innowacji”
- [3] Polak A.: Teoretyczne podstawy i wskazówki z zakresu odlewnictwa, Magazyn Nowoczesny technik dentystyczny, kwiecień czerwiec 2/2005
- [4] Santos E. C., Shiomi M., Osakada K., Laoui T.:Rapid manufacturing of metal components by laser forming. Inter. Journal of Machine Tools & Manufacture 46, 2006

### **THE EFFECTS OF PRODUCTION TECHNOLOGY ON COBALT ALLOY MATERIAL PROPERTIES USED IN DENTAL TECHNIQUES**

**Abstract:** One of the stages in the process of restoration of dental prostheses is the shape which was designed to achieve a complement in the metal. It is an important step and exposed to many setbacks. The article gives a comparison of two methods of dental technology: traditional casting and modern SLM. The test was in the form of a cobalt alloy prosthetic square bales samples.