

Patrycja PARTYKA, Katedra Inżynierii Materiałowej, Wyższa Szkoła Inżynierii Dentystycznej, Ustroń;

Maciej HAJDUGA, Katedra Inżynierii Materiałowej, Akademia Techniczno-Humanistyczna, Bielsko-Biała; Wyższa Szkoła Inżynierii Dentystycznej, Ustroń

OCENA STRUKTURALNA WYBRANYCH STOPÓW Cr-Ni NA PODSTAWIE BADAŃ METALOGRAFICZNYCH

Streszczenie. Praca zawiera analizę makroskopową struktur stopów chromowo-niklowych wykorzystywanych w technice dentystycznej. Obserwacja okiem nieuzbrojonym oraz przy niewielkim powiększeniu pozwala na wysunięcie wniosków na temat jakości odlanego stopu, a w przypadku wystąpienia nieprawidłowości strukturalnych umożliwia określenie przyczyn powstałych wad. Wykazano, iż prawidłowa pod względem technologicznym konstrukcja odlewów oraz poprawne przeprowadzenie procesów technologicznych są czynnikami umożliwiającymi uzyskanie prawidłowej struktury odlewu.

1. WSTĘP

Analizując strukturę stopów chromowo-niklowych posługujemy się między innymi badaniami makroskopowymi. Opierają się one na obserwowaniu okiem nieuzbrojonym bądź pod niewielkim powiększeniem powierzchni materiału, która uprzednio została odpowiednio przygotowana poprzez wyszlifowanie powierzchni, jej wypolerowanie czy też poddanie powierzchni próbki działaniu odczynników chemicznych [1].

Skład odczynników dobiera się w zależności od badanego materiału i efektu działania na poszczególne składniki strukturalne.

Do tego typu badań metalograficznych wykorzystuje się między innymi odczynniki ujęte w normie polskiej PN – 61/ H – 04502. Do najbardziej popularnych substancji trawiących należą: odczynnik Baumana, Heyna, Anczyca czy też Oberhoffera. Pozwalają one na ujawnienie struktury pierwotnej a także segregacji siarki lub fosforu. Ich działanie oparte jest na wykorzystaniu zjawiska korozji – wyzerają wytracenia niemetaliczne oraz silnie atakują nieciągłości [2].

Nowatorską metodą przeprowadzenia badań makroskopowych jest podgrzanie odczynnika trawiącego lub próbki przeznaczonej do trawienia o kilkanaście do kilkuset stopni w celu przyspieszenia procesu trawienia. Właściwość tę wykorzystano między innymi w próbie Meyera i Michholza czy też w trawieniu odczynnikami Portweina i Bastiena.

Przeprowadzenie badań makroskopowych pozwala ujawnić struktury stopów oraz wykryć zanieczyszczenia czy też wady takie jak nieciągłości w postaci pęcherzy, pęknięć, zwalcowań, jam skurczowych itd. [3].

Dzięki takiej analizie możemy określić prawidłowość struktury czy też ustalić przyczynę powstałych wad, co z kolei może posłużyć do rozwiązania konkretnych problemów technicznych, a także uchronić od popełniania błędów użytkowych bądź wykonawczych w przyszłości.

2. BADANIA MAKROSKOPOWE

2.1 Metodyka badań

W przeprowadzonych badaniach poddano analizie makroskopowej stopy chromowo – niklowe występujące pod nazwami handlowymi: Wirocer, Wirocer plus, Heraenium NA, Remanium CS oraz Magnum AN.

Stopy chromowo-niklowe są stosowane w odlewnictwie każdego typu protez stałych, w których nie jest wymagana cecha sprężystości. Charakteryzują się one następującymi właściwościami: gęstość 8,2 – 8,3 g/cm³, zakres temperatur topnienia 1250- 1430 °C, twardość w granicach 190 N/mm² w skali Vickersa, moduł elastyczności ok. 200 GPa. Odnznaczają się one również dobrą płynnością, wykazują dużą odporność na ciemnienie w środowisku jamy ustnej dzięki tworzeniu się na nich pasywnej warstewki tlenków, są odporne na korozję w środowisku jamy ustnej, wykazują wysoki potencjał elektrochemiczny, są nieodporne na działanie kwasu solnego i siarkowego [4,5,6].

Stopy poddane analizie strukturalnej odlano metodą konwencjonalną za pomocą palnika tlenowo-acetylenowego oraz wirówki.

Materiał przeznaczony do badań pobrano z obszaru reprezentatywnego dla całego elementu, a następnie poddano zabiegowi inkludowania (inkludowanie – umieszczenie w materiałach syntetycznych, żywicach, niskotopliwych substancjach niemetalicznych lub stopach metalowych). Tak przygotowane poddano szlifowaniu, polerowaniu oraz trawieniu chemicznemu.

Szlifowanie polega na usunięciu materiału próbki w wyniku działania na jej powierzchnię środka ściernego związanego w sposób trwały z powierzchnią szlifierską [4]. Obróbka szlifierska wykonywana jest na tokarkach lub frezarkach, a następnie za pomocą papierów ściernych o malejącej ziarnistości (nie mniejszej niż 0,062 mm). W ten sposób otrzymujemy powierzchnię lustrzaną z bardziej lub mniej widocznymi rysami.

Wyszlifowaną próbkę poddajemy polerowaniu wstępnemu oraz końcowemu. Wykorzystujemy w tym celu identyczne środki ściernie jak podczas szlifowania, jednak podłoże musi umożliwić swobodny ruch ziaren środka ściernego w kierunku pionowym i poziomym jednocześnie [7]. Polerowanie końcowe może być przeprowadzone kilkoma metodami:

- 1) mechanicznie za pomocą sukna polerskiego nałożonego na tarczę polerki, zwilżonego zawiesiną tlenku aluminium (tlenku żelaza) w wodzie;
- 2) chemiczno-mechanicznie używając środka trawiącego bezpośrednio na płótnie polerskim wraz ze środkiem ściernym;
- 3) chemicznie przecierając mieszaniną kwasów i rozpuszczalników powierzchnię próbki;
- 4) elektro-chemicznie wykorzystując energię powstającą w trakcie przepływu elektrolitu ze środowiskiem ściernym;
- 5) elektrolitycznie rozpuszczając anodowo warstwę wierzchnią szlifu [7].

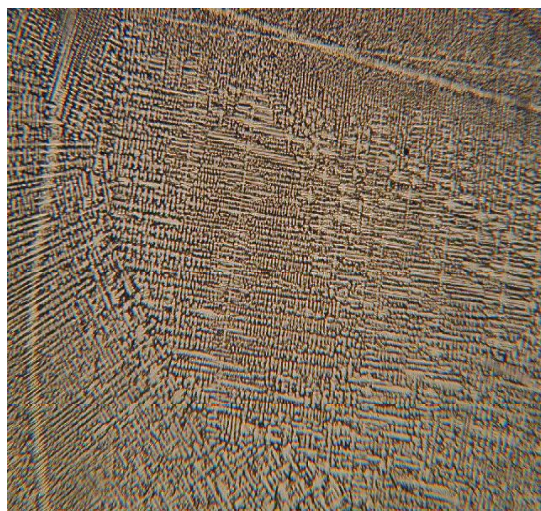
Tak spreparowane próbki metalograficzne poddaje się trawieniu chemicznemu wykorzystując odczynniki trawiące granice ziarn lub faz, czy też odczynniki o działaniu selektywnym rozpuszczającym lub barwiącym dany składnik struktury umożliwiając przy tym jego identyfikację. Stopy Cr-Ni wykorzystywane w badaniach trawiono przy użyciu odczynnika Mi17Cu, w skład którego wchodzi: 30 cm³ kwasu solnego, 10 g chlorku żelazowego, 120 cm³ alkoholu etylowego 96-procentowego. Wacikiem zamoczonym w substancji trawiącej przetarto zgłady próbek. Trawienie odbywało się w temperaturze otoczenia a jego czas, był uwarunkowany od jego skuteczności, wynosił minimalnie 30 sekund. Następnie próbki zostały opłukane pod bieżącą wodą i osuszone w strumieniu powietrza. Tak przygotowane do



Rys.1. Próbkę ze stopu Wirocer plus



Rys.2. Próbkę ze stopu Heraenium NA



Rys.3. Materiał Magnum AN,
traw. Mi17Cu, pow. 20x



Rys.4. Materiał Wirocer,
traw. Mi17Cu, pow. 10x

2.2 Wyniki badań i dyskusja

Obserwując okiem nieuzbrojonym wykonane próbki ze stopów Cr-Ni możemy dostrzec liczne wady o charakterze nieciągłości takie jak: niedolewy, pęcherze czy chropowatość.

Struktura na rys.1 charakteryzuje się brakiem pewnych części lub niepełnym ich odtworzeniem. Tego typu wada zwana jest *niedolewem* i tworzy się w skutek niepełnego wypełnienia formy ciekłym metalem. Na jej powstanie mogą mieć wpływ takie czynniki jak: lejność stopu, temperatura ciekłego metalu, obecność tlenków metali w stopie, nieprawidłowe

zaprojektowanie rozmieszczenia odlewów w choince odlewniczej oraz nieodpowiednia budowa układu wlewowego.

Na lejność stopu znaczny wpływ ma skład chemiczny stopu i temperatura zalewania form. Im lepsza lejność stopu, tym mniejsza skłonność do nieprawidłowego zapełnienia formy i niedokładnego odwzorowania jej kształtów [8]. Skłonność do tworzenia się niedolewów maleje wraz ze wzrostem temperatury ciekłego stopu metalu. Ilość tlenków powstałych w trakcie wytopu lub podczas zalewania form prowadzi do obniżenia lejności.

Aby uniknąć powstawania niedolewów należy zachować odpowiednią szybkość podnoszenia się poziomu metalu w formie np. poprzez dobór właściwych wlewów doprowadzających oraz odpowiednie ułożenie odlewanych przedmiotów, a także zadbać o zachowanie odpowiednich czynników i parametrów procesu jak temperatura zalewania, odpowiedni skład chemiczny stopu oraz staranne przygotowanie form do zalewania [8].

Na wszystkich badanych próbkach możemy stwierdzić obecność *pęcherzy gazowych* (rys.2). Powstają one wówczas, gdy gazy wydzielające się po zalaniu formy oraz zassane powietrze przenikają do metalu i nie mogą przemieścić się przez krzepnący odlew [9]. Mogą się one utworzyć także, gdy na powierzchni formy znajdują się jakiegokolwiek elementy gazotwórcze lub gdy masa formierska jest zbyt wilgotna, niedostatecznie przepuszczalna, o dużej higroskopijności w stanie wysuszonym, posiada nadmierną ilość składników gazotwórczych. Pęcherze mogą występować z powodu nieprawidłowo wykonanego lub źle funkcjonującego układu wlewowego, powodującego zbyt burzliwe wpływanie metalu do wnęki formy.

Nie zachowanie absolutnej próżni w trakcie rozrabiania masy osłaniającej z płynem najprawdopodobniej odzwierciedliło się w postaci powstawania pęcherzy gazowych w badanych próbkach. Należy zwracać szczególną uwagę na właściwą procedurę przygotowania masy ogniotrwałej.

Zwracając uwagę na widok ogólny próbek na wielu dostrzec lub wyczuć możemy nierówności powierzchni odlewu mające różny kształt i wielkość – *chropowatość*. Powstaje ona zwykle jako skutek niegładkiej powierzchni formy, a także w skutek zmian jakim ulega materiał formy pod wpływem wysokiej temperatury ciekłego metalu. Odlewy mają tym gładszą powierzchnię, im bardziej drobnoziarnista jest osnowa piaskowa formy.

Wpływ na powstawanie takich nierówności powierzchni ma także użycie form zbyt długo przetrzymywanych po ich wykonaniu przez zalaniem metalem lub form uszkodzonych.

Chropowatość odlewu tworzy się często z powodu zbyt wysokiej temperatury zalewania lub zalewanie zbyt silnym strumieniem metalu.

Chropowatość można znacznie zmniejszyć poprzez odpowiednie oczyszczenie odlewu, a także poprzez wykorzystanie mas formierskich o optymalnych właściwościach dla danego stopu.

Badania makroskopowe stopów przy użyciu mikroskopu optycznego w powiększeniu 20x umożliwiło identyfikację struktury pierwotnej stopów. Widoczne stały się takie elementy struktury jak *osie dendrytów* (rys.3), jeszcze bardziej zauważalne stały się granice ziarn (rys.4). Segregacja dendrytyczna powstaje w wyniku nierównomiernego rozpuszczenia się w metalu niektórych zanieczyszczeń [10]. Zmniejsza ją wyżarzanie ujednorodniając. Podczas tego procesu zmniejsza się twardość i jego ustabilizowanie sygnalizuje zakończenie procesu.

2.3 Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań strukturalnych makroskopowych można wysnuć następujące wnioski:

- 1) Badania makroskopowe pozwalają na stosunkowo szybką identyfikację powstałych wad i przyczyn ich tworzenia się, co pozwala na skuteczne ich wyeliminowanie z procesu produkcyjnego.
- 2) Zbyt krótkie lub za intensywne trawienie zgładów powoduje zniekształcenie obrazu struktury stopu podczas obserwacji makroskopowej lub całkowicie uniemożliwia jego identyfikację.
- 3) Najczęstszymi przyczynami powstawania wad struktury stopów są błędy na poszczególnych etapach wytwarzania odlewu, takie jak: nieprawidłowe zaprojektowanie układu wlewowego, zła jakość formy odlewniczej, zachowywanie nieprawidłowych parametrów podczas topienia metalu.
- 4) Prawidłowa pod względem technologicznym konstrukcja odlewów oraz poprawne przeprowadzenie procesów technologicznych są czynnikami niezbędnymi umożliwiającymi uzyskanie prawidłowej struktury odlewu.

LITERATURA

- [1] Przybyłowicz K.: Metaloznawstwo cz I. Struktura metali i stopów. Metody badania. Kraków: Wyd. AGH, 1980.
- [2] PN – 61 / H – 04502: Odczynniki do badania makrostruktury stopów żelaza.
- [3] Janas R.: Materiałoznawstwo z ćwiczeniami laboratoryjnymi. Warszawa: PWN, 1987
- [4] Kordasz P., Wolanek L.: Materiałoznawstwo protetyczno – stomatologiczne. Warszawa: PZWL, 1983.
- [5] Majewski S.: Podstawy protetyki w praktyce lekarskiej i technice dentystycznej. Kraków: Wyd. Stomatologiczne SZS – W 2000.
- [6] Shillinburg A.T., Hobo S., Whitseet L.D.: Protezy stałe. Zarys postępowania klinicznego i laboratoryjnego. Warszawa: Wyd. Kwintesencja, 1997.
- [7] Cebula D., Wiedermann J.: Badania metalograficzne. Preparatyka i metody badań. Warszawa: Biuro Gamma, 1999.
- [8] Zych J.: Analiza wad odlewów. Wybrane zagadnienia – laboratorium. Kraków: Wyd. AGH, 1993.
- [9] Fałęcki Z.: Analiza wad odlewów. Skrypty uczelniane nr 1283.; Kraków: Wyd. AGH, 1991.
- [10] Wendorff Z.: Metaloznawstwo. Warszawa: WNT, 1976.

ANALYSIS OF THE STRUCTURES OF SELECTED CHROME-NICKEL ALLOYS BASED ON MACROSCOPIC INVESTIGATIONS

Summary. The thesis contains macroscopic analysis of the structures of samples of chrome-nickel used in dental technique. Observation of etched samples was conducted by unaided eye as well as at small magnification, up to 30 times. Macroscopic tests allow for drawing conclusions about the quality of a cast alloy, and in case of occurrence of structural irregularities, they permit identification of the causes for the defects. It was demonstrated that technologically correct structure of casts and correct conduct of technological processes are factors that facilitate obtaining a correct structure of the cast.