Mikrostruktura i właściwości brązów cynowych wytworzonych metodą SPD

Joanna Sobota[1] , Kinga Rodak[2], Marek Nowak[1], Katarzyna Bilewska[1], Krzysztof Marszowski[1], Jarosław Kalabis[1], Zbigniew Rdzawski[1], Wojciech Głuchowski[1]

[1] Instytut Metali Nieżelaznych, ul.Sowińskiego 5, 44-100 Gliwice, [2]Politechnika Śląska, ul.Krasińskiego 8, 40-019 Katowice

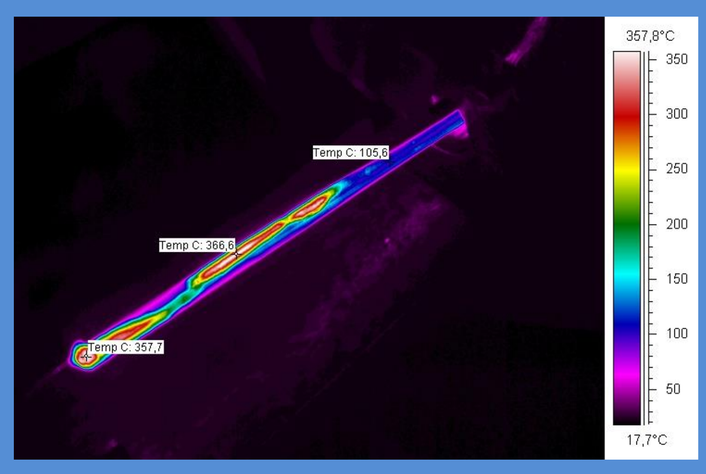
MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Materiał do badań stanowiły stopy CuSn10, CuSn15, CuSn20 po homogenizowaniu w temperaturze 740°C przez 24 godziny i wyciskaniu współbieżnym z cyklicznym obrotem matrycy (KOBO). Przed wyciskaniem próbki nagrzewano w piecu oporowym w zakresie temperatury 590°C z nadmuchem nadciśnieniowym gazu ochronnego (azot).
Temperatura recypięta wynosiła ok. 60°C. Wszystkie próby były prowadzone przy stałej wartości kąta obrotu matrycy, który wynosił 8°. Dla wszystkich wyciskanych próbek stosowano częstotliwość obrotu matrycy w zakresie 4-5 Hz. Na próbkach po odlewaniu i homogenizacji oraz po wyciskaniu przeprowadzono badania korozyjne w sztucznej ślinie i w środowisku obojętnej mgły solnej. Na próbkach zmierzono twardość metodą Vickersa oraz wykonano próbę wytrzymałości na rozciąganie. Badania mikrostruktury przeprowadzono na mikroskopie LM (Olimpus GX71), SEM (ZEISS LEO GEMINI 1525) i STEM (HITACHI HD-2300A). Badania dyfraktometryczne wykonano na XRD7 firmy Seifert-FPM. Statyczną próbę rozciągania przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej firmy INSTRON 4505/5500. Badania termowizyjne wykonano przy użyciu systemu termowizyjnego ThermaCam SC640 firmy FlirSystems.

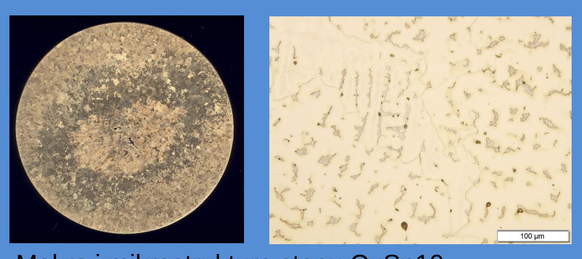
Przykładowe wlewki ze stopu CuSn

Prasa hydrauliczna poziomo pracująca w systemie Kobo

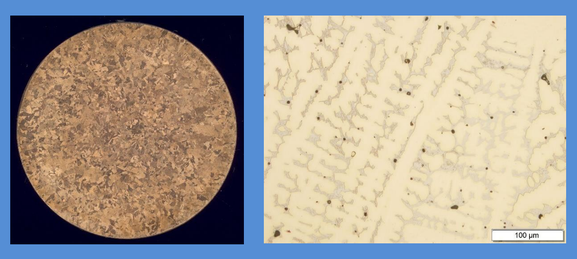
Przykładowa piętka po wyciśnięciu



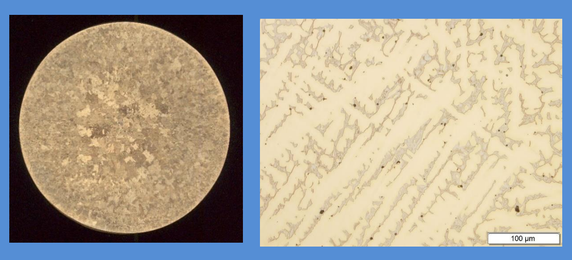
Termogram wyciśniętego pręta ze stopu CuSn15



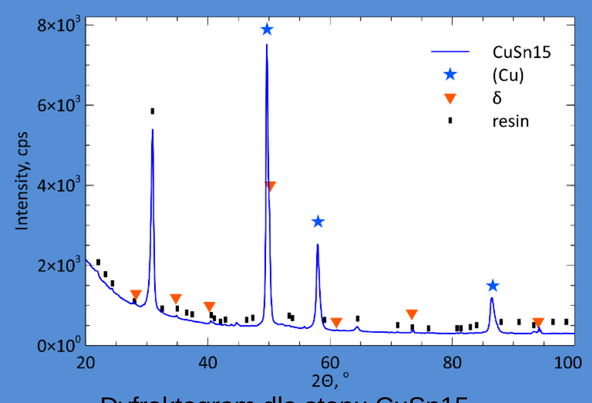
Makro i mikrostruktura stopu CuSn10 po odlewaniu i homogenizacji



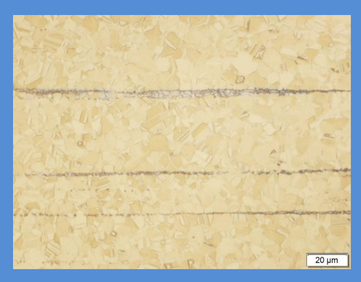
Makro i mikrostruktura stopu CuSn15 po odlewaniu i homogenizacji

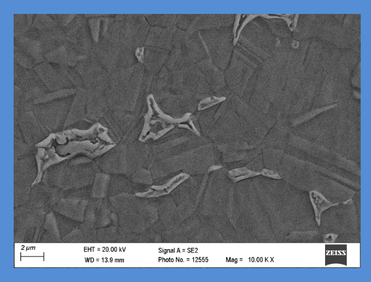


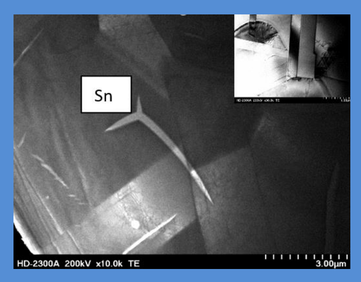
Makro i mikrostruktura stopu CuSn20 po odlewaniu i homogenizacji



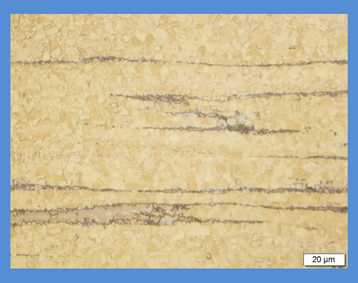
Dyfraktogram dla stopu CuSn15

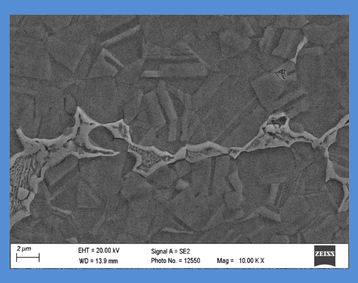


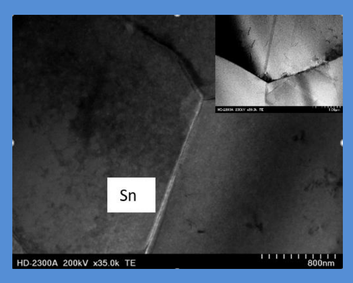




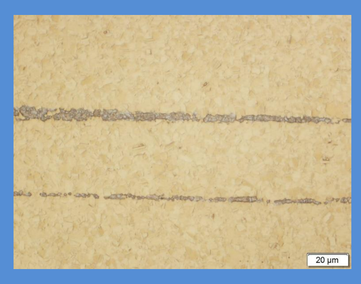
Mikrostruktura stopu CuSn10 po wyciskaniu

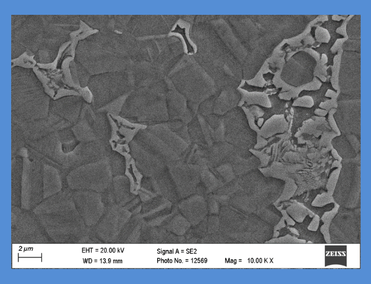


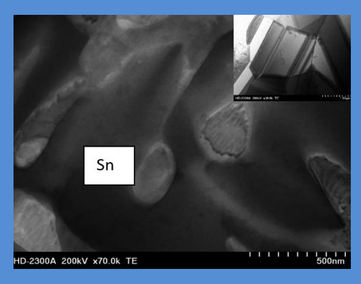




Mikrostruktura stopu CuSn15 po wyciskaniu



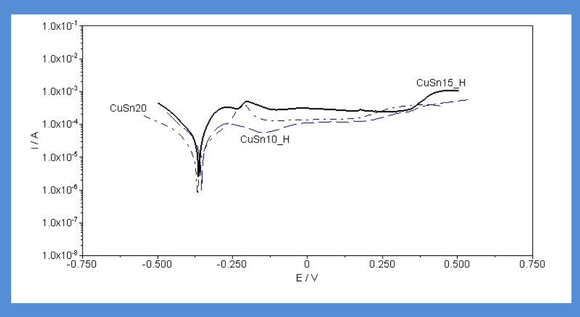




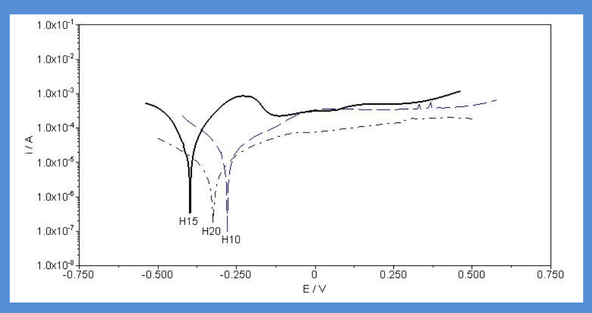
Mikrostruktura stopu CuSn20 po wyciskaniu

Wyniki korozyjne uzyskane w mgłach solnych

Oznaczenie próbki	średni ubytek masy [g]	średni ubytek masy [%]
CuSn10 odlane	0,0016	0,05
CuSn15 odlane	0,0027	0,08
CuSn20 odlane	0,0119	0,36
CuSn10 wyciskane	0,0093	0,06
CuSn15 wyciskane	0,0111	0,06
CuSn20 wyciskane	0,0115	0,06



Krzywe polaryzacyjne dla próbek po odlaniu CuSn10 H, CuSn15 H, CuSn20 H



Krzywe polaryzacyjne dla próbek po wyciskaniu CuSn10 H, CuSn15 H, CuSn20 H

Wyniki wytrzymałości na rozciąganie, umownej granicy plastyczności i twardości dla próbek po wyciskaniu

stop	Rm [MPa] φ5	R0,2 [MPa] φ5	HV1	Rm [MPa] φ7	R0,2 [MPa] φ7	HV1
CuSn10	563	313	161	570	320	165
CuSn15	584	262	164	575	281	171
CuSn20	592	248	170	600	282	179

Przełom po zrywaniu pręta CuSn10

Przełom po zrywaniu pręta CuSn15

Przełom po zrywaniu pręta CuSn20

WNIOSKI:

Wyniki badań wykazały, że możliwa jest przeróbka plastyczna stopów odlewniczych CuSn10, Cusn15, CuSn20. Z badań dyfraktometrycznych wynika, że we wszystkich próbkach występują dwie fazy zawierające miedź i cynę. Główną fazą jest roztwór stały na bazie miedzi o strukturze regularnej (grupa przestrzenna Fm-3m) oraz cyna o strukturze regularnej (grupa przestrzenna F-43m), określana w literaturze jako faza δ. Na postawie badań STEM wykazano tworzenie się równoosiowych ziaren bliźniaków i błędów ułożenia. W substrukturze występowały również dyslokacje. Wzrost zawartości cyny nie wpływał znacząco na wzrost właściwości mechanicznych w próbkach po wyciskaniu. Wykazano, że stop CuSn10 po KOBO cechuje się plastycznością, natomiast stopy CuSn15 i CuSn20 nie wykazywały plastyczności (przełom kruchy). Badania korozyjne wykonane metodą elektrochemiczną w środowisku sztucznej śliny wykazały, iż wzrost zawartości cyny w analizowanych stopach skutkuje wzrostem odporności korozyjnej. Wartości gęstość prądu korozji dla próbek o zawartości cyny 20% są najmniejsze, natomiast wartość oporu polaryzacyjnego największa. Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w odporności korozyjnej pomiędzy materiałami odlewanymi i wyciskanymi.

Kontakt: joanna.sobota@imn.gliwice.pl

Badania wykonano w ramach pracy statutowej realizowanej w Instytucie Metali Nieżelaznych w Gliwicach