

Masywne szkła metaliczne to materiały, które już na stałe zagościły wśród głównych nurtów rozwoju inżynierii materiałowej. Są to stopy metali o stosunkowo dużej zdolności do zeszklenia, spośród których największe znaczenie w zastosowaniach konstrukcyjnych mają stopy na osnowie cyrkonu. Cechują się one optymalnym połączaniem bardzo dobrej zdolności do zeszklenia oraz wysokimi właściwościami mechanicznymi. Pozwala to na wytwarzanie litych i masywnych kształtek, z których w stanie cieczy przechłodzonej formuje się gotowe produkty do bardzo specjalistycznych zastosowań.

Różne zespoły badawcze na całym świecie stale poszukują nowych składów stopowych o jeszcze większej zdolności do zeszklenia bądź o jeszcze lepszych właściwościach użytkowych. Współcześnie nie najpopularniejszymi metodami pomiaru zdolności do zeszklenia metalicznych stopów szkłotwórczych są:

- 1) wyznaczenie rednicy krytycznej amorficznego odlewu metodą dyskretną, tj. poprzez odlewanie szeregu szybkochłodzonych próbek o skokowo rosnącej rednicy,
- 2) obliczenie jednego lub kilku spośród wielu dostępnych w literaturze wskaźników termicznych, których wzory składają się z temperatur charakterystycznych wyznaczanych w trakcie ciągłego ogrzewania szkła.

Innym metodą wyznaczania rednicy krytycznej, choć ciągle mało popularną i wyraźnie trudniejszą od metody dyskretną, jest próba stożkowa. Jest to metoda określenia rednicy krytycznej z użyciem przekroju odlewu o rednicy rosnącej w sposób ciągły, a więc dając możliwość wyznaczenia rednicy krytycznej za pomocą tylko jednego odlewu.

Celem Projektu jest zbadanie zdolności do zeszklenia wybranych grup stopów na osnowie cyrkonu trzema, powyżej wspomnianymi, metodami: metodą dyskretną, metodą próby stożkowej, metodą wyznaczenia wskaźników termicznych. Umożliwi to jakoś i ilościowe porównanie otrzymanych wyników. Proponowane grupy stopów do badania to stopy nieznacznie różniące się składem pierwiastkowym oraz stopy o stałym składzie, ale różniące się jedynie stopniem czystości cyrkonu, co może znacząco wpłynąć na zdolność do zeszklenia jego stopów. Dzięki takiemu doborowi stopów umożliwi się przy okazji zweryfikowanie jakichś wyników w tych dwóch przypadkach danych z metod opisujących zdolność do zeszklenia, co również jest dodatkowym celem Projektu.

W projekcie realizowane będą następujące badania podstawowe:

- 1) Próba stożkowa przeprowadzona dla wybranych grup stopów na osnowie cyrkonu. W tym badaniu wykorzystana będzie miedziana forma odlewnicza w kształcie ciętego stożka o zakresie rednic od 2 do 12 mm i kącie rozwarcia zbliżonym do próby klinowej: około  $10^\circ$ . Po wykonaniu próbek w kształcie stożków i przecięciu ich dokładnie wzdłuż osi symetrii przygotowane zostaną standardowe próbki metalograficzne. Wyznaczenie rednicy krytycznej planowane jest przy użyciu mikroskopu świetlnego i skaningowego mikroskopu elektronowego, który zapewni jeszcze większą dokładność w obserwowaniu submikronowych kryształitów. Rednica krytyczna wyznaczona zostanie w miejscu, w którym zostanie odnaleziony ostatni kryształit.
- 2) Określenie rednicy krytycznej metodą dyskretną realizowane będzie poprzez wykonanie kilku odlewów w kształcie próbek o rednicy zbliżonej do rednicy krytycznej wyznaczonej w próbie stożkowej. Przekrój poprzeczny poddany zostanie badaniom dyfrakcji promieni rentgenowskich. Wyznaczona w ten sposób rednica krytyczna dla różnych stopów umożliwi porównanie wyników z próbami stożkowymi.
- 3) Wykonanie pomiarów cieplnych metodami różnicowej analizy termicznej umożliwi wyznaczenie temperatur charakterystycznych stopów:  $T_g$  – temperatura zeszklenia,  $T_x$  – temperatura początku krystalizacji,  $T_m$  – temperatura solidusu,  $T_l$  – temperatura likwidusu. Zostaną one użyte do obliczenia różnych wskaźników stosowanych do opisywania zdolności do zeszklenia, takich jak starsze:  $T_{rg} = T_g/T_l$ ,  $T_{rg} = T_x/(T_g + T_l)$ ,  $T_{xg} = T_x - T_g$ , czy nowsze:  $T_{rg} = T_x/T_l$ , czy  $T_{xg} = T_x/(T_l - T_g)$ . Planowane jest także utworzenie funkcji korelacyjnych między rednicą krytyczną a różnymi wskaźnikami cieplnymi, co umożliwiłoby wybranie wskaźnika najlepiej opisującego zdolność do zeszklenia w sytuacji zmiany czystości cyrkonu lub w przypadku modyfikacji składu pierwiastkowego. Realizacja założonych badań umożliwiłaby obiektywną weryfikację przydatności próby stożkowej. Ponadto, ukazanie jej w tle innych powszechnie stosowanych metod umożliwiłoby podkreślenie zalet próby stożkowej w dziedzinie określenia zdolności do zeszklenia stopów metalicznych. Poszerzyłyby to w znacznym stopniu możliwości badawcze, jakimi dysponują naukowcy zajmujący się szklami metalicznymi.

Dodatkowe korzyści płynące z realizacji proponowanych badań to także:

- uzupełnienie wiedzy na temat wpływu składu pierwiastkowego na zdolność do zeszklenia stopów z układu Zr-Cu-Al-Ag,
- ilościowa ocena wpływu czystości cyrkonu na zdolność do zeszklenia jego stopów.