

## Streszczenie rozprawy doktorskiej mgr inż. Joanny Lipeckiej

### “Phenomenon of melting point depression in Al-Si/AlN nanomultilayer system and its application in joining of ultrafine grained aluminium alloys”

W pracy podjęto badania nad zjawiskiem obniżenia temperatury topnienia (z ang. Melting Point Depression) w układach nanowarstw oraz wykorzystaniem takich układów w procesach lutowania materiałów o niskiej stabilności cieplnej. Samo zjawisko zostało dość dobrze przebadane i udokumentowane szczególnie dla swobodnych nanocząstek. Układy nanowarstw mają znacznie bardziej skomplikowaną mikrostrukturę zawierającą dużą ilość defektów, których wpływ na obniżenie temperatury topnienia oraz na mechanizm ich topnienia wciąż nie został dobrze poznany.

Celem pracy było: (1) zrozumienie efektu obniżenia temperatury topnienia w układach nanowarstw Al-Si/AlN, (2) określenie mechanizmu topnienia nanowarstw Al-Si w obniżonej temperaturze, z uwzględnieniem wpływu grubości warstw, ich krystaliczności i składu chemicznego, (3) aplikacja układu nanowarstw jako lutowia w niskotemperaturowym procesie spajania nanokrystalicznego stopu aluminium serii 7XXX.

Badane układy nanowarstw wytworzono metodą rozpylania magnetronowego. Składały się one z naprzemiennie ułożonych warstw ceramicznych (AlN) oraz metalicznych o różnym składzie chemicznym, tj. o składzie stopu eutektycznego Al-Si<sub>12at%</sub>, stopu nadeutektycznego Al-Si<sub>50at%</sub> oraz czystego Al. Warstwy ceramiczne miały grubość z zakresu 3 - 5 nm, natomiast warstwy metaliczne 3 - 20 nm. Wytworzone układy zostały scharakteryzowane pod względem grubości i struktury warstw metalicznych (krystaliczność, ilość i rodzaj faz) oraz koherencji granicy międzyfazowej ceramika - metal. W kolejnym etapie analizowany był proces topnienia warstw, w tym temperatura, w której na powierzchni układu pojawia się faza ciekła. Dla wybranych stanów przeprowadzono badania zmian strukturalnych pod wpływem wysokiej temperatury. W tym celu wykorzystano techniki badawcze takie jak skaningowa i transmisyjna mikroskopia elektronowa oraz spektroskopia elektronów Auger.

W pracy wskazano czynniki mikrostrukturalne warunkujące występowanie i intensywność zjawiska obniżenia temperatury topnienia w zależności od składu chemicznego warstwy metalicznej. Zaproponowano także mechanizm topnienia w obniżonej temperaturze nanowarstw stopu Al-Si<sub>12at%</sub>. W dalszej części pracy przeprowadzono próby lutowania nanokrystalicznego stopu AA7475 z wykorzystaniem układu nanowarstw Al-Si<sub>12at%</sub>/AlN jako nano-lutowia.

Doktorant



Mgr inż. Joanna Lipecka

Promotor



Prof. dr hab. inż. Małgorzata Lewandowska