

Streszczenie pracy doktorskiej mgr Ewy Kowalskiej - Strzęciwiłk

„Układy równowagi faz dwu i trójskładnikowych stopów na bazie aluminium”

Praca dotyczy badań składu fazowego stopów Al-Cu-Cr, Al-Pd-Fe oraz Al-Cr w zakresie temperatur występowania faz kwazikrystalicznych w tych stopach. Badania uzupełniają lukę w danych literaturowych na temat układów potrójnych Al-Cu-Cr i Al-Pd-Fe, które charakteryzuje występowanie faz kwazikrystalicznych. Układy te są niezwykle interesujące ze względu na ich poznawczy charakter, istnieje, bowiem dużo rozbieżności w dotychczasowych opracowaniach na temat występowania stabilnych faz kwazikrystalicznych, a w szczególności w zakresie temperatur 900^o – 1 000^oC. Obszary, w których pojedyncze fazy kwazikrystaliczne są stabilne przy różnych temperaturach w powyższych układach nadal są nieznane.

Na podstawie przeprowadzonych badań określono równowagi fazowe w układzie Al-Pd-Fe w temperaturze 1 020^oC oraz 900^oC. W układzie tym przy zawartości powyżej 50 at. % Al w przedziale temperatur od 750^oC do 1 020^oC tworzy się pięć termodynamicznie stabilnych trójskładnikowych związków: trzy z układu regularnego **C**, **C₁**, **C₂** oraz dwa z układu rombowego **O**-Al₁₃(Fe, Pd)₄ i **N**-Al_{76,6}Pd_{10,0}Fe_{13,4}. Ujawniona aproksymanta z układu rombowego **N** o składzie \sim Al_{76,6}Pd_{10,0}Fe_{13,4}, jest podobna do dekadagonalnej fazy **D₄**. Dyfraktogram elektronowy fazy **N** wzdłuż kierunku [010] wykazuje wyraźnie pseudo-symetrię wzdłuż osi 10-krotnej. Ujawniona faza dekadagonalna **D₄** jest metastabilna. Fazę dekadagonalną **D₄** z parametrem sieciowym 1.6 nm wzdłuż osi dziesięciokrotnej zaobserwowano dla składu pomiędzy 73 at. % a 82 at. % zawartości Al i od 10 at. % do 17 at. % zawartości Pd. W stopach Al-Pd-Fe fazę dekadagonalną zawsze obserwowano w mieszaninie z sąsiednimi fazami. Trzy związki z układu regularnego **C**, **C₁**, **C₂** tworzące się w układzie Al-Pd-Fe są typowymi aproksymantami faz ikosaedrycznych, natomiast faza **O** z układu rombowego oraz faza **M** z układu jednoskośnego są typowymi aproksymantami faz dekadagonalnych. Badania za pomocą mikroskopii elektronowej TEM wykazały nieprzerwany charakter zmian struktury roztworu stałego ϵ przy zmianie składu trzecim składnikiem (żelazem). Wszystkie odmiany strukturalne fazy „ ϵ ” są typowymi aproksymantami faz dekadagonalnych. Obszar faz „ ϵ ” składa się z czterech podobszarów faz: ϵ_6 , ϵ_{16} , ϵ_{22} , ϵ_{28} , należących do układu rombowego. Parametr sieciowy wszystkich odmian strukturalnych faz „ ϵ ” zmienia się w zakresie $a=2.33$ nm do 2.35 nm oraz $b=1.62$ nm do 1.68 nm. Nieznaczne różnice w tych wartościach powodują, że ich elektronogramy wzdłuż kierunku [001] mają identyczny charakter dla wszystkich czterech przypadków. Fazy ϵ_6 i ϵ_{22} posiadają prymitywną komórkę elementarną, natomiast fazy ϵ_{16} i ϵ_{28} mają komórkę centrowaną na podstawach.

W układzie dwuskładnikowym Al-Cr ujawniono nową fazę ν o składzie Al₇₅Cr₂₅ i strukturze zbliżonej do struktury fazy Al₁₁Mn₄ z układu trójskośnego. Nowa faz tworzy się w zakresie temperatur 700^oC do 800^oC w wyniku reakcji perytektoidalnej z Al₄Cr oraz niskotemperaturowej odmiany fazy γ_2 i jest metastabilna. Otrzymane wyniki dotyczące określenia obszaru występowania fazy „ γ ” wykazują, iż obszar ten składa się z niskotemperaturowego i wysokotemperaturowego podobszaru. Faza niskotemperaturowa jest zniekształconą strukturą romboedryczną typu γ -mosiądzu. Zniekształcenie struktury zwiększa się wraz ze wzrostem zawartości chromu. W oparciu o otrzymane dane skonstruowano układ Al-Cr w obrębie występowania fazy γ dla zakresu wysokich temperatur.

Przeprowadzone badania układu Al-Cu-Cr nie potwierdziły stabilności faz dekadagonalnych w stopach wyżarzanych w temperaturach 1 000^oC i 900^oC. W temperaturze 1 000^oC nie ujawniono tworzenia się faz trójskładnikowych. W tej temperaturze zarówno chrom jak i miedź rozpuszczają znaczącą ilość aluminium, ale ich

wzajemna rozpuszczalność jest stosunkowo mała. Obszar Cr wraz ze wzrostem aluminium bardzo słabo rozszerza się w kierunku środka układu. Przy osiągnięciu zawartości około 3 at. %, Cu obszar sięga 40 at. % Al. Od strony naroża Cu obszar miedzi jest węższy i sięga tylko 0.5 at. % Cr oraz 16 at. % Al. W temperaturze 1 000°C obserwujemy na cięciu izotermicznym Al-Cu-Cr cztery obszary, w których trzy fazy występują w równowadze. Przeprowadzone badania układu Al-Cu-Cr pozwoliły ustalić, że w temperaturze 900°C w obszarze między $Al_{45}Cu_{40}Cr_{15}$ a $Al_{47}Cu_{32}Cr_{21}$ występuje trójskładnikowa faza β_c o strukturze typu CsCl. Podobne struktury tworzą się w wielu układach dwuskładnikowych typu Al-TM (TM-Co, Ni, Ru, Rh, Pb, Os, Ir) przy jednakowym składzie. W tej temperaturze możemy wyróżnić dodatkową fazę η , która nie pojawiła się na cięciu izotermicznym w temperaturze 1 000°C. Krystalizacja fazy η , rozpoczyna się w temperaturze 940°C w wyniku reakcji perytektycznej $L + \mu \leftrightarrow \eta$. Roztwór stały Cr rozciąga się w kierunku środka układu Al-Cu-Cr do 3 at. % Cu. Trójskładnikowa faza β_c układu Al-Cu-Cr tworzy się typowo jak w układach Al-Cu-(Ni, Co, Rh, itd.). Pokazuje to, że tak odmienne chemicznie pierwiastki Cr oraz Cu, mogą w pewnych sytuacjach pełnić razem funkcję pierwiastków stojących pomiędzy nimi w tablicy okresowej.

W układzie Al-Cu-Cr w temperaturze 900 °C zaobserwowano tworzenie się również trójskładnikowej fazy ζ należącej do układu heksagonalnego. Faza ζ zajmuje obszar między: $Al_{80}Cu_4Cr_{16}$, $Al_{76}Cu_4Cr_{20}$, a $Al_{72}Cu_8Cr_{20}$.