

STRESZCZENIE

W XXI wieku przemysł dysponuje wielką gamą materiałów konstrukcyjnych pozwalających na tworzenie coraz lżejszych konstrukcji, wytrzymalszych urządzeń, sprawniejszych maszyn, w których warunkiem atrakcyjności zastosowania materiału jest wysoki stosunek jego wytrzymałości do masy właściwej. Szczególnie ważne jest to w przemyśle motoryzacyjnym, lotnictwie, w konstrukcjach nośnych, gdzie dominującym materiałem były dotychczas stopy aluminium, a obecnie stają się różnorodne kompozyty. Dlatego też nowoczesne stopy aluminium konkurując z materiałami polimerowymi i kompozytowymi muszą charakteryzować się nie tylko podobnymi właściwościami użytkowymi, ale również relatywnie niską ceną.

Znaczące polepszenie właściwości mechanicznych wieloskładnikowych stopów aluminium można uzyskać w wyniku reakcji w stanie stałym na drodze nowoczesnych obróbek plastycznych opartych na metodach SPD (Severe Plastic Deformation), stosując wielosegmentową obróbkę cieplną lub w procesach łączących różne zabiegi obróbki plastycznej i cieplnej. Ponadto dużym atutem w stosowaniu stopów aluminium jest łatwość jego recyklingu, ma to kolosalne znaczenie dla ochrony środowiska, szczególnie w porównaniu z materiałami kompozytowymi na bazie polimerów.

Nowoczesne metody obróbki SPD pozwalają na uzyskiwanie nanoziarnistej struktury w warunkach silnego odkształcenia plastycznego. Ponadto porównywalnie wysokie właściwości dla niektórych serii stopów aluminium można uzyskać stosując wielosegmentową obróbkę cieplną, szczególnie wieloetapowe starzenie (T6I4 lub T6I6). Ten rodzaj polepszania właściwości użytkowych stopów wydaje się być perspektywicznym, ponieważ jest sposobem relatywnie energooszczędnym.

Prowadzone mikroskopowe badania struktury kilku laboratoryjnych, wieloskładnikowych stopów aluminium, dla których uzyskano relatywnie najwyższe właściwości mechaniczne ujawniły istnienie dyspersyjnych, wielofazowych wydzieleni umacniających krystalizujących w sieci $L1_2$ o złożonej strukturze rdzeń / pojedyncza lub podwójna powłoka o wielkości w zakresie 10-20nm. W literaturze przedmiotu nie prezentowano dotychczas badań dokumentujących możliwość otrzymania wydzieleni wielofazowych o strukturze rdzeń/powłoka w stopach przemysłowych. Jednakże zastosowanie obróbki T6I6 dla stopu komercyjnego systemu Al-Cu-Mg (EN-2024) prowadzi do uzyskania analogicznej struktury wielofazowego wydzielenia, jak w stopach laboratoryjnych, choć o dużo większych wymiarach (ok. 1-2 μm), tworzącego się wg

drugiego mechanizmu kinetyki tworzenia wydzielenia opartego na wymianie atomów w węzłach sieci. W trakcie analizy chemicznej nie udało się określić dokładnego składu fazowego powłoki i rdzenia. Mimo tego badania potwierdziły, że bazową fazą jest $Al_3(Cu_x,Fe_y,Mn_{1-x-y})$.

Badany materiał w stanie T6I6 uzyskał wytrzymałość zmęczeniową ok. $Z_{80} = 200\text{MPa}$, co jest wartością porównywalną dla uzyskanej w stanie T351. Badania rozciągania osiowego ujawniły anizotropię właściwości i znaczne różnice uzyskanych wartości R_{02} , R_m , R_B oraz A w kierunku poprzecznym i wzdłużnym. Uzyskano wartość wytrzymałości na rozciąganie $R_m = 513\text{MPa}$, jednocześnie w stanie T6I6 uzyskano wydłużenie o 58% większe niż w po obróbce T3, a w stosunku do stanu T6 o 25%. Polepszenie plastyczności potwierdza także wynik przeciskania ECAP.

Powłoka wydzielenia rdzeniowego odgrywa szczególną rolę w procesie umocnienia dyspersyjnego, staje się ona buforem między twardym i wytrzymałym rdzeniem, a osnową o znacznie niższych właściwościach wytrzymałościowych. Dzięki takiej budowie relatywnie twarde wydzielenie (szczególnie rdzeń) nie zachowuje się tak, jak standardowe twarde, kruche fazy umacniające i nie ulega zniszczeniu.

Niekoherentne wydzielenia rdzeniowe, które nie ulegają ścięciu w wyniku działającego obciążenia dają umocnienie dyspersyjne i mają znaczący wpływ na polepszenie właściwości użytkowych stopu 2024 w stanie T6I6. Uzyskano polepszenie właściwości wytrzymałościowych, zmęczeniowych i plastyczności w porównaniu z tradycyjnymi obróbkami T3 i T6.

Heve Radmeshe