

M. KONIECZNY*, A. DZIADON[†]*

MECHANICAL BEHAVIOUR OF MULTILAYER METAL-INTERMETALLIC LAMINATE COMPOSITE SYNTHESISED BY REACTIVE SINTERING OF Cu/Ti FOILS

WŁASNOŚCI MECHANICZNE KOMPOZYTU WARSTWOWEGO METAL – FAZY MIĘDZYMETALICZNE UZYSKANEGO Z FOLII MIEDZIANEJ I TYTANOWEJ

Copper-intermetallic laminated composites have been fabricated through reactive sintering in vacuum using Cu sheets (0.7 mm thick) and Ti foils with different initial thickness (0.07, 0.1 and 0.12 mm). The titanium layers were completely consumed resulting in microstructures of well-bonded metal-intermetallic laminated composites with Cu residual metal layers alternating with the titanide intermetallic layers. The mechanical properties and fracture behaviour of the fabricated laminated composites were examined under different loading directions (perpendicular and parallel directions to laminate plane) through compression and impact tests. The results indicated that the composites exhibited anisotropic features. The strength in parallel compression was about 50% higher than in perpendicular compression. The specimens compressed in the parallel direction failed by cracking along the middle of the intermetallic layers, buckling of copper layers and cracking inclined $30\div 45^\circ$ to the interface initiating the formation of shear bands in the copper layers. The specimens compressed in the perpendicular direction failed by cracking of the intermetallic layers perpendicular to the interface. Cracking of intermetallic layers in turn involved shear deformation of the copper layers, which was localised in the spacing between opposite cracks. Impact tests showed that when the load perpendicular to the laminates was applied, the composites displayed superior impact toughness. The toughness increased with increasing remaining copper thickness. The failure during impact testing occurred by cleavage mode showing limited plastic deformation for the specimens loaded parallel to the laminates and extensive plastic deformation for the specimens loaded perpendicularly.

Keywords: metal-intermetallic laminated composite, mechanical behaviour, copper

Z blachy miedzianej i folii tytanowej ułożonych naprzemiennie w pakiet uzyskano na drodze wysokotemperaturowej syntezy faz międzymetalicznych kompozyt warstwowy. Grubość blachy miedzianej wynosiła 0,7 mm, a folii tytanowych: 0,07, 0,1 i 0,12 mm. W wyniku reakcji syntezy warstwy tytanu przereagowały całkowicie z częścią miedzi, tworząc z nie przereagowanymi do końca warstwami miedzi kompozyt miedź – fazy międzymetaliczne. Badano własności mechaniczne i mechanizm niszczenia uzyskanych kompozytów obciążanych w kierunku prostopadłym i równoległym do kierunku jego warstw. Przeprowadzono testy ściskania i udarności. Rezultaty badań wykazały iż kompozyt charakteryzuje się anizotropią własności. Próbkę ściskane w kierunku równoległym do warstw miały o około 50% wyższą odporność na ściskanie niż obciążane prostopadłe do warstw. W kompozytach obciążanych równoległe do warstw następowało wzdłużne pęknięcie warstwy faz międzymetalicznych, rozszerzanie się pęknięć, a następnie wyginanie warstw miedzi. W przypadku kompozytu o najgrubszych warstwach faz międzymetalicznych, oprócz pęknięć wzdłużnych pojawiły się także pęknięcia na kierunkach występowania pasm ścinania nachylone pod kątem $30\div 45^\circ$ do osi próbki przechodzące zarówno przez warstwy miedzi jak i warstwy faz międzymetalicznych. W kompozytach obciążanych prostopadłe do warstw następowało plastyczne odkształcanie miedzi w kierunkach prostopadłych do kierunku ściskania oraz poprzeczne pęknięcie kruchych warstw faz międzymetalicznych pod wpływem naprężeń rozciągających te warstwy. Deformacja plastyczna warstw miedzi była blokowana przez związane z nimi warstwy faz międzymetalicznych a miedź mogła się odkształcać plastycznie tylko w małych obszarach pomiędzy pęknięciami w warstwach faz. Wyniki badania udarności próbek łamanych w dwóch prostopadłych do siebie kierunkach pokazały, że udarność próbek z karbem naciętym równoległe do warstw była przeszło dwukrotnie większa niż próbek z karbem naciętym przez wszystkie warstwy. Różnica ta wynikała z odmiennych mechanizmów niszczenia kompozytów. Udarność kompozytów wzrastała wraz ze wzrostem grubości warstw miedzi.

* KIELCE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, DEPARTMENT OF METALS SCIENCE AND MATERIALS TECHNOLOGIES, 25-314 KIELCE, AL. 1000-LECIA PP 7, POLAND