



POLISH ACADEMY OF SCIENCES - COMMITTEE OF MATERIALS SCIENCE
SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY OF GLIWICE
INSTITUTE OF ENGINEERING MATERIALS AND BIOMATERIALS
ASSOCIATION OF ALUMNI OF SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Conference
Proceedings

12th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

ACHIEVEMENTS IN MECHANICAL & MATERIALS ENGINEERING

Materiały kompozytowe o osnowie stopu aluminium AlCu4Mg1 wzmocnione cząstkami ceramicznymi

L.A. Dobrzański, A. Włodarczyk, M. Adamiak*

Zakład Technologii Procesów Materiałowych i Technik Komputerowych w Materiałoznawstwie
Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Politechnika Śląska
ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice, Poland

W pracy przedstawiono wyniki badań własności mechanicznych materiałów kompozytowych o osnowie stopu aluminium EN AW-2124 (EN AW-AlCu4Mg1) wzmocnianych cząstkami ceramicznymi Al_2O_3 , Ti(C,N) i BN o udziałach masowych 5, 10 i 15%.

1. WPROWADZENIE

W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie metalowymi materiałami kompozytowymi, które ze względu na szereg specyficznych własności znalazły liczne nowoczesne zastosowania. Materiały na bazie stopów metali lekkich stanowią grupę materiałów najbardziej przyszłościowych wśród materiałów konstrukcyjnych. Ich zaletą jest niska masa wykonanych z nich produktów z jednoczesnym zachowaniem wymaganych własności mechanicznych, a zatem bezpieczeństwa eksploatacji [1].

Materiały kompozytowe o osnowie metalowej mogą być wzmocniane cząstkami, cząstkami dyspersyjnymi lub włóknami. Jednak największe jest zainteresowanie materiałami kompozytowymi metal-cząstki ze względu na dobre własności mechaniczne, a także dobrą odporność na ścieranie [5].

Obecnie największe zastosowanie spośród materiałów kompozytowych mają kompozyty o osnowie metali lekkich, a zwłaszcza o osnowie aluminium wzmocniane cząstkami ceramicznymi, które można stosować w wielu gałęziach przemysłu przede wszystkim motoryzacyjnego, lotniczego, energetycznego, elektronicznego, maszynowego czy kosmicznego, a także jako zamienniki stosowanych dotychczas stopów aluminium-krzemowych i aluminium-miedziowych [2,3]. Metalowe materiały kompozytowe mają również zastosowanie w przemyśle nuklearnym i biotechnologii, a także na elementy ploterów, drukarek itp. [3,5].

Aluminium i jego stopy charakteryzują się dobrymi własnościami a w celu ich dalszej poprawy wprowadza się ceramiczne cząsteczki wzmocniające, czyli przekształca się ten materiał metalowy w materiał kompozytowy o znacznie wyższych własnościach

*) Autorzy uczestniczą w realizacji projektu CEEPUS Nr PL-013/03-04 kierowanego przez Prof. L.A. Dobrzańskiego

wytrzymałościowych. Następuje wówczas wytworzenie lekkich, ciągliwych i wytrzymałych metali i ich stopów przez dyspersyjne wtrącenia ceramiczne o żądanej morfologii [6].

Celem niniejszej pracy jest porównanie wybranych własności mechanicznych materiałów kompozytowych o osnowie stopu aluminium wzmacnianych cząstkami ceramicznymi Al_2O_3 , Ti(C,N) i BN o udziale masowym 5, 10 i 15%.

2. PRZEBIEG BADAŃ

Badania zrealizowano na materiałach kompozytowych o osnowie stopu aluminium EN AW-2124 o składzie chemicznym zestawionym w tablicy 1 [7], wzmacnianych cząstkami ceramicznymi Al_2O_3 , Ti(C,N) i BN o udziale masowym 5, 10 i 15%. W celu uzyskania równomiernego rozkładu cząstek wzmocnienia proszki materiałów wyjściowych mieszano na mokro (zawiesina w metanolu) w młynku kulowym wibracyjnym, a następnie suszono na powietrzu. Komponenty poddano wstępnemu zagęszczaniu na zimno w matrycy o średnicy \varnothing 26 mm na laboratoryjnej prasie pionowej jednokierunkowej o sile nacisku 350 kN. Otrzymane wypraski następnie nagrzewano do temperatury 480-500°C i poddano je wyciskaniu przy nacisku 500 kN. Jako produkt końcowy w wyniku wyciskania otrzymano pręty o średnicy 8 mm.

Badania metalograficzne materiałów kompozytowych o osnowie stopu aluminium EN AW-2124 wzmacnianych cząstkami Al_2O_3 , Ti(C,N) i BN o udziale masowym 5, 10 i 15 % wykonano na mikroskopie świetlnym LEICA MEF4A w celu zbadania mikrostruktury proszków i określenia rozkładu cząstek wzmacniających w osnowie na przekrojach poprzecznych i wzdłużnych do kierunku wyciskania materiałów kompozytowych.

Pomiary twardości wytworzonych materiałów kompozytowych wykonano na twardościomierzu HAUSER metodą Vickersa przy obciążeniu 10N wg PN-EN ISO 6507-1. Wykonano po siedem odcisków na średnicy przekroju poprzecznego próbek pobranych z prętów otrzymanych w wyniku wyciskania zarówno dla stopu aluminium EN AW-2124 jak i dla wytworzonych materiałów kompozytowych w celu określenia ich średniej twardości.

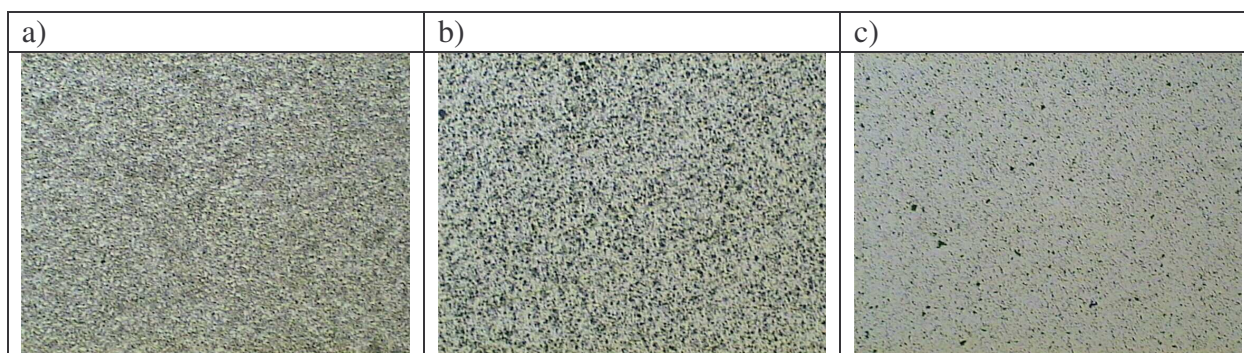
Tablica 1.

Średnie stężenie masowe pierwiastków, [%]. Skład chemiczny stopu aluminium EN AW-2124 [7]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Inne	Al
0,20	0,30	3,8-4,9	0,30-0,9	1,2-1,8	0,10	0,25	0,15	0,20	reszta

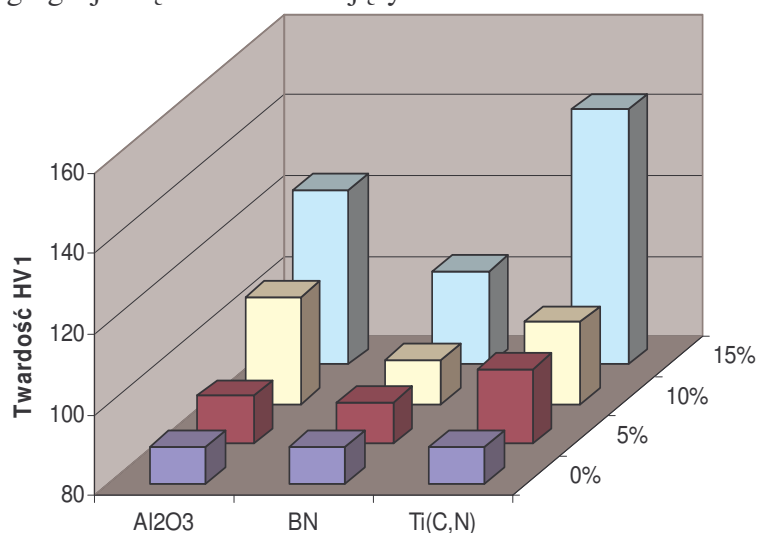
3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Obserwacje metalograficzne wytworzonych materiałów kompozytowych zrealizowaną na mikroskopie świetlnym pozwalają stwierdzić równomierny rozkład cząstek materiału wzmacniającego w osnowie jakkolwiek na zglądach wzdłużnych zaobserwowano pasmowość rozkładu cząstek wzmacniających w kierunku równoległym do kierunku wyciskania.



Rys. 1. Struktura zglądów nietrawionych materiałów kompozytowych o osnowie stopu aluminium wzmacnianych cząstkami ceramicznymi a) 10% Al_2O_3 , b) 10% $\text{Ti}(\text{C},\text{N})$, c) 10% BN (przekroje poprzeczne), pow. 100x

Należy podkreślić, że zastosowana metoda mieszania proszków pozwala wyeliminować segregację cząstek wzmacniających, typową dla wielu metod wytwarzania materiałów kompozytowych. We wszystkich przypadkach niezależnie od udziału fazy wzmacniającej nie zaobserwowano segregacji cząstek wzmacniających.



Rys. 2. Porównanie twardości materiałów kompozytowych wzmacnianych cząstkami ceramicznymi Al_2O_3 , BN i $\text{Ti}(\text{C},\text{N})$ o udziale masowym 5, 10 i 15%

Na podstawie przeprowadzonych badań twardości wytworzonych materiałów kompozytowych można stwierdzić jej zróżnicowanie zarówno w zależności od rodzaju wzmocnienia jak i udziału masowego materiału wzmacniającego w osnowie aluminiowej.

W tabelicy 2 i na rysunku 2 zestawiono średnie arytmetyczne wyników pomiaru twardości stopu aluminium i materiałów kompozytowych wzmocnionych cząstkami Al_2O_3 , $\text{Ti}(\text{C},\text{N})$ i BN o udziale masowym 5, 10 i 15%. Wszystkie materiały kompozytowe charakteryzują się wyższą twardością w porównaniu do materiału bez wzmocnienia. Twardość materiałów kompozytowych wzrasta wraz ze wzrostem udziału masowego cząstek wzmacniających w osnowie.

Tablica 2.

Wpływ rodzaju i udziału masowego cząstek wzmacniających na własności mechaniczne wytworzonych materiałów kompozytowych

Materiał	Udział wzmocnienia [%]	Twardość HV
EN AW-2124	0	89,27
EN AW-2124+Al ₂ O ₃	5	91,85
EN AW-2124+Al ₂ O ₃	10	106,6
EN AW-2124+Al ₂ O ₃	15	123,32
EN AW-2124+Ti(C,N)	5	98,6
EN AW-2124+Ti(C,N)	10	100,46
EN AW-2124+Ti(C,N)	15	143,2
EN AW-2124+BN	5	90,3
EN AW-2124+BN	10	91,05
EN AW-2124+BN	15	103,22

4. PODSUMOWANIE

Na podstawie zrealizowanych badań strukturalnych materiałów kompozytowych o osnowie stopu aluminium EN AW-2124 wzmacnianych cząstkami ceramicznymi Al₂O₃, Ti(C,N) i BN stwierdzono pasmową segregację cząstek wzmacniających w osnowie utworzoną w wyniku wyciskania. W trakcie procesu wyciskania powstaje ukierunkowana struktura zorientowana zgodnie z kierunkiem wyciskania.

Dodanie do osnowy aluminium cząstek ceramicznych materiałów wzmacniających Al₂O₃, Ti(C,N) i BN zwiększa twardość otrzymanych materiałów kompozytowych. Wraz ze wzrostem udziału masowego cząstek wzmacniających w osnowie wzrasta twardość wytworzonych materiałów kompozytowych. Najwyższą twardość stwierdzono dla kompozytów wzmocnionych cząstkami Ti(C,N).

LITERATURA

1. Wojciechowski A., Pietrzak K., Sobczak J., Bojar Z.: Ocena własności trybologicznych kompozytowych tarcz hamulcowych, *Kompozyty nr 2* (2002), s. 223-228
2. Łuczak K., Liberka P., Ślężiona J.: Wpływ udziału objętościowego i wielkości cząstek na odporność korozyjną kompozytów aluminium-cząstki ceramiczne, *Kompozyty nr 3* (2003)
3. Sobczak J., Wojciechowski A.: Współczesne tendencje praktycznego zastosowania kompozytów metalowych, *Kompozyty nr 2* (2002), s. 24-37
4. Yeh J.W., Yuan S.Y., Peng Ch.H.: A reciprocating extrusion process for producing hypereutectic Al-20wt.% Si wrought alloys, *Materials Science and Engineering A252* (1998), s. 212-221
5. Pietrzak K., Kaczmar J.W., Włosiński W.: Metalowo-ceramiczne materiały kompozytowe, *Mechanik 8-9/1997*, s. 411-416
6. Fraś E., Janas A., Kolbus A.: Odlewany kompozyt aluminiowy in situ umacniany cząstkami borków tytanu, *Kompozyty nr 1* (2001), s. 23-27
7. Polska Norma, PN-EN 573-3, Aluminium i stopy aluminium – Skład chemiczny i rodzaje wyrobów przerabianych plastycznie, 1998