https://doi.org/10.62753/ctp.2003.10.8.8

Marian Mitko[1], **Szczepan Tomczyński**[2]
Politechnika Częstochowska, Katedra Odlewnictwa, al. Armii Krajowej 19, 42-200 Częstochowa

STRUKTURA POWIERZCHNI KOMPOZYTU AlSi7Mg-SiC PO ŚCIERANIU

Przedstawiono wyniki badań własności trybologicznych oraz struktury powierzchni roboczych po próbach ścierania kompozytów typu stopu AlSi7Mg-SiC. Kompozyty otrzymano przez odlewanie do kokil ciekłej mieszaniny osnowy metalowej z cząstkami SiC (10% obj.) o frakcji 63÷100 μm. W kompozycie osnowa metalowa ściśle przylega do cząstek. SiC, które są w niej rozmieszczone równomiernie (rys. 1). Kompozyt wykazuje znacznie korzystniejsze własności trybologiczne w porównaniu ze stopem swojej osnowy. Zużycie ścierne Z_c zmniejsza się o ponad połowę, a współczynnik tarcia suchego f wzrasta o ponad 30% w porównaniu ze stopem osnowy kompozytu (tab. 1). Strukturę powierzchni próbek po ścieraniu oceniano na mikroskopie skaningowym Joel JSM 5400 przy powiększeniach od 35 do 1500 razy (rys. 3). Obecność twardych i o ostrych krawędziach cząstek SiC zwiększa tarcie pomiędzy współpracującymi powierzchniami, energia zużyta, wyrywanie cząstek zbrojących, zarysowywanie i złuszczenia odrywanych fragmentów osnowy metalowej znacznie zwiększa wartość współczynnika tarcia suchego. Natomiast przypowierzchniowe i wystające ponad powierzchnię osnowy twarde cząstki SiC oraz rozkruszone cząstki, wcześniej wyrwane z osnowy, tocząc się pomiędzy współpracującymi powierzchniami, obniżają zużycie ścierne badanego kompozytu.

Słowa kluczowe: odlewnictwo, kompozyty odlewane, własności trybologiczne

THE SURFACE STRUCTURE OF THE AlSi7Mg-SiC COMPOSITE AFTER ABRASION TEST

The paper presents the results of tribological examinations, as well as the examinations of the working surface structure after abrasion tests performed for the AlSi7Mg/SiC composite. The composite has been obtained by die-casting of the mixture of the liquid metal matrix and SiC particles (10 vol.%) of 63÷100 μm size. The metal matrix in the obtained material closely adhere to the particles, which are evenly distributed in its volume (Fig. 1). The composite exhibits much more advantageous tribological properties than the matrix itself. The abrasive wear Z_c is reduced by over a half, and the coefficient of dry friction f increases by over 30% as compared with the pure matrix alloy (Table 1). The structure of the specimens surface after abrasion test has been examined by means of Joel JSM 5400 scanning electron microscope at magnifications from 35× to 1500× (Fig. 3). The presence of hard SiC particles of sharp edges increases friction between the mating surfaces, and the energy expenditure due to scratching and spalling of the metal matrix, and pulling out the reinforcing particles significantly increases the value of the coefficient of dry friction. On the other hand, the surface-close hard SiC particles, projecting from the matrix surface, and the crushed particles formerly pulled out from the matrix and rolling between the co-operating surfaces decrease the abrasive wear of the investigated composite.

Key words: casting, casting composites, tribological properties

WPROWADZENIE

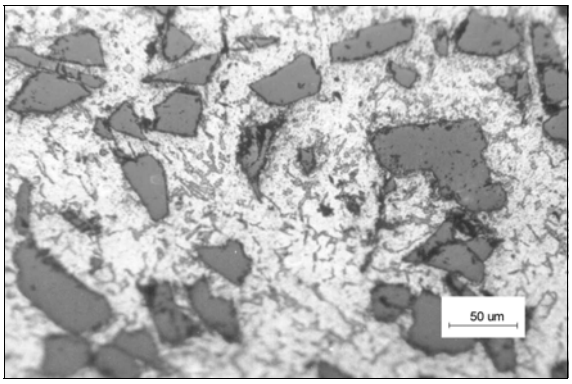
Kompozyty metalowe z twardymi cząstkami SiC są szczególnie przydatne do pracy w warunkach tarcia suchego, gdy wymagana jest wysoka odporność na zużycie ścierne oraz wysoka wartość kinematycznego współczynnika tarcia suchego. Właściwości trybologiczne w dużej mierze zależą od struktury kompozytu, ilości i kształtu cząstek zbrojących oraz charakteru i stabilności połączenia powierzchni cząstek ze stopem osnowy. Ocena powierzchni próbek po ścieraniu przeprowadzona na mikroskopie skaningowym miała na celu poznanie mechanizmu ścierania badanych kompozytów.

METODYKA I WYNIKI BADAŃ

Badaniom poddano kompozyt metalowy otrzymany przez wymieszanie ciekłego stopu odlewniczego AlSi7Mg z cząstkami SiC o frakcji 63÷100 μm odlany do kokili o wnęce ∅ 20 x 200 mm [1, 2]. W kompozycie osnowa metalowa ściśle przylega do cząstek SiC, które są rozmieszczone w niej równomiernie (rys. 1).
Badania trybologiczne obejmowały pomiar zużycia ciernego Z_c oraz kinematycznego współczynnika tarcia suchego f. Pomiary przeprowadzono na urządzeniu T-05 produkcji CNEMT w Radomiu, stosując schemat ścierania badanej próbki w kształcie klocka 10x15,75x6,35 mm na rolce stalowej ∅ 35 mm, parametry ścierania: ruch ślizgowy o stałej prędkości 1,15 m/s na drodze 5000 m przy obciążeniu 50 N (rys. 2). Sterowanie parametrami pracy urządzenia T-05 oraz kontrola mierzonych wielkości są realizowane za pośrednictwem mikroprocesorowego sterownika trybologicznego współpracującego z

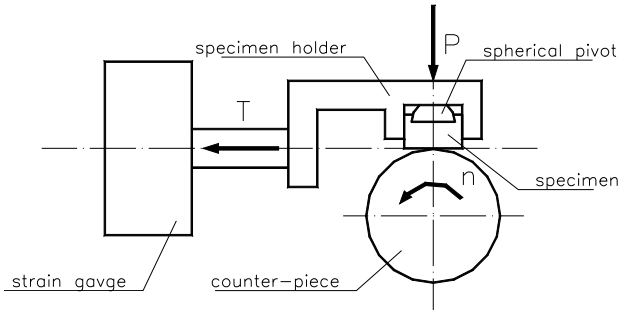
[1,2] dr inż.

komputerem klasy PC [3]. Wyniki badań, jako średnie z czterech wytopów kompozytu oraz porównawcze na stopie AlSi7Mg, zastosowanym na osnowę kompozytu, zestawiono w tabeli 1.



Rys. 1. Struktura kompozytu stop AlSi7Mg-SiC (10% obj.), zgład metalograficzny trawiony 3% HF

Fig. 1. Structure of AlSi7Mg-SiC (10 vol. %) composite etched with 3% HF



Rys. 2. Schemat węzła tarcia

Fig. 2. Scheme of friction pair

TABELA 1. **Własności trybologiczne badanego kompozytu i stopu AlSi7Mg**

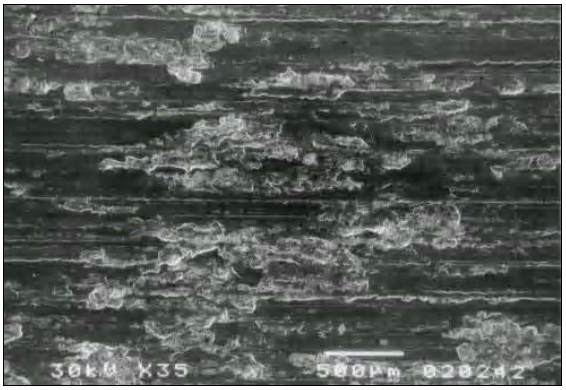
TABLE 1. **Tribological properties of the investigated composite and the AlSi7Mg alloy**

Własność\materiał	AlSi7Mg	AlSi7Mg-SiC
Z_c, mg	23,8	11,6
f, -	0,33	0,44

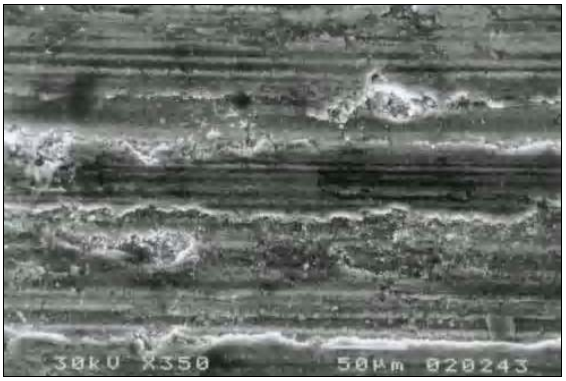
Kompozyt wykazuje znacznie korzystniejsze własności trybologiczne w porównaniu ze stopem swojej osnowy. Zużycie ścierne Z_c zmniejsza się o ponad połowę, a współczynnik tarcia suchego f wzrasta o ponad 30% w porównaniu ze stopem osnowy kompozytu.

Strukturę powierzchni próbek po ścieraniu oceniano na mikroskopie skaningowym Joel JSM 5400 przy powiększeniach od 35 do 1500 razy. Przykładowe obrazy elektronowe powierzchni kompozytu po próbie ścierania pokazano na rysunku 3.

a)



b)



c)

d)

Rys. 3. Obrazy elektronowe powierzchni próbek kompozytu AlSi7Mg-SiC po ścieraniu

Fig. 3. SEM images of the specimen surface after abrasion test AlSi7CMg alloy-SiC composite

Na powierzchniach tarcia obserwuje się wgłębienia po wyrwanych cząstkach SiC oraz zarysowania na powierzchni wzdłuż drogi tarcia (rys. 3a i b). W wyniku działania siły tarcia na brzegach wgłębień po cząstkach SiC tworzy się siatka pęknięć i odrywane są płaty osnowy metalowej (rys. 3c), które następnie mogą być rozdrabniane, podobnie jak wyrwane cząstki SiC, oraz dodatkowo rozwalcowywane na powierzchniach trących (próbka - przeciwpróbka). We wgłębieniach gromadzą się wykruszone i roztarte cząstki osnowy, jak i zbrojenia (rys. 3d). Obecność twardych i o ostrych krawędziach cząstek SiC zwiększa tarcie pomiędzy współpracującymi powierzchniami, energia zużyta na wyrywanie cząstek zbrojących, zarysowywanie i złuszczenia odrywanych fragmentów osnowy metalowej znacznie zwiększa wartość współczynnika tarcia suchego. Natomiast przypowierzchniowe i wystające ponad powierzchnię osnowy twarde cząstki SiC oraz rozkruszone cząstki zbrojenia, wcześniej wyrwane z osnowy, tocząc się pomiędzy współpracującymi powierzchniami, obniżają zużycie ścierne badanego kompozytu.

PODSUMOWANIE

Badania własności trybologicznych wykazały znaczne obniżenie zużycia ściernego oraz wzrost współczynnika tarcia suchego kompozytu AlSi7Mg/cząstki SiC w porównaniu ze stopem jego osnowy. Badania struktury powierzchni próbek po ścieraniu wskazują, że w trakcie ścierania osnowy metalowej odsłaniają się twarde cząstki SiC. Występują tutaj dwa mechanizmy prowadzące do poprawy własności trybologicznych kompozytu:

- wyrywanie twardych cząstek zbrojących z powierzchni kompozytu oraz rozkruszanie ich i nanoszenie na powierzchnie trące, co zwiększa współczynnik tarcia suchego,
- odsłonięte i wystające częściowo po starciu osnowy metalowej twarde cząstki zbrojące opierają się o powierzchnię przeciwpróbki, a przestrzeń pomiędzy próbką i przeciwpróbką wypełniają rozkruszone cząstki, co zmniejsza zużycie ścierne.

Potwierdza to celowość stosowania kompozytów typu stop Al/cząstki SiC jako materiału odpornego na zużycie ścierne i o dużym współczynniku tarcia w warunkach tarcia suchego.

LITERATURA

[1] Mitko M., Tomczyński S., Zastosowanie specjalnych metod odlewania do wytwarzania kompozytów metalowych, Krzepnięcie Metali i Stopów 1999, 1, 40, 165-176.

[2] Mitko M., Tomczyński S., Struktura kompozytów AK7 = = SiC odlewanych grawitacyjnie, Kompozyty (Composites) 2002, 2, 4, 220-222.

[3] Mitko M., Tomczyński S., Acta Metaallurgica Slovaca 2001, 7, 2/2, 337-342.

Recenzent
Michał Szweycer