



(21) Numer zgłoszenia: **348212**

(22) Data zgłoszenia: **19.06.2001**

(51) Int.Cl.
B22D 27/20 (2006.01)
C22C 21/00 (2006.01)
F16D 65/12 (2006.01)
F16D 13/64 (2006.01)

(54) **Sposób wytwarzania kompozytowego materiału ciernego na osnowie aluminiowej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
30.12.2002 BUP 27/02

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.04.2008 WUP 04/08

(73) Uprawniony z patentu:
Politechnika Śląska, Gliwice, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
Jerzy Myalski, Katowice, PL
Józef Śleziona, Imielin, PL
Andrzej Posmyk, Katowice, PL

(74) Pełnomocnik:
Ziółkowska Urszula, Politechnika Śląska

(57) 1. Sposób wytwarzania kompozytowego materiału ciernego na okładziny hamulcowe i sprzęgłowe według wynalazku, w którym osnowę stanowi aluminium, magnez lub jego stopy, **znamienny tym**, że wprowadza się jako składnik poprawiający odporność na zużycie, współczynnik tarcia węgiel szklisty o granulacji 10-300 μm w ilości 2-40% udziału wagowego miesza z metalem osnowy znajdującym się w stanie ciekłym lub ciekłokrystalicznym i odlewa tradycyjnymi metodami.

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania kompozytowego materiału ciernego przeznaczonego do wytwarzania materiałów ciernych bębna lub tarczy hamulcowej lub materiału ciernego pracującego w temperaturze podwyższonej jak tłoki lub cylindry silników samochodowych.

W dotychczas stosowanych kompozytowych materiałach ciernych stosowanych jako materiał bębna lub tarczy hamulcowej wykorzystuje się jako składnik umacniający i poprawiający właściwości mechaniczne, cieplne oraz tribologiczne komponenty ceramiczne odporne na ścieranie takie jak Al_2O_3 , SiC, grafit, mikę, mikrosfery itp. Komponenty ceramiczne mogą być wprowadzane w postaci cząstek o granulacji od 1 do 300 μm . Cząstki te w większości przypadków są stosowane jako komponent albo podwyższający odporność na ścieranie oraz wartość współczynnika tarcia np. SiC, mikrosfery bądź dodatek obniżający wartość współczynnika tarcia i obniżenie odporności na zużycie np. grafit. W obrocie handlowym znajdują się materiały na osnowie aluminiowej zawierające cząstki SiC, SiO_2 lub Al_2O_3 produkowane między innymi przez firmę DURALCAN USA, Comral RPA, LANDXIDE Australia. Materiały takie wykorzystywane są najczęściej w przemyśle motoryzacyjnym jako materiały tarcz hamulcowych bądź materiały tłoków lub cylindrów silników spalinowych pracujących pod dużym obciążeniem. Zastosowanie jako zbrojenia twardych, odpornych na ścieranie cząstek ceramicznych SiC, Al_2O_3 , SiO_2 powoduje niestety gwałtowny wzrost zużycia się partnera tarcia współpracującego z kompozytem. Dlatego też poszukuje się innych materiałów, które zapewniłyby zarówno wysoką odporność cieplną i stabilność współczynnika tarcia w czasie eksploatacji, ale nie przyczyniały się do ścierania i zwiększania zużycia się partnera tarcia. Rozwiązania takie polegają na wprowadzeniu niewielkich ilości grafitu do stopu aluminiowego. Stopy aluminium zawierają cząstki grafitu w ilości 2-10%. Wprowadzenie takich dodatków ma na celu nieznaczne obniżenie wartości współczynnika tarcia, a przede wszystkim zmniejszenie zużycia się elementu współpracującego z kompozytem Al-grafit. Powoduje to zwiększanie zużycia się kompozytu zawierającego cząstki grafitu lub węgla. Inne rozwiązania są rozwiązaniami kompromisowymi. Wprowadza się do aluminium i jego stopów zarówno cząstki węglowe (grafit, sadzę) jak i cząstki twarde (SiC , SiO_2 , Al_2O_3), przez co można uzyskać zmniejszenie zużycia się partnera tarcia, jednak charakterystyki tribologiczne nie są w takim przypadku korzystne. Dodatkowym utrudnieniem jest sama technologia wprowadzania cząstek do osnowy aluminiowej. Wprowadzanie dwóch różnych pod względem chemicznym i fizycznym rodzajów proszków ceramicznych i węglowych jest przyczyną segregacji i niejednorodności odlewów. Znane są również inne rozwiązania zmiany właściwości ciernych materiału poprzez wprowadzenie składnika zwęglonego (węgla szklatego) do materiałów ciernych z osnową polimerową, np. patent PL 169 845: Sposób wytwarzania materiału ciernego na okładziny hamulcowe i sprzęgłowe, gdzie wprowadzenie tego składnika przyczynia się do stabilizacji termicznej okładziny cierniej w zakresie temperatur krytycznych od 200 do 350° C.

Sposób wytwarzania kompozytowych odlewów aluminiowych umacnianych cząstkami ceramicznymi, polega na tym, że kompozytowe odlewy wytwarza się przez wprowadzenie do aluminium lub stopów aluminium będących w stanie ciekłym lub ciekłokrystalicznym 2 do 30 procent wagowych masy kąpieli metalicznej proszków ceramicznych o określonej granulacji. Następnie tak przygotowaną ciekłą zawiesziną kompozytową zalewa się formę odlewniczą odtwarzającą kształt gotowego wyrobu lub półfabrykatu do kolejnych procesów wytwarzania. Metody te wykorzystują zjawisko działania siły odśrodkowej podczas mieszania mechanicznego ciekłego aluminium, co umożliwia wprowadzenie cząstek ceramicznych do kąpieli metalicznej. Po wprowadzeniu cząstek prowadzi się dalsze mieszanie uzyskanej mieszaniny z ciekłym metalem i może ono wynosić nawet kilka godzin. Ma ono na celu uzyskanie równomiernego rozmieszczenia cząstek w ciekłym metalu i właściwą homogenizację struktury metal-cząstka.

Stwierdzono nieoczekiwanie, że węgiel szklisty wprowadzony jako jeden ze składników do materiału ciernego, koryguje współczynnik tarcia, podwyższa jego właściwości cieplne, obniża ciężar właściwy okładziny, powoduje korzystną zmianę struktury materiału ciernego.

Węgiel o strukturze amorficznej nazywany, często węglem szklistym jest bowiem tworzywem konstrukcyjnym charakteryzującym się wysoką wytrzymałością w podwyższonych temperaturach, dużą twardością i odpornością korozyjną w atmosferze utleniającej do 500°C. Posiada dużą odporność na zużycie ciernie, współczynnik tarcia tego materiału zmienia się od 0,2 do 0,4, w zależności od stopnia uporządkowania jego struktury wewnętrznej. Węgiel szklisty jest materiałem bezpostaciowym uzyskiwanym np. metodą pirolizy substancji o dużej zawartości węgla np. żywic fenolowo-formaldehydowych, furanowych itp.

w temperaturze od 1000-2000°C w atmosferze obojętnej. Może być również otrzymywany metodami osadzania z fazy gazowej PVD lub reakcji chemicznych CVD z różnego rodzaju prekursorów węglowodorowych.

Sposób wytwarzania materiału ciernego według wynalazku polega na tym, że oprócz powszechnie stosowanych w materiałach ciernych dla przemysłu motoryzacyjnego składników ceramicznych takich jak: węgiel krzemu, tlenek aluminium, glinokrzemiany, tlenek krzemu, mika, grafit w ilości 2,0-35%, wprowadza się jako dodatkowy składnik oddziałujący korzystnie na zużycie, uzyskany w wyniku karbonizacji żywic fenolowych węgiel szklisty o granulacji 1,5-300 μm w ilości 2-40% udziału wagowego mieszaniny. Następnie miesza się go z ciekłymi stopami aluminium poprzez proces mechanicznego mieszania w atmosferze ochronnej, homogenizuje mieszając przez dłuższy okres czasu i odlewa do kokili w postaci gotowych elementów lub półwyrobów do dalszego przetwórstwa. Korzystnie jest przed wprowadzeniem do ciekłego metalu pokrycie cząstek węgla szklanego warstwą niklu zabezpieczającą węgiel przed procesami destrukcji termicznej pojawiającej się podczas wprowadzania cząstek do ciekłego metalu lub pokryć warstwą wodorotlenku sodu ułatwiającą proces zwilżania cząstek przez ciekły metal, i tym samym lepszego ich połączenia z osnową. Warstwa ochronna Ni uzyskana np. w procesie pokrywania chemicznego nie powinna być grubsza niż 2 μm .

Pokrycie węgla szklanego w procesie sodowym (roztwór NaOH) polega na wymieszaniu cząstek węgla szklanego z wodorotlenkiem sodu w ilości od 1 do 10% NaOH w stosunku do masy węgla szklanego.

Uzyskany w taki sposób kompozyt charakteryzuje się wysoką odpornością na zużycie, małym współczynnikiem tarcia, przy czym poprzez zmiany udziału węgla szklanego w materiale ciernym można wpływać na osiągnięcie wymaganej wielkości współczynnika tarcia np. od wartości 0,03 do 0,1. Ponadto materiał uzyskany metodą według wynalazku posiada wysoką odporność na działanie temperatury, dobre właściwości mechaniczne i niższą w porównaniu z kompozytami aluminiowymi masę właściwą. Charakteryzuje się również dużą pojemnością właściwą i dużym przewodnictwem cieplnym, co pozwala na wykorzystanie tego materiału przy podwyższonej w stosunku materiału osnowy temperatury i warunkach pracy znacznie przewyższających obciążenia mechaniczne i termiczne, pojemność cieplna stopu Al, zawierającego cząstki ceramiczne wynosi około 180 W/(mK) i praktycznie odpowiada pojemności stopu aluminium nie zawierającego cząstek. Dodatkowo, zawartość węgla szklanego przyczynia się do znacznego obniżenia zużycia ściernego materiału z nim współpracującego, np. tarczy okładziny hamulcowej lub sprzęgłowej, cylindra silnika spalinowego w porównaniu z materiałami ciernymi nie zawierającymi tego składnika, a zawierającymi cząstki ceramiczne klasycznie stosowane jako korektory tarcia i zużywania się. W przypadku wykorzystania w materiale ciernym składnika, jakim jest uzyskany w wyniku pirolizy żywic fenolowo-formaldehadowych węgiel szklisty, istotnym czynnikiem jest jego skład ziarnowy i ilość wprowadzanego do okładzin hamulcowych lub sprzęgłowych węgla szklanego. Odpowiedni udział objętościowy wpływa na poziom wartości współczynnika tarcia oraz odporność na zużycie. Przy zastosowaniu dużych udziałów objętościowych węgla szklanego obserwuje się większą stabilność termiczną okładziny, mniejsze zużycie ściernie, ale obniża się poziom wartości współczynnika tarcia. Dzięki zatem zastosowaniu określonego udziału można wpływać w istotny sposób na charakterystyki ciernie materiału ciernego oraz współpracującego z nim w węzle tarcia materiału przeciwpróbki. Zastosowanie odpowiednio dużej objętości węgla szklanego może obniżyć współczynnik tarcia do poziomu wartości porównywalnych z materiałami ślizgowymi typu stop Al-grafit przy jednoczesnym znacznym zmniejszeniu jego zużycia jaki jest oczekiwany dla materiałów zawierających dużą ilość twardych cząstek ceramicznych odpornych na ścieranie. Ponadto dobór ilości wprowadzanego węgla szklanego powinien być dokonany w taki sposób, aby nie spowodować zmian współczynnika tarcia w temperaturach podwyższonych. Niespełnienie tego warunku prowadzi do utraty własności ciernych materiału. Dzięki temu można znacznie przekroczyć warunki pracy w silniku spalinowym. Z kolei węgiel szklisty o dużej granulacji (powyżej 100 μm), wprowadzany jest w celu zwiększenia odporności na zużycie ściernie i obniżenie zużywania się partnera tarcia, a przez wzrost pojemności cieplnej również wzrost temperatury pracy materiału. Zatem dzięki odpowiedniemu doborowi ilości i granulacji węgla szklanego można w zamierzony sposób wpływać na własności mechaniczne i fizyczne, stabilność termiczną w podwyższonych temperaturach pracy i obniżyć zużycie ściernie okładzin.

O jakości i poziomie własności mechanicznych i fizycznych materiałów ciernych decyduje nie tylko udział objętościowy, ale także granulacja węgla szklanego.

W przypadku, gdy projektowany materiał cierny powinien charakteryzować się nie tylko określoną wartością współczynnika tarcia, ale także odpowiednim przewodnictwem cieplnym, należy do materiału ciernego wprowadzić drobne frakcje węgla szklatego. Zapewnia ono zmniejszenie wartości współczynnika tarcia, mniejszą odporność na ścieranie, i zwiększenie zużycia się tego materiału oraz wysoką wytrzymałością mechaniczną lub dobrą odpornością na pękanie. Małe uziarnienie wpływa korzystnie na przewodnictwo cieplne.

Przykład

W skład materiału przeznaczonego na materiał ślizgowy, w którym osnową jest stop aluminium z krzemem i innymi dodatkami jak miedź, mangan, magnez wprowadza się poprzez mieszanie mechaniczne ciekłego metalu węgiel szklisty w ilości 15% części wagowych o granulacji 60-90 μm . Tak przygotowaną mieszaninę podaje się homogenizacji w celu równomiernego rozmieszczenia cząstek węgla mieszając dodatkowo przez około 30 minut i odlewa do kokili metalowej metodą syfonową. Otrzymany materiał kompozytowy posiada współczynnik tarcia 0,04 uzyskany w warunkach tarcia ślizgowego ze smarowaniem olejem LOTOS, przy prędkości poślizgu 2,5 m/s, nacisku 4 MPa. Ubytek masy materiału kompozytowego zawierającego węgiel szklisty na drodze tarcia wynoszącej 500 km wynosił 1,8%. Porównując wartości zużycia i współczynnika tarcia materiału o tej samej osnowie aluminiowej, ale zawierającego cząstki ceramiczne SiC w ilości 15% uzyskano dla identycznych warunków tarcia współczynnik tarcia wynoszący 0,12 i ubytek masy 28,1%. Materiał cierny zawierający węgiel szklisty posiadał twardość zbliżoną do twardości stopu osnowy około 100 MPa, masę właściwą 2300 kg/m^3 , wytrzymałość na rozciąganie 160 MPa i udarność 2000 J/m^2 . Ponadto uzyskany materiał cierny charakteryzuje się tym, że zapewnia stabilizację wartości współczynnika tarcia w obszarze temperatur krytycznych od 200-550°C, gdy w przypadku materiałów ciernych nie zawierających dodatku węgla szklatego obserwuje się dość znaczne obniżenie wartości współczynnika tarcia (współczynnik tarcia w tym przedziale temperatury może obniżyć się nawet o 50%). Dodatkową zaletą uzyskanego materiału zawierającego węgiel szklisty jest wzrost wytrzymałości na ściskanie i zginanie, zwiększenie wartości współczynnika przewodnictwa cieplnego, odporność na działanie szoków cieplnych oraz zmniejszenie zużycia ściernego materiału partnera tarcia okładzin hamulcowych w odniesieniu do materiałów tradycyjnych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania kompozytowego materiału ciernego na okładziny hamulcowe i sprzęgłowe według wynalazku, w którym osnowę stanowi aluminium, magnez lub jego stopy, **znamienny tym**, że wprowadza się jako składnik poprawiający odporność na zużycie, współczynnik tarcia węgiel szklisty o granulacji 10-300 μm w ilości 2-40% udziału wagowego miesza z metalem osnowy znajdującym się w stanie ciekłym lub ciekłokrystalicznym i odlewa tradycyjnymi metodami.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że węgiel szklisty pokrywa się niklem miesza z metalem osnowy znajdującym się w stanie ciekłym lub ciekłokrystalicznym i odlewa tradycyjnymi metodami.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że węgiel szklisty pokrywa się warstwą sodu nakładanego w procesie sodowym w ilości do 10% wagowych NaOH w stosunku do masy wprowadzanego węgla szklatego miesza z metalem osnowy znajdującym się w stanie ciekłym lub ciekłokrystalicznym procesie i odlewa tradycyjnymi metodami.