

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **218277**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **391836**

(51) Int.Cl.  
**C22C 21/02 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **14.07.2010**

(54)

**Beznikłowy okołoeutektyczny silumin wytwarzany  
z czystych wyjściowych materiałów wsadowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**16.01.2012 BUP 02/12**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**31.10.2014 WUP 10/14**

(73) Uprawniony z patentu:

**INSTYTUT ODLEWNICTWA, Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**EDWARD CZEKAJ, Kraków, PL**

**PL 218277 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest beznikłowy okołoeutektyczny silumin wytwarzany z czystych wyjściowych materiałów wsadowych, przeznaczony zwłaszcza na części do silników spalinowych, a także inne elementy konstrukcyjne maszyn i urządzeń pracujące w pokojowej, podwyższonej i/lub wysokiej temperaturze.

Do wykonywania tłoków silników spalinowych i innych detali, od których wymagane są odpowiednie poziomy takich właściwości jak żarowytrzymałość, wytrzymałość i plastyczność w próbie rozciągania w temperaturze pokojowej, twardość, odporność na zmęczenie cieplno-mechaniczne oraz stabilność wymiarowa względem odwracalnych i nieodwracalnych odkształceń w warunkach obciążeń cieplnych, stosuje się siluminy z niklem. W znanych okołoeutektycznych siluminach tłokowych zawartości podstawowych dodatków stopowych i/lub zanieczyszczeń mieszczą się w następujących granicach, w % wagowych: 10,5-13,5 Si, 0,5-4,5 Cu, 0,7-1,5 Mg, 0,0-3,0 Ni,  $\leq 0,50$  lub 0,30-0,90 Mn,  $\leq 0,50$  Fe,  $\leq 0,25$  lub 0,05-0,25 Ti,  $\leq 1,20$  Zn, reszta Al.

Znanym stosowanym siluminem odlewniczym, przeznaczonym zwłaszcza na tłoki silników spalinowych, jest silumin znany z opisu PL 190 504, zawierający w % wagowych: 11,5-18,0 Si, 0,80-1,30 Cu, 0,10-2,00 Mg, 0,10-3,0 Ni, 0,20-0,40 Mn, do 1,5 Fe, do 0,40 Ti, do 0,60 Zn, do 0,20 Sn, do 0,60 Cr, do 1,2 Co, 0,0035-0,0150 P, do 0,0030 Ca, do 0,0010 Na, do 0,0010 Sr, reszta Al.

Okołoeutektyczne siluminy znane są z opisów patentowych. Na przykład silumin znany z opisu US 6 399 020 składa się, w % wagowych, z 11,0-14,0 Si, 5,6-8,0 Cu, 0,5-1,5 Mg, 0,05-0,9 Ni, 0,0-0,8 Fe, 0,0-1,0 Mn, 0,05-1,2 Ti, 0,12-1,2 Zr, 0,05-1,20 V, 0,05-0,90 Zn, 0,001-0,1 Sr, reszta Al, a inny silumin, przedstawiony w opisie CN101538667, składa się, w % wagowych, z 11-12 Si, 2,5-3,0 Cu, 0,7-0,8 Mg, 0,25-0,40 Mn, 0,15-0,25 Zn, 0,09-0,19 Ni, 0,09-0,28 Ti, 0,09-0,19 Cr, reszta Al.

Typowymi siluminami okołoeutektycznymi są na przykład stopy: w USA SAE 321 i SAE 334, w Rosji AK12M2, w W. Brytanii stop LM13, w których zawartości składników stopowych mieszczą się w granicach, w % wagowych: 10,0-13,0 Si, 0,7-3,0 Cu, 0,1-1,5 Mg, 0,0-1,5 Ni,  $\leq 0,5$  Mn,  $\leq 0,7-1,3$  Fe,  $\leq 0,2-1,2$  Zn,  $\leq 0,01$  Pb,  $\leq 0,01$  Sn, reszta Al. Polski stop EN AC-4800 AlSi12CuNiMg, zgodnie z PN-EN1706:2011, zawiera, w % wagowych: 10,5-13,5 Si, 0,8-1,5 Cu, 0,8-1,5 Mg, 0,7-1,3 Ni,  $\leq 0,35$  Mn,  $\leq 0,7$  Fe,  $\leq 0,35$  Zn,  $\leq 0,25$  Ti, reszta Al.

Znane okołoeutektyczne siluminy zawierające nikiel, przeznaczone na tłoki silników spalinowych, charakteryzują się następującymi właściwościami: żarowytrzymałością - ocenianą czasową granicą wytrzymałości na długotrwałe obciążenie  $R_{z/300^{\circ}\text{C}/100\text{h}} = 35-50$  MPa i/lub długotrwałą twardością na gorąco  $HB_{10/2452/1\text{h}}^{350^{\circ}\text{C}} = 11,0-14,0$  HB,  $R_m = 180-260$  MPa,  $R_{p0,2} = 150-220$  MPa, twardością według Brinella 85-135 HB,  $A_5 = 0,2-1,5\%$ , odpornością na zmęczenie mechaniczne  $Z_g = 80-150$  MPa,  $R_m^{350^{\circ}\text{C}} = 60-85$  MPa,  $R_{p0,2}^{350^{\circ}\text{C}} = 30-40$  MPa,  $A_5^{350^{\circ}\text{C}} = 2-10\%$ ,  $\alpha_{\text{tech}}^{20-300^{\circ}\text{C}} = 20,5-21,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ,  $\alpha_{\text{fiz}}^{300^{\circ}\text{C}} = 23,0-25,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , trwałą zmianą wymiarów  $[(\Delta V/V_0)_{100\text{h}}]^{500^{\circ}\text{C}} = 0,10-1,0\%$ .

Wszystkie wymienione znane siluminy zawierają drogi i deficytowy składnik stopowy jakim jest nikiel. Właśnie nikiel zapewnia wymaganą żarowytrzymałość, żaroodporność oraz zmniejszenie parametrów rozszerzalności cieplnej.

Beznikłowy okołoeutektyczny silumin wytwarzany z czystych wyjściowych materiałów wsadowych, według wynalazku, składa się, w % wagowych, z 11,0-13,5 Si, 3,20-3,50 Cu, 0,50-0,70 Mg, 0,35-0,55 Mn i zanieczyszczeń w postaci  $\leq 0,50$  Fe,  $\leq 0,50$  Zn,  $\leq 0,50$  Ni,  $\leq 0,10$  Sn i innych pierwiastków w ilości do 0,30, resztę stanowi Al, przy czym stosunek zawartości Cu : Mg : Mn mieści się w granicach 7,0-8,0: 1,0-1,5: 1,0.

Beznikłowy okołoeutektyczny silumin według wynalazku, charakteryzujący się odpowiednim stosunkiem zawartości miedzi do magnezu i manganu, posiada w podwyższonej i wysokiej temperaturze trwałą skład fazowy, co zapewnia mu żarowytrzymałość na poziomie siluminów z niklem, a także stabilność względem trwałych odkształceń w warunkach obciążeń cieplnych bliską zerowym wartościom.

Beznikłowy okołoeutektyczny silumin wytwarzany z czystych wyjściowych materiałów wsadowych, według wynalazku, ma następujące właściwości: żarowytrzymałość  $HB_{10/2452/1\text{h}}^{350^{\circ}\text{C}} = 12,0-14,0$  HB,  $R_m = 210-240$  MPa,  $A_5 = 0,6-1,2\%$ , twardość wg Brinella = 95-115 HB,  $A_5^{350^{\circ}\text{C}} = 8-9\%$ , współczynniki rozszerzalności cieplnej  $\alpha_{\text{tech}}^{20-300^{\circ}\text{C}} = 20,0-21,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  i  $\alpha_{\text{fiz}}^{300^{\circ}\text{C}} = 22,0-23,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  oraz nieodwracalne zmiany wymiarowe  $[(\Delta V/V_0)_{100\text{h}}]^{500^{\circ}\text{C}} \leq 0,20\%$ . Posiada więc porównywalne właściwości w odniesieniu do

znanych okołoeutektycznych siluminów zawierających nikiel w ilości około jednego procenta wagowego. Zaletą bezniklowego okołoeutektycznego siluminu, według wynalazku, jest więc zachowanie wyjątkowej stabilności wymiarów podczas krótko- i długotrwałego działania obciążeń cieplnych.

Beznikłowy okołoeutektyczny silumin według wynalazku, z uwagi na stabilność wymiarową względem odwracalnych oraz nieodwracalnych zmian wymiarowych, w warunkach quasi-statycznych i/lub zmiennych obciążeń cieplnych, znajduje zastosowanie do wytwarzania tłoków silników spalinywych i innych odpowiedzialnych elementów silników spalinywych oraz aparatury kontrolno-pomiarowej.

W siluminie według wynalazku możliwe jest rozdrobnienie ziaren  $\alpha_{Al}$  roztworu stałego i/lub modyfikacja eutektyki krzemowej ( $\alpha_{Al} + \beta_{Si}$ ), powodujące zwiększenie wytrzymałości  $R_m$  i  $R_{p0,2}$  o 10-30% a plastyczności  $A_5$  o 100-300%, co skutkuje wzrostem odporności siluminu według wynalazku na cieplno-mechaniczne zmęczenie, zmniejsza się skłonność do tworzenia mikroporowatości skurczowej i gazowej, pod wyższeniem ulega żarowytrzymałość oraz wysokotemperaturowa wytrzymałość zmęczenia, polepszają się także właściwości trybologiczne, głównie odporność na ścieranie. Odlewane do form metalowych części konstrukcyjne z bezniklowego siluminu okołoeutektycznego według wynalazku, poddawane obróbce cieplnej, polegającej na sztucznym starzeniu w temperaturze 210-240°C przez 6-8 godzin, charakteryzują się stabilnością w odniesieniu do trwałych zmian wymiarowych w warunkach obciążeń cieplnych.

Przykład składu chemicznego bezniklowego okołoeutektycznego siluminu wytwarzanego z czystych wyjściowych materiałów wsadowych według wynalazku.

P r z y k ł a d

Beznikłowy okołoeutektyczny silumin o składzie w % wagowych: 12,25 Si, 3,35 Cu, 0,60 Mg, 0,45 Mn, 0,30 Fe, 0,15 Zn, 0,02 Sn, reszta Al, posiada następujące właściwości:

$HB_{10/2452/1h}^{350^\circ C} = 12,3$  HB,  $R_m = 219$  MPa,  $R_{p0,2} = 201$  MPa,  $A_5 = 0,9\%$ ,  $A_5^{350^\circ C} = 8,4\%$ , twardość wg Brinella = 104 HB,  $\alpha_{tech}^{20-300^\circ C} = 20,5 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ ,  $\alpha_{fiz}^{300^\circ C} = 22,5 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ ,  $(\Delta V/V_0)_{100h}^{500^\circ C} = -0,16\%$ , a poddany procesowi rozdrobnienia ziaren krzemu pierwotnego za pomocą fosforu w ilości 0,007%, uzyskuje  $R_m = 235$  MPa i twardość wg Brinella = 115 HB.

### Zastrzeżenie patentowe

Beznikłowy okołoeutektyczny silumin wytwarzany z czystych wyjściowych materiałów wsadowych, zawierający Al, Si, Cu, Mg, Mn, **znamienny tym**, że składa się, w % wagowych, z 11,0-13,5 Si, 3,20-3,50 Cu, 0,50-0,70 Mg, 0,35-0,55 Mn i zanieczyszczeń w postaci:  $\leq 0,50$  Fe,  $\leq 0,50$  Zn,  $\leq 0,50$  Ni,  $\leq 0,10$  Sn i innych pierwiastków w ilości do 0,30%, resztę stanowi Al, przy czym stosunek zawartości Cu : Mg : Mn mieści się w granicach 7,0-8,0 : 1,0-1,5 : 1,0.

