

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **218278**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **391837**

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

(22) Data zgłoszenia: **14.07.2010**

---

(54) **Beznikłowy podeutektyczny silumin stopowy  
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 218278 B1**

## Opis wynalazku

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

Do wykonywania tłoków silników spalinowych i innych konstrukcji, od których wymagane są właściwości takie jak odpowiedni poziom żarowytrzymałości, wytrzymałości i plastyczności w próbie rozciągania, twardość, odporność na ciepłno-mechaniczne zmęczenie, a także stabilność wymiarowa względem odwracalnych oraz nieodwracalnych odkształceń w warunkach obciążeń cieplnych, stosuje się siluminy z niklem. W znanych podeutektycznych siluminach tłokowych zawartości podstawowych dodatków stopowych i/lub zanieczyszczeń zawierają się w następujących granicach, w % wagowych: 7,5-11,0 Si, 2,0-4,0 Cu, 0,5-1,5 Mg, 0,01-1,0 Ni,  $\leq 0,50$  lub 0,1-0,7 Mn,  $\leq 1,3$  Fe,  $\leq 3,0$  Zn,  $\leq 0,25$  lub 0,05-0,20 Ti, reszta Al.

Znanym stosowanym siluminem odlewniczym, przeznaczonym zwłaszcza na tłoki silników spalinowych, jest silumin EN AC-4800 AlSi12CuNiMg, zgodnie z PN-EN1706:2001 zawierający, 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.

Znanym siluminem podeutektycznym jest na przykład francuski stop A-S10UG zawierający, w % wagowych: 9,2-10,8 Si, 1,8-2,6 Cu, 0,7-1,5 Mg, 0,3-0,7 Mn, 0,6-1,0 Fe,  $\leq 0,25$  Ni,  $\leq 0,20$  Zn,  $\leq 0,20$  Ti,  $\leq 0,15$  innych, reszta Al, japoński stop AC8B zawierający: 8,5-10,5 Si, 2,0-4,0 Cu, 0,5-1,5 Mg, 0,1-1,0 Ni,  $\leq 0,30$  Cr,  $\leq 0,50$  Mn,  $\leq 1,0$  Fe,  $\leq 0,50$  Zn,  $\leq 0,20$  Ti, reszta Al, oraz stop AC8C o składzie chemicznym jak stop AC8B jednak o ograniczonej dopuszczalnej zawartości niklu  $\leq 0,50$ , niemiecki stop KS270 zawierający: 9,0-10,5 Si, 2,5-3,5 Cu, 0,7-1,2 Mg,  $\leq 0,50$  Ni,  $\leq 0,50$  Mn,  $\leq 0,90$  Fe,  $\leq 0,80$  Zn,  $\leq 0,20$  Ti, rosyjski stop AK9M2 zawierający: 7,5-10,0 Si, 0,5-2,0 Cu, 0,2-0,8 Mg, 0,1-0,4 Mn,  $\leq 0,50$  Ni,  $\leq 0,10$  Cr, Fe  $\leq 0,90$ , Zn  $\leq 1,20$ , 0,05-0,20 Ti, czy amerykański stop 332,0 zawierający: 8,5-10,5 Si, 2,0-4,0 Cu, 0,5-1,5 Mg,  $\leq 0,50$  Ni,  $\leq 0,50$  Mn,  $\leq 1,20$  Fe,  $\leq 1,00$  Zn,  $\leq 0,25$  Ti,  $\leq 0,50$  innych, reszta Al.

Silumin znany ze zgłoszenia nr P-283533, przeznaczony na tłoki, głowice i bloki cylindrów silników spalinowych, a także części konstrukcyjne maszyn i urządzeń pracujące w normalnej i podwyższonych temperaturach zawiera, w % wagowych: 8,0-26,0 Si, 1,5-4,0 Cu, 1,5-4,0 Mg,  $\leq 0,6$  Mn,  $\leq 0,9$  Fe,  $\leq 1,0$  Ni,  $\leq 1,0$  Zn,  $\leq 0,2$  Sn, reszta Al. Silumin znany z opisu US nr 4284429 zawiera, w % wagowych: 5,0-22,0 Si, 0,5-7,0 Cu, 1,5-5,5 Mg, 2,0-8,0 Zn,  $\leq 1,35$  Fe,  $\leq 0,65$  Mn,  $\leq 0,50$  Ni,  $\leq 0,20$  Cr,  $\leq 0,20$  Ti, reszta Al. Inny silumin przeznaczony m.in. na tłoki silników spalinowych, znany z opisu DE 22 61 315, składa się, w % wagowych, z 8,0-10,5 Si, 2,0-5,0 Cu, 0,3-1,2 Mg, 0,05-2,0 Ni, 0,1-0,6 Mn, 0,1-0,26 Zr,  $\leq 0,9$  Fe,  $\leq 0,8$  Zn,  $\leq 0,2$  Ti, reszta Al.

Znane podeutektyczne siluminy charakteryzują się następującymi właściwościami: żarowytrzymałością - ocenianą czasową granicą wytrzymałości na długotrwałe obciążenie  $R_{Z/300^{\circ}\text{C}/100\text{h}} = 30-50$  MPa i/lub długotrwałą twardością na gorąco  $HB_{10/2452/1\text{h}}^{350^{\circ}\text{C}} = 11,0-13,0$  HB,  $R_m = 175-275$  MPa,  $R_{p0,2} = 140-240$  MPa, twardością według Brinella 85-125 HB,  $A_5 = 0,5-4,0\%$ , odpornością na zmęczenie mechaniczne  $Z_g = 70-150$  MPa,  $R_m^{350^{\circ}\text{C}} = 60-85$  MPa,  $R_{p0,2}^{350^{\circ}\text{C}} = 30-40$  MPa,  $R_5^{350^{\circ}\text{C}} = 5-20\%$ ,  $\alpha_{\text{tech}}^{20-300^{\circ}\text{C}} = 20,5-21,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ,  $\alpha_{\text{fiz}}^{300^{\circ}\text{C}} = 23,0-25,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  trwałą zmianą wymiarów  $\left| (\Delta V/V_0)^{500^{\circ}\text{C}}_{100\text{h}} \right| = 0,0-0,20\%$ .

Wszystkie wymienione siluminy podeutektyczne zawierają drogi składnik stopowy jakim jest nikiel, który powoduje zwiększenie ich twardości w podwyższonej temperaturze i żarowytrzymałości.

Beznikłowy podeutektyczny silumin stopowy wytwarzany z czystych wyjściowych materiałów wsadowych, według wynalazku, składa się, w % wagowych, z 9,50-10,50 Si, 2,00-2,50 Cu, 0,75-0,95 Mg, 0,60-0,80 Mn i zanieczyszczeń w postaci:  $\leq 0,50$  Fe,  $\leq 0,50$  Zn,  $\leq 0,10$  Sn,  $\leq 0,25$  innych pierwiastków, resztę stanowi Al, przy czym stosunek zawartości Cu : Mg : Mn zawarty jest w granicach 3,0-3,4 : 1,0-1,4 : 1,0.

Spełnienie warunku, że stosunek zawartości miedzi, magnezu i manganu w siluminie według wynalazku zawarty jest w granicach 3,0-3,4 : 1,0-1,4 : 1,0 gwarantuje otrzymanie stopu charakteryzującego się stabilnością względem trwałych odkształceń w warunkach obciążeń cieplnych.

Beznikłowy podeutektyczny silumin stopowy według wynalazku, wytwarzany z czystych wyjściowych materiałów wsadowych charakteryzuje się poziomem żarowytrzymałości  $HB_{10/2452/1\text{h}}^{350^{\circ}\text{C}} = 12,0-13,0$  HB,  $R_m = 205-220$  MPa,  $A_5 = 0,7-1,3\%$ , twardością wg Brinella = 100-115 HB,

$A_5^{350^\circ\text{C}} = 7,7\text{-}8,5\%$ , współczynnikiem rozszerzalności cieplnej  $\alpha_{\text{tech}}^{20-300^\circ\text{C}}$  z zakresu  $20,7\text{-}21,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , oraz trwałymi zmianami wymiarowymi  $|(\Delta V/V_0)_{100\text{h}}^{500^\circ\text{C}}|$  z przedziału  $0,0\text{-}0,20\%$ .

Silumin według wynalazku charakteryzuje się tym, że poprzez rozdrobnienie ziaren  $\alpha_{\text{Al}}$  roztworu stałego oraz eutektyki krzemowej ( $\alpha_{\text{Al}} + \beta_{\text{Si}}$ ) zwiększa się jego wytrzymałość  $R_m$ ,  $R_{p0,2}$  o 10-30%, oraz szczególnie plastyczność  $A_5$  o 100-300%, co skutkuje wzrostem odporności siluminu według wynalazku na zmęczenie cieplno-mechaniczne.

W mikrostrukturze beznikłowego podeutektycznego siluminu według wynalazku występują międzymetaliczne fazy na bazie związków  $T(\text{Al}_{20}\text{Mn}_3\text{Cu}_2)$  i  $W(\text{Al}_5\text{Si}_6\text{Mg}_3\text{Fe})$ , które mając objętości właściwe bliższe objętości właściwej ziaren  $\alpha_{\text{Al}}$  roztworu stałego oraz krzemu eutektycznego  $\beta_{\text{Si}}$  sprzyjają większej stabilności stopu względem trwałych zmian wymiarowych. Jednocześnie większa zawartość miedzi oraz manganu, jako dodatku stopowego, w beznikłowym siluminie według wynalazku kompensują nieobecność niklu oraz powodują że parametry odwracalnych zmian wymiarowych - charakteryzowanych współczynnikami rozszerzalności cieplnej - są porównywalne z analogicznymi właściwościami znanych siluminów z niklem. Dotyczy to również innych ważnych eksploatacyjnie parametrów, na przykład żarowytrzymałości, charakteryzującej odporność siluminu na statyczne obciążenia w podwyższonej temperaturze.

Przykład składu chemicznego beznikłowego podeutektycznego siluminu wytwarzanego z czystych wyjściowych materiałów wsadowych według wynalazku.

#### P r z y k ł a d

Beznikłowy podeutektyczny silumin o składzie w % wagowych: 10,00 Si, 2,25 Cu, 0,85 Mg, 0,70 Mn, 0,25 Fe, 0,10 Zn, 0,02 Sn, reszta Al, posiada następujące właściwości:

$\text{HB}_{10/2452/1\text{h}}^{350^\circ\text{C}} = 12\text{-}6 \text{ HB}$ ,  $R_m = 212 \text{ MPa}$ ,  $R_{p0,2} = 198 \text{ MPa}$ ,  $A_5 = 0,9\%$ ,  $A_5^{350^\circ\text{C}} = 8,1\%$ , twardość wg Brinella = 99 HB,  $\alpha_{\text{tech}}^{20-300^\circ\text{C}} = 21,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ,  $\alpha_{\text{fiz}}^{300^\circ\text{C}} = 24,7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ,  $(\Delta V/V_0)_{100\text{h}}^{500^\circ\text{C}} = -0,14\%$ .

Beznikłowy podeutektyczny silumin stopowy według wynalazku, z uwagi na fizyko-mechaniczne właściwości, oraz stabilność wymiarową względem odwracalnych oraz nieodwracalnych odkształceń w warunkach zmiennych obciążeń cieplnych, znajduje między innymi zastosowanie do wytwarzania tłoków silników spalinowych. Stopy te znajdują zastosowanie do wytwarzania, w formach piaskowych oraz metalowych, odpowiedzialnych elementów aparatury kontrolno-pomiarowej pracujących w podwyższonej i/lub wysokiej temperaturze.

### Zastrzeżenie patentowe

Beznikłowy podeutektyczny silumin stopowy wytwarzany z czystych wyjściowych materiałów wsadowych, zawierający Al, Si, Cu, Mg, Mn, **znamienny tym**, że składa się, w % wagowych, z 9,50-10,50 Si, 2,00-2,50 Cu, 0,75-0,95 Mg, 0,60-0,80 Mn i zanieczyszczeń w postaci:  $\leq 0,50 \text{ Fe}$ ,  $\leq 0,50 \text{ Zn}$ ,  $\leq 0,10 \text{ Sn}$ ,  $\leq 0,25$  innych pierwiastków, resztę stanowi Al, przy czym stosunek zawartości Cu : Mg : Mn wynosi 3,0-3,4 : 1,0-1,4 : 1,0.

