

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **210981**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **384608**

(22) Data zgłoszenia: **05.03.2008**

(51) Int.Cl.

**C22C 38/24 (2006.01)**

**C22C 38/26 (2006.01)**

**C22C 38/28 (2006.01)**

(54)

**Stop na osnowie żelaza o dużej odporności na ścieranie**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**14.09.2009 BUP 19/09**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**30.03.2012 WUP 03/12**

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA, Kraków, PL  
VESUVIUS SKAWINA MATERIAŁY  
OGNIOTRWAŁE SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ  
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Skawina, PL  
INSTYTUT ODLEWNICTWA, Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**LESZEK MAGALAS, Kraków, PL  
JERZY KRAWIARZ, Kraków, PL  
ADAM KOKOSZA, Kraków, PL  
WALDEMAR UHL, Wieliczka, PL  
ZENON PIROWSKI, Kraków, PL  
LESZEK CISŁO, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Elżbieta Postolek**

**PL 210981 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest stop na osnowie żelaza o dużej odporności na ścieranie, przeznaczony na narzędzia monolityczne, elementy robocze oprzyrządowania narzędziowego oraz części maszyn, które narażone są w czasie eksploatacji na szczególnie intensywne zużycie ściernie.

Powyższe narzędzia, elementy oraz części wykonuje się z węglików spiekanych lub stopów specjalnych na osnowie żelaza o szczególnie dużej odporność na ścieranie, które wykonuje się technologią metalurgii proszków. Ponadto, do wykonania takich elementów stosuje się wysokostopowe stale narzędziowe klasy ledeburytycznej, takie jak stale szybko tnące i stale wysoko-chromowe, zawierające dużą zawartość węgla, a także wysokowanadowe stale narzędziowe nieledeburytyczne oraz żeliwa wysokochromowe.

Znany ze zgłoszenia EP1721999 stop specjalny odporny na korozję i ścieranie, otrzymywany technologią metalurgii proszków, zawiera wagowo: 2,0 - 3,5% węgla, max. 1,0% krzemu, max. 1,0% manganu, 12,0 - 16,0% chromu, 2,0 - 5,0% molibdenu, 6,0 - 11,0% wanadu, 2,0 - 6,0% niobu, 1,5 - 5,0% kobaltu, 0,05 - 0,30% azotu, reszta żelazo i nieistotne zanieczyszczenia. Minimalna i maksymalna zawartość węgla w tym stopie jest zbilansowana z zawartością chromu, molibdenu, wanadu i azotu w ten sposób, że:

$$C_{\min} = 0,4 + 0,099 (\%Cr - 11) + 0,063\% Mo + 0,177\% V + 0,13\% Nb - 0,85\%N,$$

$$C_{\max} = 0,6 + 0,099 (\%Cr - 11) + 0,063\% Mo + 0,177\% V + 0,13\% Nb - 0,85\% N.$$

Innym, znanym z bazy danych firmy Crucible Materials Corporation, stopem zalecanym do zastosowań wymagających wyjątkowej odporności na ścieranie jest stal typu CPM15V zawierająca wagowo: 3,40% węgla, 0,50% manganu, 0,90% krzemu, 5,25% chromu, 14,50% wanadu, 1,30% molibdenu, 0,07% siarki, reszta żelazo i nieuniknione zanieczyszczenia.

Znane stale narzędziowe stopowe klasy ledeburytycznej zawierają wagowo: 0,4 - 2,5% węgla, 0,1 - 0,6% manganu, 0,15 - 0,65% krzemu, 3,5 - 13,5% chromu, do 21% wolframu, do 10,5% molibdenu, do 6,5% wanadu, do 15,0% kobaltu, reszta żelazo i nieuniknione zanieczyszczenia.

Ponadto znane z polskiego opisu patentowego PL162262 stale narzędziowe stopowe nieledeburytyczne o dużej odporności na ścieranie zawierają wagowo: 1,6 - 3,0% węgla, 0,4 - 2,0% manganu, 0,2 - 2,5% krzemu, 0,1 - 5,0% chromu, 3,0 - 14,0% wanadu, do 7,0% wolframu, do 4,0% molibdenu, do 10,0% kobaltu, do 4,0% niobu, do 4,5% tytanu, reszta żelazo i nieuniknione zanieczyszczenia, przy czym sumaryczna zawartość wanadu, tytanu i niobu wynosi  $6\% < \% V + \% Ti + 0,5\% Nb < 14\%$ .

Znane są także z polskiej normy PN-EN 12513:2003 żeliwa odporne na ścieranie zawierające wagowo: 1,8 - 3,6% węgla, 0,5 - 1,5% manganu, max 1,0% krzemu, 11,0 - 28,0% chromu, max 3,0% molibdenu, max 2,0% niklu, max 1,2% miedzi, max 0,08% fosforu, max 0,08% siarki, reszta żelazo i nieuniknione zanieczyszczenia.

Zasadniczą wadą powyższych tworzyw jest wysoki koszt ich wytwarzania. Koszt ten nie będzie skompensowany nawet wtedy, gdy trwałość wykonanych z nich narzędzi, jak również czas ich eksploatacji będą wyższe w porównaniu z zastosowaniem narzędzi o mniejszej żywotności, ale zdecydowanie tańszych.

Głównym celem wynalazku jest ustalenie składu chemicznego stopu na osnowie żelaza, o odpowiednio zbilansowanej zawartości składników stopowych z zawartością węgla, który gwarantuje wyjątkowo dużą odporność na zużycie ściernie przy stosunkowo niedużym koszcie jego wytwarzania.

Istotą stopu na osnowie żelaza o dużej odporności na ścieranie, zawierającego wagowo: 0,4 - 2,0% manganu, 0,2 - 1,5% krzemu, 5,0 - 17,0% chromu, 0,5 - 2,0% molibdenu, 0,0 - 6,0% niobu, 0,0 - 4,0% tytanu, reszta żelazo i nieuniknione zanieczyszczenia, jest to, że zawiera 3,0 - 4,8% węgla oraz 8,0 - 18,0% wanadu przy czym sumaryczna zawartość wanadu, niobu i tytanu wynosi,  $10\% < \% V + \% Ti + 0,5\% Nb < 18\%$ , a zawartość węgla spełnia z dokładnością  $\pm 0,1\%$  warunek:

$$\% C = 0,2 (\% V + \% Ti + 0,5\% Nb) + 0,02 (\% Cr - 5) + 1,0.$$

Stop na osnowie żelaza, według wynalazku, wykazuje wyjątkowo dużą odporność na ścieranie i stosunkowo nieduży koszt wytwarzania w porównaniu do znanych dotychczas stopów. Otrzymuje się z niego narzędzia, elementy robocze oprzyrządowania narzędziowego oraz części maszyn, które narażone są w czasie eksploatacji na szczególnie intensywne zużycie ściernie.

### P r z y k ł a d

Stop według analizy chemicznej wytopowej zawiera wagowo: 3,8% węgla, 1,2% manganu, 0,6% krzemu, 6,3% chromu, 1,3% molibdenu, 14,0% wanadu, reszta żelazo i nieuniknione zanieczyszczenia. W zależności od stanu stopu, wykazuje on następującą twardość:

53 HRC - bezpośrednio po odlaniu,  
 40 HRC - po wyżarzaniu zmiękczającym odlewu,  
 67 HRC - po obróbce cieplnej na gotowo odlewu, polegającej na połączeniu kolejno zabiegów: austenitizowania w temperaturze 900°C przez 30 minut, chłodzenia w spokojnym powietrzu do temperatury pokojowej oraz niskotemperaturowego odpuszczania w temperaturze 150°C, dwa razy po 2 godziny. Po takiej obróbce cieplnej struktura stopu składa się objętościowo z około: 56% osnowy, którą stanowi niskoodpuszczony martenzyt o mikrotwardości około 1180  $\mu\text{HV}_{0,05}$ ,  
 19% równomiernie rozmieszczonych w osnowie węglików pierwotnych typu MC, bogatych w wanad, o mikrotwardości około 4170  $\mu\text{HV}_{0,05}$ ,  
 25% równomiernie rozmieszczonej w objętości stopu eutektyki o mikrotwardości około 1700  $\mu\text{HV}_{0,05}$ ,  
 ze znacznie twardszymi od niej węglkami eutektycznymi typu  $\text{M}_7\text{C}_3$ , bogatymi w chrom.

#### Przykład II

Stop według analizy chemicznej wytopowej zawiera wagowo: 4,6% węgla, 1,0% manganu, 0,7% krzemu, 16,5% chromu, 0,45% molibdenu, 17,5% wanadu, reszta żelazo i nieuniknione zanieczyszczenia.

W zależności od stanu stopu, wykazuje on następującą twardość:

60 HRC - bezpośrednio po odlaniu,  
 43,5 HRC - po wyżarzaniu zmiękczającym odlewu,  
 67 HRC - po obróbce cieplnej na gotowo odlewu, polegającej na połączeniu kolejno zabiegów: austenitizowania w temperaturze 1100°C przez 15 minut, chłodzenia w spokojnym powietrzu do temperatury pokojowej oraz wysokotemperaturowego odpuszczania w temperaturze 500°C, dwa razy po 2 godziny. Po takiej obróbce cieplnej struktura stopu składa się objętościowo z około: 50% osnowy, którą stanowi martenzyt odpuszczony w zakresie występowania efektu twardości wtórnej o mikrotwardości około 1040  $\mu\text{HV}_{0,05}$ ,  
 16% równomiernie rozmieszczonych w osnowie węglików pierwotnych typu MC, bogatych w wanad, o mikrotwardości około 3700  $\mu\text{HV}_{0,05}$ ,  
 26% węglików eutektycznych typu  $\text{M}_7\text{C}_3$ , bogatych w chrom,  
 8% węglików przedeutektycznych typu  $\text{M}_7\text{C}_3$ , bogatych w chrom o iglastym kształcie i o przekroju poprzecznym zbliżonym do sześciokąta, przy czym mikrotwardości mierzona na ich przekrojach wzdłużnych wynosi 2050 - 2150  $\mu\text{HV}_{0,05}$ , natomiast na przekrojach poprzecznych 2300 - 2430  $\mu\text{HV}_{0,05}$ . W tabeli poniżej podano wyniki przemysłowych badań porównawczych zużycia ściernego płytek wykładziny formy do produkcji cegieł ogniotrwałych na bazie  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , oraz kosztów tego zużycia w zależności od rodzaju materiału wykładziny.

Materiał płytki	Zużycie ściernie [g/10 <sup>5</sup> cykli pracy]	Wskaźnik zmniejszenia zużycia ściernego <sup>1)</sup>	Liczba szlifowań regeneracyjnych na 10 <sup>5</sup> cykli pracy	Koszt zużycia ściernego <sup>2)</sup> [zł/10 <sup>5</sup> cykli pracy]
Stal narzędziowa ledeburytyczna typu X210Cr12	650	1	~9	9,47
Stal narzędziowa typu CPM15V	397	1,6	~6	97,66
Stop wg przykładu I	169	3,85	~3	6,30
Stop wg przykładu II	157	4,1	~3	5,70

1) Wskaźnik zmniejszenia zużycia obliczony jako iloraz zużycia ściernego w g/10<sup>5</sup> cykli pracy płytki ze stali typu X210Cr12 i zużycia ściernego wskaźnikowanego materiału płytki.

2) Koszt obliczony przy aktualnych cenach zaopatrzeniowych 1 kg materiału płytki:

- dla stali X210Cr12 - 14,50 zł,
- dla stali CPM15V - 68 Euro,
- dla stopu według przykładu I i II - 36,75 zł.

Wyniki tych badań wskazują że zmniejszenie zużycia ściernego materiału płytki na wykładziny formy do produkcji cegieł, wykonanej ze stopu według wynalazku, jest pomimo większego jego kosztu wystarczająco duże dla zapewnienia znacznego obniżenia udziału w koszcie produkcji cegieł, kosztu samej wykładziny formy oraz kosztu jej regeneracji w porównaniu do znanych stali.

### Zastrzeżenie patentowe

Stop na osnowie żelaza o dużej odporności na ścieranie, zawierający wagowo: 0,4 - 2,0% manganu, 0,2 - 1,5% krzemu, 5,0 - 17,0% chromu, 0,5 - 2,0% molibdenu, 0,0 - 6,0% niobu, 0,0 - 4,0% tytanu, węgiel, wanad, reszta żelazo i nieuniknione zanieczyszczenia, **znamienny tym**, że zawiera 3,0 - 4,8% węgla oraz 8,0 - 18,0% wanadu, przy czym sumaryczna zawartość wanadu, niobu i tytanu wynosi  $10\% < \% V + \% Ti + 0,5\% Nb < 18\%$ , a zawartość węgla spełnia z dokładnością  $\pm 0,1\%$  warunek:  $\% C = 0,2 (\% V + \% Ti + 0,5\% Nb) + 0,02 (\% Cr - 5) + 1,0$ .