

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **173218**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **304403**

(51) IntCl<sup>6</sup>:  
**C22C 38/26**

(22) Data zgłoszenia: **21.07.1994**

(54) **Stal żaroodporna o podwyższonej odporności na zmęczenie cieplne**

(43) **Zgłoszenie ogłoszono:**  
**22.01.1996 BUP 02/96**

(45) **O udzieleniu patentu ogłoszono:**  
**28.02.1998 WUP 02/98**

(73) **Uprawniony z patentu:**  
Politechnika Lubelska, Lublin, PL

(72) **Twórcy wynalazku:**  
Sławomir Szewczyk, Lublin, PL  
Andrzej Weroński, Lublin, PL

(74) **Pełnomocnik:**  
Skrynicki Wiesław, Politechnika Lubelska

(57) Stal żaroodporna o podwyższonej odporności na zmęczenie cieplne zawierająca wago-  
wo: C do 0,12%, Mn do 0,6%, Si do 0,6%, P do 0,030%, S do 0,025%, Cr - 11,5-15,5%, Ni  
do 0,3%, Cu do 0,2%, V do 0,06%, reszta żelazo, **znamienna tym**, że zawiera wagowo Nb  
w ilości 0,04-0,45%, korzystnie 0,12% oraz itr Y w ilości 0,01-0,30%, korzystnie 0,04%.

PL 173218 B1

## Stal żaroodporna o podwyższonej odporności na zmęczenie cieplne

### Zastrzeżenie patentowe

Stal żaroodporna o podwyższonej odporności na zmęczenie cieplne zawierająca wagowo: C do 0,12%, Mn do 0,6%, Si do 0,6%, P do 0,030%, S do 0,025%, Cr - 11,5-15,5%, Ni do 0,3%, Cu do 0,2%, V do 0,06%, reszta żelazo, **znamienna tym**, że zawiera wagowo Nb w ilości 0,04-0,45%, korzystnie 0,12% oraz itr Y w ilości 0,01-0,30%, korzystnie 0,04%.

\* \* \*

Przedmiotem wynalazku jest żaroodporna stal chromowa o podwyższonej odporności na zmęczenie cieplne, przeznaczona zwłaszcza na elementy wymienników ciepła.

W procesie technologicznym wytwarzania cementu w piecach obrotowych zachodzi konieczność wymiany ciepła pomiędzy gorącymi gazami a szlamem technologicznym. Rolę tę spełnia układ ruchomych łańcuchowych wymienników ciepła umieszczonych w określonej strefie pieca. W końcowej części strefy, licząc od zimnego końca pieca, gazy wylotowe posiadają temperaturę ponad 700°C, a szlam technologiczny około 75°C, w związku z tym elementy wymienników są silnie obciążane cieplnie i pracują w warunkach zmęczenia cieplnego. Dotychczas w tej części strefy stosowane są wymienniki ciepła wykonane ze stali typu H13JS, o składzie chemicznym zawierającym wagowo: C - max. 0,12%, Mn - max. 0,8%, Si - 1,0-1,3%, P - max. 0,040%, S - max. 0,030%, Cr - 12,0-14,0%, Ni - max. 0,5%, Al - 0,8-1,1%, reszta żelazo. Przeprowadzone obserwacje wykazały, że po sześciomiesięcznym okresie eksploatacji pieca zużyciu uległo 35% elementów wymiennika wykonanych z tego gatunku stali.

Celem wynalazku jest podwyższenie trwałości elementów wymienników ciepła stosowanych w tej strefie.

Cel ten osiągnięto poprzez opracowanie stopu zawierającego wagowo: C do 0,12%, Mn do 0,6%, Si do 0,6%, P do 0,030%, S do 0,025%, Cr - 11,5-15,5%, Ni do 0,3%, Cu do 0,2%, V do 0,06%, reszta żelazo, którego istotą jest to, że zawiera Nb w ilości 0,04-0,45% wagowo, korzystnie 0,12% wagowo oraz Y w ilości 0,01-0,30% wagowo, korzystnie 0,04% wagowo.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że wprowadzenie dodatku itru zmniejsza kilkakrotnie szybkość utleniania stali chromowych, szczególnie w warunkach cyklicznego nagrzewania i chłodzenia. Już przy stosunkowo niewielkich zawartościach itru tworząca się zgorzelina wykazuje znacznie mniejszą skłonność do odwarstwiania się i pękania w porównaniu do stali bez tego dodatku. Korzystny wpływ itru polega na zwiększonej przyczepności zgorzeliny do podłoża metalicznego, wywołanej submikroskopowymi wydzieleniami  $Y_2O_3$  oraz  $YCrO_3$  w postaci igieł, włókienek oraz płatków głównie na granicach ziaren, co powoduje szczepianie się zgorzeliny z podłożem metalicznym. Wprowadzenie dodatku niobu do stali powoduje podwyższenie odporności na zmęczenie cieplne w wyniku umocnienia roztworu stałego trudnorozpuszczalnymi wydzieleniami węgla niobu w stanie dużej dyspersji. Stal według wynalazku charakteryzuje się żaroodpornością do temperatury 1223 K.

**P r z y k ł a d:** Stal chromowa zawierająca wagowo: C - 0,09%, Mn - 0,46%, Si - 0,37%, P - 0,017%, S - 0,011%, Cr - 13,6%, Ni - 0,06%, Cu - 0,04%, V - 0,03%, Nb - 0,12%, Y - 0,04%, reszta żelazo, wykazuje po ulepszeniu cieplnym wytrzymałość na rozciąganie  $R_m = 560$  MPa, granicę plastyczności  $R_e = 410$  MPa, wydłużenie  $A_5 = 20\%$ . Stal charakteryzuje się żaroodpornością w powietrzu do temperatury 1223 K.