



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43907 (13) U
(51) МПК (2009)
C22C 38/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) АНТИФРИКЦІЙНА ПЕРЛІТНА СТАЛЬ З ВЕРМИКУЛЯРНИМ ГРАФІТОМ

(21) u200902588

(22) 23.03.2009

(24) 10.09.2009

(46) 10.09.2009, Бюл.№ 17, 2009 р.

(72) КОЗАК ДМИТРО СЕРГІЙОВИЧ, БУБЛИКОВ
ВАЛЕНТИН БОРИСОВИЧ, ШЕЙКО АНАТОЛІЙ
АНТОНОВИЧ, ТІНЬКОВ ВІТАЛІЙ ОЛЕКСАНДРО-
ВИЧ

(73) ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ МЕТА-
ЛІВ ТА СПЛАВІВ НАН УКРАЇНИ

(57) Перлітна сталь з вермикулярним графітом,
яка містить вуглець, кремній, марганець, сірку,
фосфор, хром та залізо, яка **відрізняється** тим,
що додатково містить барій, кальцій та нікель при
наступному співвідношенні інгредієнтів в масових
частках, %:

вуглець	1,30-1,9
кремній	1,50-2,66
марганець	0,10-0,45
нікель	0,30-0,95
барій	0,005-0,025
кальцій	0,01-0,025,
як неминучі домішки в сплаві присутні в масових частках, %:	
сірка	≤0,04
фосфор	≤0,08
хром	≤0,1
залізо	решта,
при цьому співвідношення кремнію та вуглецю повинно знаходитись у межах: 1,15÷1,40.	

Корисна модель, що пропонується, відноситься до галузі чорної металургії та ливарного виробництва, зокрема до антифрикційних графітізованих залізвуглецевих сплавів. За рахунок підвищення фізико-механічних та експлуатаційних властивостей, може бути використана для заміни антифрикційного сірого перлітного чавуну марок АЧС-1-АЧС-4 (ГОСТ 1585-85), а також взамін чавуну з вермикулярним графітом та антифрикційних бронзових сплавів.

Відома графітізована сталь ЭИ 366 [Тодоров Р.П., Николов М.В. Структура и свойства отливок из графитизированной стали. - М.: Металлургия, 1976. - С.7] кристалізується з утворенням структурно-вільного цементиту, який розташовується по границям перлітних зерен. Сталь ЭИ 366 містить в масових частках, %:

вуглець	1,30-1,45
кремній	1,00-1,25
марганець	0,20-0,50
залізо	решта

Як неминучі домішки в сплаві присутні в масових частках, %:

сірка	≤0,03
фосфор	≤0,03
хром	≤0,08

З метою усунення структурно-вільного цементиту ця сталь підлягає графітізуючому відпалу, внаслідок якого після дифузійного розпаду цементиту в сталі утворюються включення графіту

відпалу і формується перлітна металева основа.

Недоліками даної сталі є довготривала енергоємна термічна обробка (графітізуючий відпал).

Найбільш близькою до корисної моделі по технічній сутності та ефекту, що досягається є графітізована сталь JP2000119801A (опублікована 2000.04.25), яка містить в масових частках, %:

вуглець	1,50-2,00
кремній	1,20
марганець	0,20
фосфор	0,04
сірка	0,04
бор	0,0015
кальцій	0,0010
цирконій	0,02
азот	0,04
залізо	решта

Даний склад графітізованої сталі забезпечує формування при кристалізації включень пластичного графіту та цементиту, а при евтектичному перетворенні формування перлітної металевої основи, при цьому кількість фериту в металевій основі становить 4-10 %.

Графітізацію даної сталі в процесі кристалізації забезпечує вміст кальцію і цирконію. Кремній в кількості 1,2 % забезпечує стабільність

(13) U
(11) 43907
(19) UA

перліту при подальшій термічній обробці мета якої - розклад залишкового цементиту. Азот і бор є перлітизуючими елементами в даному складі сталі. Сірка і фосфор - неминучі домішки в сплаві.

При даному хімічному складі цієї сталі під час кристалізації поряд з графітною фазою також утворюється структурно-вільний цементит, що в свою чергу приводить до додаткових витрат на подальшу термічну обробку.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити хімічний склад заевтектоїдної сталі, в процесі кристалізації якої утворюються включення вермикулярного графіту, формується перлітна металева основа і не утворюється структурно-вільний цементит, що забезпечує підвищення її фізико-механічних та експлуатаційних властивостей.

Поставлена мета досягається тим, що в заевтектоїдну сталь, яка містить вуглець, кремній, марганець, додатково вводять кальцій, барій та нікель, при наступному співвідношенні інгредієнтів в масових частках, %:

вуглець	1,30-1,9
кремній	1,50-2,66
марганець	0,10-0,45
нікель	0,30-0,95
барій	0,005-0,025
кальцій	0,01-0,025
залізо	решта.

Як неминучі домішки в сплаві присутні в масових частках, %:

сірка	$\leq 0,04$
фосфор	$\leq 0,08$
хром	$\leq 0,1$

Крім того, співвідношення кремнію до вуглецю повинно знаходитись у межах: 1,15÷1,40.

Кремній в кількості 0,55-0,65 % вводять у розплав при модифікуванні силікокальцієм СК25 та силікобарієм СБ20, при цьому склад суміші модифікаторів складається з 32-40 % СК25 та 60-68 % СБ20.

Вказаний склад сталі забезпечує утворення при кристалізації графітної фази без залишкового цементиту, як евтектичного, так і вторинного.

Введення у розплав барію в кількості 0,005-0,025 %, сприяє графітизації та призводить до формування перлітної металевої основи, при цьому, зменшення вмісту барію $< 0,005$ % призводить

до утворення структурно-вільного цементиту, а збільшення вмісту $> 0,025$ % призводить до формування окислів барію, що негативно впливає на фізико-механічні властивості сплаву.

Введення у розплав кальцію в кількості 0,005-0,020 % забезпечує формування включень вермикулярного графіту. При низькій кількості кальцію у розплаві $< 0,01$ % сталь кристалізується з утворенням як графітних включень так і структурно-вільного цементиту, для усунення якого потрібен графітизуючий відпал. Збільшення кількості кальцію у розплаві $> 0,025$ % призводить до появи поряд перлітом феритної складової (15-20 %) в металевій основі.

За рахунок введення до складу запропонованої заевтектоїдної сталі графітизуючого елементу нікелю в кількості 0,30-0,95 % забезпечується інтенсифікація модифікування кальцієм і барієм та підвищуються механічні властивості (порівняно з графітизованою сталлю JP2000119801A): межа міцності (σ_B) і межа плинності ($\sigma_{0,2}$) в середньому на 40-50 %, відносне подовження (δ) в середньому в 2,5-5,0 разів, антифрикційні властивості на 10-30 %. Хімічний склад, механічні та антифрикційні властивості перлітної заевтектоїдної сталі з вермикулярним графітом наведено у таблиці.

Для отримання запропонованого хімічного складу сплаву, використовувалась шихта: відходи сталі Ст.3, трансформаторної стали Э31-Э32 (ГОСТ 802-58 і 9925-61), графіт, нікель, силікокальцій СК25 та силікобарій СБ20. Сплав виплавляли в індукційній печі ЛГПЗ-0012 з кислотофутерівкою. Зразки відливали у сирі пісчано-глинясті форми. Дослідження структури проводили на металографічному мікроскопі МДМ-9.

Запропонований хімічний заевтектоїдної сталі забезпечує підвищення фізико-механічних властивостей перлітної сталі (фериту 2-4 %) з вермикулярним графітом.

Джерела інформації:

1. Тодоров Р.П., Николов М.В. Структура и свойства отливок из графитизированной стали. - М.: Металлургия, 1976. - С.7.

2. Патент JP2000119801A опубл. 25.04.2000, C22C38/00, 38/16.

Таблиця.

Хімічний склад, механічні та антифрикційні характеристики перлітної сталі з вермикулярним графітом

№ п/п	Хімічний склад в масових частках, %										Механічні властивості				Антифрикційні властивості	
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Ba	Ca	S	P	Fe	σ_a , МПа	$\sigma_{0.2}$, МПа	δ , %	НВ	Коефіцієнт тертя ковзання	
															зі змазу- ванням	без змазу- вання
1	1,35	1,21	0,31	0,33	0,03	0,0053	0,012	0,03	0,07	решта	397- 420	250- 294	3- 5	220- 230	0,004-0,056	0,11-0,70
2	1,37	1,74	0,12	0,34	0,06	0,0057	0,017	0,020	0,05	решта	387- 420	253- 300	3- 7	230- 240	0,005-0,035	0,10-0,68
3	1,52	2,12	0,28	0,40	0,06	0,012	0,015	0,019	0,06	решта	390- 418	242- 294	3- 6	235- 242	0,009-0,055	0,09-0,72
4	1,74	2,63	0,40	0,52	0,06	0,018	0,02	0,018	0,07	решта	400- 431	300- 326	3- 5	239- 241	0,004-0,065	0,10-0,64
5	1,96	2,98	0,53	0,88	0,08	0,025	0,023	0,021	0,08	решта	410- 426	295- 312	3- 5	245- 256	0,006-0,073	0,11-0,69