



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36963 (13) A

(51) 6 C22C38/58

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЖАРОСТІЙКА СТАЛЬ

(21) 2000031219

(22) 01.03.2000

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Проволоцький Олександр Євдокимович, Кре-
мена Михайло Миколаєвич, Рабінович Олександр
Вольфович, Вишняков Олександр Петрович, Юдін
Олександр Миколаєвич(73) Науково-дослідний інститут спеціальних
технологій Національної металургійної академії
України(57) Жаростійка сталь, що містить вуглець, хром,
нікель, кремній, марганець, залізо, яка **відрізня-
ється** тим, що вона додатково містить азот при
наступному співвідношенні елементів, мас. %:

вуглець	0,5...1,0;
хром	22,0...27,0;
нікель	1,5...3,0;
кремній	0,5...1,5;
марганець	2,0...4,0;
азот	0,05...0,15;
залізо	решта.

Винахід відноситься до металургії, а саме – до жаростійкої хромистої малонікелевої сталі з підвищеними механічними властивостями, призначеної для виготовлення литих виробів, що працюють у термоциклічному режимі експлуатації 20±100°C.

Відома жаростійка хромонікелева сталь марки 40X24H12CЛ (аналог) [1], яка містить, мас. %: вуглець – не більше 0,40; хром – 22,0...26,0; нікель – 11,0...13,0; марганець – 0,30...0,80; кремній – 0,50...1,50; залізо – решта, і використовується для лиття колосників та бортів візків спікання агломераційних та обпалювальних машин. Але висока вартість та дефіцитність нікелю вимагає розробки нових малонікелевих сталей, які мають жаростійкість, термостійкість і механічні властивості при температурах експлуатації на рівні хромонікелевих сталей.

Найбільш близькою за технічною суттю та результатом, що досягається, до заявлюваної є жаростійка сталь марки 75X28H2CЛ (прототип) для виготовлення колосників агломераційних машин [2] наступного хімічного складу, мас. %: вуглець – 0,5...1,0; кремній – 0,5...1,5; марганець – 0,5...0,8; хром – 26,0...30,0; нікель – 1,5...3,0; залізо – решта.

Ця сталь має високу жаростійкість при температурі 1000°C, але термостійкість та механічні властивості при вказаній температурі недостатні.

В основу винаходу поставлено задачу в запропонованому складі жаростійкої сталі шляхом додаткового введення до складу оптимальної кіль-

кості азоту і зміни вмісту марганцю і хрому зміцнити структуру сталі і забезпечити підвищення термостійкості та механічних властивостей при температурі 1000°C при збереженні вмісту нікелю та рівня жаростійкості сталі.

Використання запропонованого рішення приводить до наступного технічного результату, а саме – підвищення термостійкості та механічних властивостей при температурі 1000°C при збереженні рівня жаростійкості сталі.

Суть винаходу полягає в тому, що запропонована жаростійка сталь при збереженні потрібної жаростійкості має підвищені механічні властивості і термостійкість при температурі 1000°C, які досягаються за рахунок оптимізації складу відомої сталі, зокрема – марганцю та хрому, а також за рахунок додаткового введення оптимальної кількості азоту. Так, відповідно до запропонованого технічного рішення, у складі підвищується кількість марганцю до 2,0...4,0%, зменшується кількість хрому до 22,0...27,0% і додатково вводиться 0,05...0,15% азоту при наступному співвідношенні всіх компонентів сталі, мас. %:

вуглець	0,5...1,0;
хром	22,0...27,0;
нікель	1,5...3,0;
кремній	0,5...1,5;
марганець	2,0...4,0;
азот	0,05...0,15;
залізо	решта.

Ознакою, загальною для заявлюваної сталі та прототипу, є наявність в їх хімічних складах вугле-

(19) UA (11) 36963 (13) A

цю 0,5...1,0%; нікелю 1,5...3,0% і кремнію 0,5...1,5%.

Ознаками, що відрізняють нову сталь, є підвищена кількість марганцю (2,0...4,0%), зменшена кількість хрому (22,0...27,0%) та додаткове легування азотом (0,05...0,15%).

Додаткове легування відомої сталі азотом в кількості 0,05...0,15% при оптимальному співвідношенні в її складі вуглецю (0,5...1,0%), нікелю (1,5...3,0%) і кремнію (0,5...1,5%) обумовлено наступним. Сталь марки 75X28H2CЛ відноситься до сталей феритного класу, головним недоліком яких є те, що при температурах більш як 650...700°C спостерігається значне зростання зерна і, як наслідок, низький рівень термостійкості та механічних властивостей. Введення означеної кількості азоту сприяє отриманню природно-дрібнозернистої структури металу і більш високих термостійкості та механічних властивостей за рахунок утворення рівномірно розташованої сітки карбонітридів розміром 0,2...0,3 мкм складного хімічного складу типу $(\text{Fe}, \text{Cr}, \text{Mn})_x(\text{C}, \text{N})_y$, які стають перешкодою для зростання зерна і поширення тріщини, що збільшує енергоємність зруйнування при вказаних температурах. Крім того, азот є сильним аустенітоутворюючим елементом і, тим самим, стабілізує аустеніт, який має більшу ударну в'язкість, ніж ферит. При залишковій концентрації азоту менш як 0,05% не утворюється потрібна кількість карбонітридів і не спостерігається його аустенітоутворюючого впливу на структуру, термостійкість та механічні властивості відомої сталі. При легуванні азотом більш як 0,15% утворення карбонітридів відбувається в окрему фазу більш як 0,5 мкм, яка порушує однорідність структури і зв'язок між зернами, тим самим збільшує крихкість металу, що приводить до зменшення термостійкості та рівня механічних властивостей сталі.

Підвищення у запропонованій сталі кількості марганцю в межах 2,0...4,0% підвищує аустенітоутворюючий вплив азоту за рахунок того, що спорідненість його до азоту вища, ніж у заліза. Крім того, марганець теж є аустенітоутворюючим елементом і зміцнює структуру металу. При кількості марганцю менш як 2,0% впливовий взаємозв'язок його з азотом значною мірою не виявляється. Введення марганцю понад 4,0% негативно впливає на жаростійкість при температурах більш як 800°C за рахунок утворення значної кількості його окису (Mn_2O_3) на поверхні сталі, при цьому окалина стає пухкою та крихкою.

Зменшення у запропонованій сталі кількості хрому в межах 22,0...27,0% спричинене таким. Жаростійкість обумовлена утворенням на поверхні сталі твердого розчину окисів $(\text{Fe}, \text{Mn})_2\text{O}_3$ та Cr_2O_3 . При цьому, за рахунок більш високої реакційної здатності хрому, кількість його окису більша, ніж заліза та марганцю. Але при концентрації хрому до 22,0% це співвідношення не витримується, що приводить до зменшення жаростійкості. При концентрації хрому більш як 27,0% рівень жаростійкості зростає дуже повільно і потребує значної кількості хром. Крім того, хром є феритоутворюючим елементом, який сприяє збільшенню розміру зерна та крихкості металу.

Таким чином, сукупність істотних відмінних ознак запропонованого технічного рішення дозво-

ляє підвищити механічні властивості і термостійкість при температурі 1000°C при збереженні потрібної жаростійкості сталі за рахунок оптимізації кількості марганцю і хрому, а також додаткового введення оптимальної кількості азоту.

Таким чином, сукупність всіх істотних ознак та підсумкових якостей дозволяє отримати технічні результати відповідно до поставленого завдання.

За наявними у заявника відомостями, запропонована сукупність ознак, що характеризують суть винаходу, не відома з рівня техніки, тобто винахід відповідає критерію "новизна".

Суть заявлюваного винаходу не впливає явним чином для спеціаліста з відомого рівня техніки. Сукупність ознак, які характеризують відоме рішення, не забезпечує досягання нових властивостей і тільки наявність відмінних ознак винаходу дозволяє отримати нові властивості, новий технічний результат. Отже, винахід, який пропонується, відповідає критерію "винахідницький рівень".

Наводимо приклади конкретного використання запропонованого хімічного складу жаростійкої сталі. В умовах дослідного виробництва були виплавлені сталі з відомим хімічним складом (аналог і прототип) та з різними варіантами запропонованого технічного рішення. Сталі отримували методом сплавлення в індукційній печі типу ЛПЗ-67 з кислотою футеровкою. Азот у розплав вводили в кінці плавки азотованим феромарганцем. Хімічний склад сталей наведено в табл. 1.

Сталь розливали у піщано-глиняні форми на тріфеновидні проби та відливки, з яких були виготовлені стандартні зразки для проведення випробувань механічних властивостей при температурі 1000°C за ГОСТ 9651-84 на розривній машині ФП-10. Від тріфеновидних проб виготовляли зразки для проведення випробувань на жаростійкість і термостійкість. Жаростійкість визначали за ГОСТ 6130-71. Термостійкість визначали за такою методикою. Зразки з розміром 20x20x20 мм сушилися при 110°C до постійної ваги. Потім їх завантажували в нагріту до 1000°C піч і витримували 15 хвилин. Після нагріву зразки виймали в печі та опускали у воду, яка мала температуру 20...25°C. Зразки витримували у воді, а потім на повітрі по 5 хвилин. Після чого знову завантажували в піч. Циклічність нагрівання й охолодження проводили до появи на зразках тріщин. Термостійкість визначали за кількістю циклів до появи тріщин. Результати випробувань механічних властивостей при температурі 1000°C, жаростійкості та термостійкості подані в табл. 2.

З аналізу результатів випробувань випливає, що відмітні ознаки запропонованого технічного рішення дозволяють виготовити сталь (склади 9-14), яка, порівняно зі сталлю марки 75X28H2Л (склад 2), характеризується збільшеними механічними властивостями (σ_b , σ_T) при температурі 1000°C в 1,8-1,9 раза і термостійкістю в 1,3-1,5 раза. При цьому жаростійкість запропонованої сталі знаходиться на рівні жаростійкості сталі марки 40X24H12CЛ (склад 1).

Акт випробувань додається.

Таким чином, сталь, яка заявляється, відповідає критерію "виробнича застосовність".

Джерела інформації
1. ГОСТ 977-88. Отливки стальные. Общие
технические условия. – М.: Изд-во стандартов,
1989.

2. ТУ 14-12-44-84. Колосники. Технические ус-
ловия.

Таблиця 1

Хімічний склад дослідних сталей

Варіанти складу сталей	Концентрація елементів, мас. %*					
	C	Si	Mn	Cr	Ni	N
1 (аналог)	0,37	1,18	0,61	24,32	11,86	0,04
2 (прототип)	0,72	0,94	0,68	29,11	2,15	0,03
Склади сталей поза граничними інтервалами						
3	0,47	1,53	1,94	27,13	2,15	0,12
4	1,06	0,48	4,06	21,97	2,21	0,09
5	0,83	0,61	2,34	23,56	1,43	0,03
6	0,69	1,13	3,67	26,04	3,08	0,16
7	0,96	1,45	1,92	22,61	1,67	0,03
8	0,52	0,84	4,11	25,19	2,85	0,18
Склади сталей в інтервалах, які заявляються						
9	0,50	1,50	2,62	27,00	2,27	0,08
10	0,83	0,57	3,21	23,62	3,00	0,11
11	0,92	0,75	2,00	27,00	1,58	0,05
12	1,00	1,26	2,17	22,00	2,84	0,13
13	0,57	1,41	3,74	26,17	1,50	0,07
14	0,66	0,50	4,00	24,85	1,79	0,15

* Залізо – решта.

Таблиця 2

Результати випробувань механічних властивостей, жаростійкості та термостійкості дослідних сталей

Варіант складу сталей	Механічні властивості				Жаростійкість, г/м ² ·год (100 год)	Термостійкість, кількість циклів до появи тріщин, n
	σ _B , МПа	σ _T , МПа	δ ₅ , %	ψ, %		
	при температурі випробувань 1000°С					
1 (аналог)	108,5	92,6	26,8	44,3	0,522	149
2 (прототип)	52,6	44,2	30,5	48,2	0,488	94
Склади сталей поза граничними інтервалами						
3	64,1	53,4	34,6	54,8	0,518	106
4	68,2	57,3	32,9	52,3	0,558	113
5	65,5	54,6	33,0	53,2	0,526	108
6	67,9	57,0	33,5	54,4	0,521	104
7	63,3	52,7	37,1	55,7	0,525	98
8	70,8	61,2	30,4	50,1	0,553	110
Склади сталей в інтервалах, які заявляються						
9	96,0	81,2	24,1	45,4	0,519	130
10	99,7	85,3	22,8	41,7	0,524	138
11	94,8	80,7	26,3	46,1	0,520	126
12	98,5	84,8	22,7	43,3	0,523	135
13	97,4	82,6	23,5	44,2	0,521	132
14	99,2	85,1	23,9	42,5	0,522	121

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60х84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
