



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **79950**

(13) **U**

(51) МПК

C22C 38/34 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2012 12323**

(22) Дата подання заявки: **29.10.2012**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **13.05.2013**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **13.05.2013, Бюл.№ 9**

(72) Винахідник(и):

**Акімов Іван Васильович (UA),
Савченко Віра Олександрівна (UA),
Волчок Іван Петрович (UA)**

(73) Власник(и):

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063
(UA)**

(54) ТЕРМОСТІЙКА ГРАФІТИЗОВАНА СТАЛЬ

(57) Реферат:

Термостійка графітизована сталь містить вуглець, кремній, марганець, мідь, залізо, алюміній.

U
UA 79950

Корисна модель належить до металургії, точніше до складу економнолегованих графітизованих сталей, які застосовуються в різних галузях: машинобудуванні, металургії та інших для підвищення довговічності деталей машин, які працюють в умовах високих температур та термоциклювання.

- 5 Відома сталь [1], що містить (мас. %):
- | | |
|----------|-------------|
| вуглець | 0,85-0,95 |
| кремній | 0,5-0,8 |
| манган | 0,3-0,6 |
| хром | 4,0-5,0 |
| вольфрам | 2,0-2,5 |
| молібден | 1,7-2,0 |
| ванадій | 1,6-1,8 |
| нікель | 0,3-0,5 |
| бор | 0,002-0,006 |
| залізо | решта. |

До недоліків відомої сталі треба віднести наявність у його складі значної кількості дорогих та дефіцитних легуючих елементів. Також вона не забезпечує необхідної термостійкості деталей при високих температурах і особливо в умовах термоциклювання.

- 10 Найбільш близьким аналогом за хімічним складом і за технічною суттю до корисної моделі, що заявляється, є термостійка графітизована сталь [2], що містить (мас. %):
- | | |
|---------|-----------|
| вуглець | 1,2-1,4 |
| кремній | 1,1-1,5 |
| манган | 0,3-0,6 |
| мідь | 1,2-1,8 |
| титан | 0,05-0,07 |
| залізо | решта. |

До недоліків цієї сталі треба віднести те, що застосування цієї сталі не забезпечує надійної та довготривалої роботи ряду деталей, які працюють в умовах термоциклювання в контакт з високотемпературними середовищами (рідким металом, розплавом скломаси), наприклад, металеві форми для розливання алюмінію, міді та їх сплавів.

- 15 У зв'язку з цим підвищення термостійкості графітизованої сталі в умовах термоциклічних навантажень та зменшення у складі сталі коштовних і дефіцитних легувальних елементів є актуальною задачею.

- 20 Поставлена задача вирішується тим, що термостійка графітизована сталь, яка містить вуглець, кремній, манган, мідь, залізо, згідно з корисною моделлю, додатково алюміній при наступному співвідношенні компонентів (мас. %):

вуглець	1,6-1,7
кремній	2,0-2,5
манган	0,3-0,6
мідь	3,0-3,5
алюміній	0,15-0,25
залізо	решта.

- 25 Саме сукупність цих компонентів та їх співвідношення забезпечують досягнення нового технічного результату - підвищення термостійкості та в цілому довговічності виробів, які з неї виготовлені й працюють в умовах високих температур і термоциклічних навантажень. Склад термостійкої графітизованої сталі, що заявляється, дозволить підвищити термін експлуатації деталей, заощадити при цьому значні фінансові ресурси за рахунок економії легувальних елементів.

- 30 Вміст вуглецю у кількості 1,60-1,65 % забезпечує високий рівень міцності та теплопровідності, сприяє зниженню термічних напружень, що в цілому забезпечує високу довговічність виробів при термоциклічному навантаженні. Підвищення вмісту вуглецю більш ніж 1,65 % призводить до погіршення міцності матеріалу. При вмісті вуглецю менш 1,60 % зменшується кількість графітної фази в структурі сталі, що призведе до зниження теплопровідності матеріалу.

- 35 Кремній, як і вуглець, є активним графітизатором, тому для отримання структури сталі без вторинного цементиту, який погіршує механічні властивості, вміст кремнію обмежено на рівні 2,0-2,5 %. Збільшення кремнію більше за вказаний діапазон призводить до високої крихкості матеріалу, що також є не бажаним.

Вміст мангану в сталі, що заявляється, збережено на рівні вимог найближчого аналога. Виконуючи роль розкислювача, він є постійним традиційним елементом в сталі. Підвищений

вміст мангану більш 0,6 мас. % знижує пластичність, рідинноплинність та перешкоджає процесу графітизації вторинного цементиту.

Мідь у кількості 3,0-3,5 % забезпечує підвищення теплопровідності, границі міцності, окалинотійкості та витривалості сталі при високих температурах. Зменшення міді за вказану кількість негативно впливає на теплопровідність сталі, а її підвищений вміст більше за 3,5 % призводить до погіршення форми графітових включень й, внаслідок цього, зниження міцності й пластичності сталі.

Наявність алюмінію у хімічному складі сталі, що заявляється сприяє створенню чисельних центрів графітизації, подрібненню включень графіту, його глобуляризації та рівномірному розподіленню в об'ємі металу, що дозволяє знизити швидкість окалиноутворювання, а також підвищити механічні властивості при кімнатній та високих температурах. Зменшення алюмінію менше за 0,15 % не викликає бажаного модифікуючого ефекту, а його вміст більший за 0,25 % призводить до окислювання металу під час розливання та погіршення його властивостей.

Експериментальне виплавлення сталі проводили в індукційній печі марки ИСТ-60. Температура металу при випуску становила 1650 °С, а температура заливання форми - 1610 °С. Заливання металу виконували в сухі піщані ливарні форми. Із виливок виготовляли зразки для досліджень структури, механічних властивостей, теплопровідності, термостійкості та окалинотійкості.

Склад термостійкої графітизованої сталі, що заявляється, представлено в таблиці 1, та який містить елементи в кількості, відповідно: нижній границі, що заявляється, відповідає сплав № 2; верхній границі, що заявляється, відповідає сплав № 4; оптимальному складу відповідає сплав № 3; нижче за нижню границю - сплав № 1; вище за верхню границю - сплав № 5.

Теплопровідність сталі λ вимірювали на приборі ИТЭМ-1М Актюбінського заводу "Эталон".

Визначення термостійкості N проводили за допомогою пристрою, описаного у патенті України UA 53976A [3], з використанням циліндричного зразка, що має два наскрізних отвори, вісі яких розташовані у взаємоперпендикулярних площинах. Термоциклювання проводили за режимом 20↔800 °С із охолодженням у проточній воді. Висновок про термостійкість матеріалу робили за кількістю циклів, що витримував зразок до появи наскрізної тріщини або до його руйнування (розділення на дві частини).

Таблиця 1

Хімічний склад сталей

№	Сплав	Вміст елементів, мас. %					
		вуглець	кремній	манган	мідь	алюміній	залізо
	Найближчий аналог	1,2-1,4	1,1-1,5	0,3...0,6	1,2...1,8	0,15...0,25	решта
1	Запропонований	1,50	1,8	0,3...0,6	2,8	0,12	решта
2		1,60	2,0		3,0	0,15	решта
3		1,65	2,3		3,3	0,20	решта
4		1,70	2,5		3,5	0,25	решта
5		1,80	2,7		3,7	0,28	решта

Випробування на окалинотійкість проводили на спеціальній газодинамічній установці в потоці полум'я від згорання суміші пропану та кисню на плоских полірованих зразках розмірами 50×10×2 мм. Опір термічному руйнуванню визначали при термоциклюванні за режимом 600↔900 °С. Термін випробувань кожної партії зразків становив 100 циклів; тривалість одного циклу - 6 хвилин. Відомо, що кількісною характеристикою окалинотійкості є збільшення маси дослідних зразків в процесі окислювання при заданих температурах. Критерієм окалинотійкості служила різниця мас ΔP кожного зразка до та після термоциклювання. Визначення маси зразків виконували на аналітичних вагах ВЛА-2000 з точністю до 0,0001 г.

Результати порівняльних досліджень чавуну з кулястим графітом ВЧ40 - матеріалу, який широко застосовують при виготовленні металевих форм, найближчого аналога - сталі 130СДТЛ та графітизованої сталі, яка заявляється, наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати порівняльних досліджень

СПЛАВ	σ_B , МПа	δ , %	λ Вт/м °С	N, циклів	ΔP , г
ВЧ40	415	15	45,2	34	0,48
графітізована сталь 130СДТЛ (найближчий аналог)	648	24	35,7	49	24,3
графітізована сталь, що заявляється (див. табл. 1)	1 950	20	36,3	49	26,2
	2 943	19	38,1	50	28,2
	3 930	18	42,3	52	0,31
	4 880	14	43,0	47	0,33
	5 720	8	43,2	42	0,44

Результати досліджень вказують, що графітізована сталь, склад якої заявляється, не містить дорогих легувальних елементів, забезпечує високі показники межі міцності σ_B , відносного видовження δ та окалиностійкості ΔP , а також більш високі показники теплопровідності λ та термостійкості N. Це дозволило підвищити термін експлуатації металевих форм, які були з неї виготовлені, а також заощадити при цьому значні фінансові ресурси за рахунок економії легувальних елементів, зменшення кількості запасних частин і ремонтів, змінного обладнання (кокілі, виливниці та інш.).

Джерела інформації:

1. АС СРСР №1525229, МПК С22С38/54. Сталь [Текст] / І.П. Волчок, О.Б. Колотілкін, С.П. Шейко (Україна); Заявлено 17.05.88. Опубл. 30.11.89, Бюл. № 44.-3 с.

2. Пат.33235 Україна, Термостійка графітізована сталь [Текст]/ О.Ю. Яковлев, І.П. Волчок, О.А. Мітяєв; Заявлено 22.02.2008. Опубл. 10.06.2008, Бюл. № 11.-2 с.

3. Пат. 53976А Україна, МПК G01N3/60 Пристрій для визначення термостійкості [Текст]/О.Б. Черняк, О.Б. Колотілкін, І.П. Волчок (Україна); 12.04.2002. - Опубл. 01.02.2003, Бюл. №2, 2 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Термостійка графітізована сталь, що містить вуглець, кремній, марганець, мідь, залізо, яка **відрізняється** тим, що додатково містить алюміній при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	1,6-1,7
кремній	2,0-2,5
марганець	0,3-0,6
мідь	3,0-3,5
алюміній	0,15-0,25
залізо	решта.

Комп'ютерна верстка В. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601