



УКРАЇНА

(19) UA (11) 59302 (13) U
(51) МПК
C22C 38/02 (2011.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ГРАФІТИЗОВАНА СТАЛЬ

1

2

(21) u201012572

(22) 25.10.2010

(24) 10.05.2011

(46) 10.05.2011, Бюл. № 9, 2011 р.

(72) САВЧЕНКО ВІРА ОЛЕКСАНДРІВНА, МІТЯЄВ
ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ, ВОЛЧОК ІВАН ПЕ-
ТРОВИЧ(73) ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ(57) Графітизована сталь, що містить вуглець,
кремній, марганець, залізо, яка відрізняється
тим, що додатково містить алюміній при наступ-
ному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	0,8-1,2
кремній	1,0-1,5
марганець	0,3-0,6
алюміній	0,10-0,15
залізо	решта.

Корисна модель відноситься до металургії, то-
чніше до складу економнолегованих графітизова-
них сталей, які застосовуються в різних галузях:
машинобудуванні, металургії та інших з метою
підвищення зносостійкості деталей машин, що
працюють в умовах зношування, високих темпера-
тур та термоциклювання.

Відома зносостійка сталь підвищеної теплос-
тійкості [а. с. 1525229 колишнього СРСР МКИС C22C
38/54. Сталь/ І.П. Волчок, О.Б. Колотилкін,
С.П.Шейко (Україна). - № 4426396/31-02; Заявлено
17.05.88. Опубл. ЗОЛ 1.89. Бюл. № 44], що містить
(мас. %):

Вуглець	0,85 - 0,95
Кремній	0,5 - 0,8
Марганець	0,3 - 0,6
Хром	4,0 - 5,0
Вольфрам	2,0 - 2,5
Молибден	1,7 - 2,0
Ванадій	1,6 - 1,8
Нікель	0,3 - 0,5
Бор	0,002 - 0,006
Залізо	решта.

До недоліків відомого рішення треба віднести
те, що ця сталь має значну кількість кошових та
дефіцитних легувальних елементів і не забезпечує
необхідної зносостійкості деталей при високих
температурах і особливо в умовах термоциклю-
вання.

Найбільш близькою за технічною сутністю до
рішення, що заявляється, є термостійка графіти-
зована сталь (патент України на корисну модель

№ 33235 МІЖ C22C 38/34. Термостійка графітизо-
вана сталь / О.Ю.Яковлев, І.П.Волчок, О.А.Мітяєв
(Україна). - № u 200802296; Заявлено 22.02.2008.
Опубл. 10.06.2008. Бюл. № 11), прийнята за про-
тотип, яка містить (мас. %).

Вуглець	1,2 - 1,4
Кремній	1,1 - 1,5
Марганець	0,3 - 0,6
Мідь	1,2 - 1,8
Титан	0,05 - 0,07
Залізо	решта.

До недоліків відомого рішення треба віднести
те, що застосування цієї сталі ускладнює процес її
утилізації та рециклінгу у зв'язку із забрудненням
шихти (деталей, що вийшли з ладу) міддю, яку
неможливо видалити металургійними методами з
розплаву і котра негативно впливає на деякі меха-
нічні (пластичність) та технологічні (здатність до
штампування) властивості.

В основу корисної моделі поставлена завдан-
ня розробки графітизованої сталі, яка має кращі
показники зносостійкості, окислюваності та
спрощує процес утилізації і рециклінгу сталі.

Поставлене завдання досягається тим, що
графітизована сталь, яка містить вуглець, кремній,
марганець, додатково містить алюміній при насту-
пному співвідношенні компонентів (мас. %):

Вуглець	0,8 - 1,2
Кремній	1,0 - 1,5
Марганець	0,3 - 0,6
Алюміній	0,10 - 0,15
Залізо	решта.

(19) UA (11) 59302 (13) U

Саме сукупність цих компонентів та їх співвідношення забезпечують досягнення нового технічного результату - спрощення процесу утилізації та рециклінгу сталі, підвищення її зносостійкості, окислювості та в цілому довговічності та надійності деталей, які з неї виготовлено, що працюють в умовах високих температур і термоциклічних навантажень (металеві форми для розливання алюмінію, міді та їх сплавів).

Технічне рішення, яке заявляється, містить нові ознаки, тому воно відповідає критерію «новизна».

Зменшення вмісту вуглецю у кількості 0,8...1,2% забезпечує високий рівень міцності та теплопровідності, сприяє зниженню термічних напружень, що в цілому забезпечує високу довговічність виробів при термоциклічному навантаженні. Його зменшення нижче 0,8% призводить до падіння міцності у зв'язку зі зміною структури, а підвищення більше 1,2% - до змінення форми графітових включень на несприятливу, що, в цілому, негативно впливає на механічні та експлуатаційні властивості.

Кремній, як і вуглець, є сильним графітізатором, але його підвищений вміст призводить до високої крихкості матеріалу, тому для збільшення терміну експлуатації металевих форм його вміст у графітізованій сталі обмежено на рівні 1,0...1,5%. Зниження вмісту кремнію нижче 1,0% при вмісті вуглецю 0,8...1,2% не сприяє процесу графітізації.

Марганець у цих сталях виконує роль розкислювача, він є постійним традиційним елементом, а його вміст повинен бути в межах 0,3...0,6 %.

Алюміній у кількості 0,10...0,15% сприяє створенню чисельних центрів графітізації, подрібнен-

ню включень графіту, його глобуляризації та рівномірному розташуванню за об'ємом металу, що дозволяє знизити швидкість окислювання, а також підвищити механічні властивості при кімнатній та високих температурах. Більш високий вміст алюмінію призводить до окислювання металу під час розливання та погіршення його властивостей. Більш низький вміст алюмінію не сприяє процесу графітізації.

Аналоги, що містять ознаки, які відрізняють рішення, яке заявляється, від відомого не виявлені, таким чином рішення відповідає рівню техніки. На підставі цього можна зробити висновок про те, що рішення, яке заявляється, задовольняє критерію «винахідницький рівень».

Для експериментальної перевірки виплавлення сталі проводили в індукційній печі. З метою захисту металу від насичення газами наводили шлак, який складався з піску та плавикового шпату. Температура металу при випуску становила 1650°C, а температура заливання форми - 1610°C. Заливання металу виконували в сухі піщані ливарні форми. Хімічний склад сплавів, що представлено в таблиці 1 містили компоненти в кількості, відповідно: нижній границі, що заявляється, відповідає сплав № 2; верхній границі, що заявляється, відповідає сплав № 4; оптимальному складу сплаву, що заявляється відповідає сплав № 3; нижче за нижню границю, що заявляється, відповідає сплав № 1, вище за верхню границю, що заявляється, відповідає сплав № 5. Із виливок виводили зразки для досліджень структури, механічних властивостей та окислювості.

Таблиця 1

Хімічний склад сплавів

№	Сплав	Вміст компонентів %, за масою						
		C	Si	Mn	Al	Cu	Ti	Fe
130СДТЛ (прототип, пат. України № 33235)		1,2	1,3	0,4	-	1,4	0,06	Реш.
1	Запропонований	0,7	0,9	0,2	0,07	-	-	Реш.
2		0,8	1,0	0,3	0,10	-	-	Реш.
3		1,0	1,2	0,4	0,12	-	-	Реш.
4		1,2	1,5	0,6	0,15	-	-	Реш.
5		1,3	1,6	0,7	0,17	-	-	Реш.

Випробування на окислювості проводили на спеціальній газодинамічній установці в потоці полум'я від згорання суміші пропану та кисню на плоских полірованих зразках розмірами 50x10x2 мм. Опір термічному руйнуванню визначали при термоциклюванні за режимом 600↔900°C. Термін випробувань кожної партії зразків становив 100 циклів; тривалість одного циклу - 6 хвилин.

Відомо, що кількісною характеристикою окислювості є збільшення маси дослідних зразків в процесі окислювання при заданих температурах.

Критерієм окислювості служила різниця мас 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, прототипу - сталі 130СДТЛ та графітізованої сталі, яка заявляється, наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати порівняльних досліджень

СПЛАВ		$\sigma_{\text{в}}, \text{МПа} / \delta, \% \text{ при } t^{\circ}\text{C}$				λ Вт/м $^{\circ}\text{C}$	ΔP , г/м ² ч
		200	400	600	800		
ВЧ40		$\frac{412}{7}$	$\frac{364}{12}$	$\frac{190}{22}$	$\frac{43,6}{22}$	34,8	48,7
графітізована сталь 130СДТЛ (прототип, пат. України № 33235)		$\frac{645}{4}$	$\frac{589}{-}$	$\frac{280}{-}$	$\frac{78,5}{-}$	35,7	24,3
графітізована сталь, що заявляється (100СЛ)	1	$\frac{705}{5}$	$\frac{680}{10}$	$\frac{290}{18}$	$\frac{79,5}{25}$	36,9	20,9
	2	$\frac{760}{7}$	$\frac{710}{12}$	$\frac{305}{24}$	$\frac{91}{31}$	36,9	19,8
	3	$\frac{710}{7}$	$\frac{690}{14}$	$\frac{300}{24}$	$\frac{80,6}{32}$	36,8	20,2
	4	$\frac{640}{4}$	$\frac{580}{11}$	$\frac{270}{22}$	$\frac{76}{30}$	35,8	21,7
	5	$\frac{620}{3}$	$\frac{520}{10}$	$\frac{230}{18}$	$\frac{72}{28}$	34,8	23,7

Результати досліджень вказують, що графітізована сталь, склад якої заявляється, не містить дорогих легувальних елементів, забезпечує високі показники межі міцності $\sigma_{\text{в}}$ та відносного видовження δ при високих температурах, теплопровідності λ та більш високий опір окалиноутворенню ΔP . Це дозволило підвищити термін експлуатації металевих форм, які були з неї виготовлені, спростити процес утилізації та рециклінгу відпрацьова-

них деталей, 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.).

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок про те, що запропоноване технічне рішення є промислово придатним, бо може використовуватися у промисловості.