



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **44464** (13) **U**  
(51) МПК (2009)  
С22С 38/34

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) ТЕРМОСТІЙКА ГРАФІТИЗОВАНА СТАЛЬ

1

2

(21) u200902452

(22) 19.03.2009

(24) 12.10.2009

(46) 12.10.2009, Бюл. № 19, 2009 р.

(72) ВОЛЧОК ІВАН ПЕТРОВИЧ, МІТЯЄВ ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ, Акімов ІВАН ВАСИЛЬОВИЧ, САВЧЕНКО ВІРА ОЛЕКСАНДРІВНА

(73) ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Термостійка графітизована сталь, що містить вуглець, кремній, марганець, титан, залізо, яка відрізняється тим, що з метою спрощення проце-

су утилізації та рециклінгу, а також підвищення зносостійкості при термоциклічному навантаженні, до її складу додатково вводять нікель і молібден, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	1,2-1,4
кремній	1,1-1,5
марганець	0,3-0,6
титан	0,05-0,07
нікель	1,0-1,6
молібден	0,2-0,4
залізо	решта.

Корисна модель відноситься до металургії, точніше до складу економнолегованих графітизованих сталей, які застосовуються в різних галузях: машинобудуванні, металургії та інших з метою підвищення зносостійкості деталей машин, що працюють в умовах зношування, високих температур та термоциклування.

Відома зносостійка сталь підвищеної тепло-стійкості (а.с. 1525229 колишнього СРСР МКИ С22С 38/54. Сталь / І.П. Волчок, О.Б. Колотилкін, С.П. Шейко. - №4426396/31-02; Заявлено 17.05.88. Опубл. 30.11.89. 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
молібден	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 коштовних та дефіцитних легувальних елементів і не забезпечує необхідної зносостійкості деталей при високих температурах і особливо в умовах термоциклування.

Найбільш близькою за технічною сутністю до рішення, що заявляється, є термостійка графітизована сталь (патент України на корисну модель №33235 МПК С22С 38/34. Термостійка графітизована сталь [Текст] / О.Ю. Яковлев, І.П. Волчок,

О.А. Мітяєв. - № u 200802296; Заявлено 22.02.2008. Опубл. 10.06.2008. Бюл. №11), 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 механічні (пластичність) та технологічні (здатність до штампування) властивості.

В основу корисної моделі поставлено завдання розроблення такого складу термостійкої графітизованої сталі, який забезпечить спрощення процесу утилізації та рециклінгу сталі, підвищення її зносостійкості, окислостійкості.

Вирішення цієї задачі досягається тим, що термостійка графітизована сталь містить вуглець, кремній, марганець, нікель, молібден, титан і залізо при наступному співвідношенні компонентів (мас. %):

вуглець	1,2-1,4
кремній	1,1-1,5
марганець	0,3-0,6
нікель	1,0-1,6
молібден	0,2-0,4
титан	0,05-0,07

(13) U

(11) 44464

(19) UA

залізо решта.

Саме сукупність цих компонентів та їх співвідношення забезпечують досягнення нового технічного результату - спрощення процесу утилізації та рециклінгу сталі, підвищення її зносостійкості, окислювостійкості 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».

Вміст вуглецю у кількості 1,2...1,4% сприяє збільшенню рівня теплопровідності, зниженню термічних напружень, що в цілому забезпечує високу довговічність виробів при термоциклічному навантаженні.

Кремній, як і вуглець, є сильним графітизатором, але його підвищений вміст призводить до високої крихкості матеріалу, тому для збільшення терміну експлуатації металевих форм його вміст у графітізованій сталі обмежено на рівні 1,1...1,5%.

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

Нікель у кількості 1,0...1,6%, як і мідь, сприяє графітизації, але більш ефективно, порівняно з нею, підвищує міцність та пластичність сталі.

Молибден у кількості 0,2...0,4% призводить до зміни форми перліту з пластинчастої на глобулярну, що сприяє підвищенню механічних властивостей сталі при кімнатній та високих температурах, а також тріщиностійкості та окислювостійкості.

Присутність 0,05...0,07% титану сприяє створенню центрів графітизації, значному подрібненню включень графіту та забезпечує його рівномірне

розташування за об'ємом металу, що дозволяє знизити швидкість окислювостворювання.

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».

Виплавлення сталі проводили в індукційній печі. З метою захисту металу від насичення газами наводили шлак, який складався з піску та плавленого шпату. Температура металу при випуску становила 1650°C, а температура заливання форми - 1610°C. Заливання металу виконували в сухі піщані ливарні форми. Із виливок виготовляли зразки для досліджень структури, механічних властивостей та окислювостійкості.

Випробування на окислювостійкість проводили на спеціальній газодинамічній установці в потоці полум'я від згорання суміші пропану та кисню на плоских полірованих зразках розмірами 50x10x2мм. 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 окислювостійкості є збільшення маси дослідних зразків в процесі окислювання при заданих температурах. Критерієм окислювостійкості служила різниця мас кожного зразка до та після термоциклювання. Визначення маси зразків виконували на аналітичних вагах ВЛА-2000 з точністю до 0,0001г.

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.

Таблиця

Результати порівняльних досліджень

СПЛАВ	$\sigma_B$ , МПа, при $t$ °С				$\lambda$ , Вт/м°C	С, Вм/м	$\Delta P$ , г/м <sup>2</sup> ч
	200	400	600	800			
ВЧ40	412	364	190	43,6	34,8	25,4	48,7
графітізована сталь 130СДТЛ (прототип, пат. України №33235)	645	589	280	78,5	35,7	44,1	24,3
графітізована сталь, що заявляється (130СНМТЛ)	659	597	298	83,2	36,0	44,0	20,8

Результати досліджень вказують, що графітізована сталь, склад якої заявляється, забезпечує більш високі показники межі міцності  $\sigma_B$  при кімнатній і високих температурах, теплопровідності  $\lambda$ , критерія стійкості матеріалу при термоциклічних навантаженнях С та більш високий опір окислювостворенню  $\Delta P$ . Це дозволило підвищити термін експлуатації металевих форм, які були з неї виготовлені, спростити процес утилізації та рециклінгу

відпрацьованих деталей, а також заощадити при цьому значні фінансові ресурси за рахунок зменшення кількості запасних частин і ремонтів, змінного обладнання (кокілі, виливниці та інш.).

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

