



УКРАЇНА

(19) UA (11) 80498 (13) C2

(51) МПК (2006)

C22C 38/28

C22C 38/38

C22C 38/50

C22C 37/06 (2007.01)

C22C 37/10 (2007.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ЛИТИЙ ЖАРОСТІЙКИЙ СПЛАВ

1

(21) а200604628

(22) 25.04.2006

(24) 25.09.2007

(46) 25.09.2007, Бюл. №15, 2007р.

(72) Чейлях Олександр Петрович, Прекрасний
Сергій Валерійович, Кліманчук Владислав Влади-
славович, Кирильченко Петро Михайлович, Фоми-
цький Євген Іванович(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(56) SU, 711 156, A, 25.01.1980

SU, 1 652 372, A1, 30.05.1989

SU, 1 723 180, A1, 30.03.1992

SU, 1 820 300, A1, 07.06.1993

UA, 23 183, C2, 15.09.2000

UA, 78 416, C2, 15.03.2007

RU, 2 048 586, C1, 20.11.1995

RU, 2 171 165, C2, 27.07.2001

SE, 421 538, B, 04.01.1982

CN, 1 069 773, A, 10.03.1993

2

BG, 669, Y1, 31.05.2004

WO, 03/060174, A1, 24.07.2003

US, 4 793 875, A, 27.12.1988

JP, 61-157656, A, 17.07.1986

JP, 63-153242, A, 25.06.1988

Производство стальных отливок. Технологическая
инструкция ТИ 232-75-2002. - Мариуполь, 2002(57) Литий жаростойкий сплав, що містить вуглець,
хром, марганець, кремній, залізо та домішки, який
відрізняється тим, що він додатково містить ти-
тан, алюміній та азот при такому співвідношенні
компонентів, мас. %:

вуглець	0,6-1,4
хром	18,5-21,0
кремній	1,5-2,5
марганець	2,0-3,5
титан	0,3-0,6
алюміній	0,01-0,2
азот	0,01-0,05
залізо та домішки	решта.

Винахід відноситься до галузі металургії, зокрема до литого жаростійкого сплаву для робіт в умовах термоциклічного розігріву до 1000°C з інтенсивним гарячо-абразивним і газо-абразивним зносом.

Відомий литий зносостійкий сплав [патент №1652372 C22C38/46] для робіт в умовах абразивного та абразивно-корозійного зносу при температурах до 1100°C, який містить (у ваг. %):

вуглець	0,7-1,4
хром	26,0-32,0
кремній	0,8-3,0
марганець	0,3-0,8
нікель	1,0-6,0
алюміній	0,03-0,06
ванадій	0,005-0,3
барій	0,005-0,05
РЗМ	0,005-0,1

залізо та домішки решта.

При наявності ванадію, барію та РЗМ сплав має додаткову зносостійкість при великих температурах, однак присутність цих елементів та великої кількості нікелю робить цей сплав дуже дорогим, що здорожчує його виробництво.

Відомий чавун [патент SU №1723180 C22C37/06, C22C37/10] з підвищеною абразивною зносостійкістю в агресивному середовищі при температурах 20-500°C, який містить (у ваг. %):

вуглець	2,5-3,5
хром	15,0-25,0
кремній	0,5-1,5
марганець	2,5-4,0
нікель	1,0-6,0
алюміній	0,06-0,15
молібден	1,0-3,0
ванадій	1,0-3,0

(13) C2

(11) 80498

(19) UA

вісмут	0,04-0,01
бор	0,05-0,30
телур	0,06-0,13
залізо та домішки	решта.

При наявності в складі дорогих компонентів як ванадій, молібден, вісмут та телур роблять сплав підвищеної зносостійкості при великих температурах, однак присутність цих елементів та великої кількості нікелю робить цей сплав також дуже дорогим, що заважає його виробництву.

Відома жаростійка сталь 75X28H2СЛ (ТІ 232-75-2002), яка прийнята за прототип, наступного складу (у ваг. %):

вуглець	0,5-1,0
хром	26,0-30,0
кремній	0,5-1,5
марганець	0,5-0,8
нікель	1,5-3,0
залізо та домішки	решта.

Наявність в складі великої кількості нікелю і хрому робить цей сплав дуже дорогим, що заважає його виробництву. Крім того, присутність нікелю у складі сплаву, який експлуатується в середовищі з наявністю сульфідних газів спонукає швидкому корозійному розтріскуванню.

В основу виноходу поставлена задача: розробити склад литого жаростійкого сплаву, в якому введення нових компонентів та вагове співвідношення інших, дозволяє отримати економно легований сплав при збільшенні газо-абразивної та гарячо-абразивної зносостійкості, достатньої жаростійкості при термоциклюванні до 700°C.

Для вирішення поставленої задачі в склад литого жаростійкого сплаву, який містить вуглець, хром, марганець, кремній, залізо та домішки, згідно запропонованому виноходу, додатково введення титан, алюміній та азот при такому співвідношенні компонентів (у ваг. %):

вуглець	0,6-1,4
хром	18,5-21,0
кремній	1,5-2,5
марганець	2,0-3,5
титан	0,3-0,6
алюміній	0,01-0,2
азот	0,01-0,05
залізо та домішки	решта.

У запропонованому складі додаткове введення титану в кількості 0,3-0,6%, алюмінію 0,01-0,2%, та азоту 0,01-0,05% достатньо для отримання спецкарбідів для збереження мілкозернистості структури при підвищених температурах, яка додатково підвищує зносостійкість, а алюміній також додатково підвищує жаростійкість, за рахунок отримання оксидів алюмінію в оксидній плівці. Введення цих компонентів менш запропонованого складу мало ефективне, а введення більш цього складу спонукає підвищенню собівартості сплаву.

Вміст у сплаві вуглецю менш 0,6% знижується зносостійкість, так як при такій кількості сформується дуже мало карбідів $(Fe, Cr)_3C$, а наявність

більш 1,4% знижує жаростійкість сплаву при зв'язуванні хрому в карбіди.

Хрому в кількості 18,5-21% достатньо для досягнення потрібної жаростійкості при температурах до 1000°C, а також для отримання необхідної зносостійкості за рахунок утворення карбідів.

Менш ніж 18,5% зміст цього елемента не досягає необхідної жаростійкості та зносостійкості, при змісті більш 21% підвищується собівартість сплаву, та незначний вклад на жаростійкість до 1000°C.

Кремній в кількості 1,5-2,5% додатково збільшує жаростійкість. При наявності кремнію менш 1,5% дає незначний вклад в підвищення жаростійкості, а при кількості більш 2,5% може привести до крихкого стану в сплаві.

Марганець в кількості 2-3,5% вводиться в сплав для збільшення кількості залишкового аустеніту в структурі, що дозволяє підвищити зносостійкість, яка необхідна при абразивному впливі нагріваючого середовища.

Менша або більша кількість марганцю в співвідношенні указаному в заявці, не ефективна.

Сплав виплавляли в умовах фасонно-сталеливарного цеху БАТ "ММК ім. Ілліча". Виплавку робили в печах ДСП 3А з основною футерівкою, а розлив здійснювався при температурах 1540-1560°C в добре прогрітому (до 700-750°C) ковші у попередньо виготовленій пісчано-глинистій формі. Введення азоту здійснювали з допомогою азатованих феросплавів. Присадку алюмінію вводили в ківш.

Режим ТЦО проводили наступним засобом: нагрів зразків в термічній камері лабораторної печі (СНОЛ 1,8x1,5x3,9) до 700°C витримка 25хв., охолодження на повітрі, витримка при ~100°C - 20хв. Кількість циклів 60.

Випробування зразків запропонованого складу сплаву і прототипу на ударно-абразивне зношування робили згідно ГОСТ 23.207-79 на спеціальній споруді [А.с. СРСР 1820300, G01N3/56, 1993, Бюл. №21].

Ударно-абразивне зношення робили в попередньо саморозігрітій до температур 400-450°C обертанням зразків у середовищі чавунно-литого дробу зі швидкістю 2850 хвил.⁻¹. Час зношування - 120 хвилин. Еталоном була відпалена сталь 45 твердістю HB 160.

Твердість зразків сплаву вимірювали на твердомірі ТК-2 (Раквелла) з навантаженням 1500Н.

Крім того, були проведені експериментально-промислові випробування колосників спеціальних візків агломашин БАТ "ММК ім. Ілліча", які показали однакову експлуатаційну стійкість деталей з прототипом (2 роки).

Хімічний склад, відносна ударно-абразивна зносостійкість (ϵ), твердість (HRC) сплаву заявленого складу та прототипу після ТЦО приведені в таблицях 1, 2.

Таблиця 1

Хімічний склад досліджуваних сплавів

№	Вміст хімічних елементів, %							
	C	Cr	Mn	Si	Ni	Ti	Al	N
1	0,5	18,1	1,8	1,4	-	0,19	0,005	0,004
2	0,6	18,5	2,0	1,5	-	0,30	0,01	0,010
3 (опт.)	0,63	19,5	3,02	2,36	-	0,35	0,18	0,016
4	1,4	21,0	3,5	2,5	-	0,60	0,2	0,050
5	1,6	21,5	3,7	2,9	-	0,62	0,21	0,060
75X28H2СЛ	0,82	27,9	0,88	1,45	1,94	-	-	-

Таблиця 2

Механічні властивості досліджуваних сплавів після ТЦО

№	литий		Після 20 циклів		Після 40 циклів		Після 60 циклів	
	HRC	ε	HRC	ε	HRC	ε	HRC	ε
1	22	1,65	21	1,7	23	1,5	21	1,7
2	23	1,7	25	1,8	26	1,6	24	1,9
3 (опт.)	24	1,8	26	1,9	27,5	1,7	25,5	2,0
4	28	1,75	26	1,85	27	1,65	25	1,95
5	30	1,9	27	1,9	26,5	1,65	24	1,8
75X28H2СЛ	35,0	1,68	31,0	2,0	31,0	2,72	30,0	2,63

Із таблиць слідує, що заявлений литий жаростійкий сплав не уступає по властивостям прототипу 75X28H2СЛ.

Ефективність заявленого литого жаростійкого сплаву міститься в зниженні собівартості колосни-

ків спекальних візків агломашин, які виготовлені з нього, при зменшенні на 30-40% хрому у складі в заміні більш дешевих елементів - кремнію та марганцю, та відсутності дефіцитного нікелю.