



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **20633** (13) **U**
(51) МПК (2006)
C22C 38/58МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**видається під
відповідальність
власника
патенту**(54) СТАЛЬ**

(21) u200600921
(22) 02.02.2006
(24) 15.02.2007
(46) 15.02.2007, Бюл. № 2, 2007 р.
(72) Крижевський Аркадій Захарович
(73) Крижевський Аркадій Захарович, ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "СОДРУЖЕСТВО"
(57) Сталь, що містить вуглець, кремній, марганець, хром, алюміній і залізо, яка **відрізняється** тим, що додатково містить титан при наступному вмісті компонентів, мас. %:

вуглець	0,75-0,85
кремній	0,50-1,00
марганець	9,50-11,00
хром	1,8-3,50
алюміній	0,25-0,50
титан	0,10-0,30
залізо	решта,

при цьому вміст марганцю, вуглецю і титану знаходяться у співвідношенні:
 $Mn/(C+0,2Ti) \geq 10,5$.

Корисна модель відноситься до металургії високомарганцевистих сплавів, використовуваних для виготовлення деталей і вузлів, що працюють в умовах абразивного зносу при ударних навантаженнях, і може бути використаний для виготовлення футеровок млинів при здрібнюванні руд кольорових і чорних металів і великої номенклатури спеціальних литих деталей, що працюють у постійному контакті з абразивними матеріалами. Відомо сталь Гадфільда 110 М13Л (ДСТ 2176-77).

Її склад, мас. %:

Вуглець	0,9-1,4
Марганець	11,5-15,0
Кремній	0,3- 1,0
Сірка	0,01-0,05
Фосфор	0,05-0,12
Хром	0,1-1,0
Нікель	0,1-1,0
Мідь	0,1-0,3
Залізо	решта

Відома сталь завдяки підвищеній здатності до деформаційної міцності аустеніту має низький рівень дефектів упакування, добре працює в умовах ударно-абразивного зносу. Однак її недоліком є знижена зносостійкість при комплексному впливі абразивних, ударно-абразивних і ударних знакоперемінних навантажень, особливо при наростанні частини абразивного зносу.

Відома сталь згідно SU А.с. №956608 від 07.09.82р. МПК С 22 С 38/58, що містить залізо,

вуглець, марганець, кремній, сірку, фосфор, хром. нікель, мідь, молібден, кальцій і рідкоземельні метали при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

Вуглець	0,9-1,25
Марганець	10,5-14-0
Кремній	0,3-0,8
Сірка	0,01-0,04
Фосфор	0,02-0,07
Хром	0,1-0,5
Нікель	0,1-1,0
Мідь	0,1-0,3
Молібден	0,1-1,0
Кальцій	0,0001-0,015
Рідкоземельні метали	0,01-0,15
Залізо	решта

Відома сталь значною мірою позбавлена недоліків вищевказаного аналога. Відносна зносостійкість стосовно сталі Гадфільда [ДСТ 2176-77], % - складає 125-156%, HB-215-227.

Недоліком відомої сталі є наявність у ній дефіцитних і дорогих елементів - молібдену, рідкоземельних металів, що підвищує вартість відомої сталі не тільки за рахунок вартості шихтових матеріалів, але і за рахунок дорогої технології її одержання.

Це є причиною обмеженого її використання.

Відома високомарганцевиста сталь, найбільш близька по складу до сталі, що заявляється, SU А.с. № 648647 МПК 3 С 22 С 38/38 від 28.02.79р., що складається з наступних компонентів, мас. %:

(13) **U**
(11) **20633**
(19) **UA**

Вуглець	0,9-1,5
Кремній	0,15-0,8
Марганець	12-15
Алюміній	2,5-3,2
Хром	2,1-2,3

Після загартування у воді при $t^{\circ} 10500^{\circ}\text{C}$ ця сталь має такі характеристики HB = 218 - 232, ($\sigma_b = 720 - 750 \text{ Н мм}^2$; KCU₂₀ = 2,2-2,9; коефіцієнт зносоустійкості кубиків в обертовому барабані з сухим піском складає 1,33 - 1,41, з вологим піском із pH 6 дорівнює 1,52-1,7.

Відома сталь позбавлена недоліків, що характерні для вищерозглянутого аналога за SU Ac. №956608, - у її склад не входять коштовні легуючі добавки, що відбиває на вартості сталі. Однак зносоустійкість стосовно комплексного впливу абразивних, ударно-абразивних і ударних знакозмінних навантажень відомої сталі недостатня.

Задачею запропонованого технічного рішення є таке удосконалення хімічного складу сталі, що дозволило б підвищити її опірність комплексному впливу абразивних, ударно-абразивних і ударних знакозмінних навантажень.

Поставлена задача вирішується тем, що в сталь, що містить вуглець, кремній, марганець, хром, алюміній і залізо, додатково вводять титан при наступному вмісті компонентів, мас. %:

Вуглець	0,75 - 0,85
Кремній	0,50 - 1,00
Марганець	9,50 - 11,00
Хром	1,8 - 3,50
Алюміній	0,25 - 0,50
Титан	0,10 - 0,30
Залізо	решта

При цьому вміст марганцю, вуглецю і титану знаходяться в співвідношенні:

$$\text{Mn}/(\text{C}+0,2 \text{ Ti}) \geq 10,5$$

Таке співвідношення компонентів забезпечує високий опір сталі комплексним навантаженням, що включають абразивну, ударно-абразивну й ударно знакозмінну дію. Опір комплексним навантаженням зростає за рахунок дрібнодисперсних карбідів хрому і титану.

При співвідношенні

$$\text{Mn}/(\text{C}+0,2 \text{ Ti}) < 10,5$$

після загартування в сталі можуть залишатися залишки карбідів, що несприятливо впливає на комплекс механічних властивостей сталі, схильність її до наклепування від експлуатаційних навантажень, особливо при низьких температурах.

При вмісті вуглецю менш, ніж 0,75% росте кількість немартенситних складових цієї структури, що знижує її ударно-абразивну стійкість. При вмісті вуглецю більш, ніж 0,85% помітно знижується пластичність і ударна в'язкість сталі через вплив залишкових фаз.

Кремній вводять у сталь, що заявляється, для повного розкислення сталі і поліпшення її ливарних характеристик. При вмісті кремнію менш, ніж 0,50% ступінь розкислення недостатня і в ній утримується підвищений вміст неметалічних включень, що знижують ударну в'язкість сталі.

При вмісті кремнію більше, ніж 1% збільшується зерно у виливках і помітно знижується пластичність сталі.

Марганець разом з вуглецем розширює границі стабілізації аустеніту і підвищує розчинність вуглецю в аустеніті. При вмісті марганцю в сталі менше, ніж 9,50% знижується міцність і пластичність, а також стійкість аустеніту.

При вмісті марганцю більше, ніж 11,00% росте схильність до трансхристалізації, утворенню гарячих тріщин, а після лиття і термообробки збільшується кількість карбідів неправильної форми й особливо стійких важкорозчинних карбідів. Це знижує абразивну й ударну зносоустійкість.

Хром є важливим елементом легування сталі, що заявляється. При вмісті хрому менш 1,8%, аустеніт сталі стає менш стійким при нагріванні і наклепуванні, а це знижує зносоустійкість.

При вмісті хрому більше, ніж 3,50% - при нагріванні під загартування до високих температур практично не знижується масова частка мелкодисперсних карбідів хрому, що впливає на зниження опору сталі комплексним впливом з перевагою абразивних навантажень.

Титан у сталі, що заявляється, призначений для додаткового мікролегування і модифікування. Невелика кількість титану, що входить до вмісту сталі не відіб'ється значно, по відношенню до прототипу, на вартості сталі. При цьому навіть така невелика кількість сприяє здібненню структурних складових при кристалізації, усуненню зон стовпчастої структури, підвищенню зносоустійкості. При вмісті титану менше, ніж 0,10% ці ефекти не досягаються, тому що різко зменшується кількість дрібнодисперсних тугоплавких нітридів і карбонітридів титану.

При вмісті титану більше, ніж 0,30% стає можливим утворення карбідів титану у формі сітки по границях зерен, а це роз'єднує їх і знижує рівень механічних характеристик, особливо ударну в'язкість.

Алюміній вводиться в сталь, яка заявляється, для розкислення і модифікування. Він регулює залишковий вміст кисню в металі, розмір зерна, склад, форму і характер неметалічних включень. При вмісті алюмінію менш, ніж 0,25% у сталі зростає кількість залишкового кисню, а розмір зерна збільшується - це знижує стійкість сталі до ударно-абразивних навантажень.

При вмісті алюмінію більш, ніж 0,50% зростає роль вторинного окислювання при зниженні температури сталі на випуску і розливанні, а продукти окислювання, що утворюються, негативно впливають на характеристики сталі, у тому числі при комплексному впливі навантажень.

Приклад. Сталь, що заявляється, виплавляли в лабораторній індукційній печі ємністю тигля 0,5 кг за технологією, прийнятою при виплавці високомарганцевистої сталі. Проби відливали у виді прутків перетином 20×20мм, з яких виготовляли зразки розміром 15×15×15мм. Зразки піддавали іспитам на зносоустійкість в установці конструкції ДонДТУ, у якій одночасно два зразки обертаються на коромислі зі швидкістю 100 зворотів за хвилину у середовищі зі зволоженим піском, щебеневим каменем розміром 8-15мм і періодичними ударами об загострені упори з твердого сплаву, встановлені на шляху переміщення зразків, що забезпечува-

ло комплексні абразивні, ударно-абразивні й ударні впливи. Зразки зважували до і після випробування і оцінювали відносну зносостійкість у порівнянні з базовою сталлю-прототипом. Одночасно озглядали й оцінювали якість поверхні зразків. Зносостійкість базової сталі умовно приймали за одиницю. Отримані результати приведені в таблиці 1.

З таблиці 1 видно, що найбільш високу зносостійкість показали зразки складу 1-3, що відпові-

дають сталі, що заявляється. Її зносостійкість приблизно на 50% вище, ніж у базової сталі. Інші склади менш якісні - при випробуванні зразків 5,6 спостерігалось викришування поверхні зразків.

Таким чином, технічне рішення сталі, що заявляється, вирішує поставлену задачу - сталь заявленого складу має вищу, порівняно з прототипом, опірність комплексному впливу абразивних, ударно-абразивних і ударних знакозмінних навантажень.

Таблиця 1

Склад сталі	Вміст елементів						Mn C + 0,2 Ti	Відносна зносостійкість	Примітки
	C	Si	Mn	Cr	Ti	Al			
1	0,80	0,76	10,3	2,8	0,21	0,41	12,76	1,53	
2	0,75	0,51	9,54	2,03	0,11	0,35	12,23	1,47	
3	0,84	0,99	10,91	3,48	0,29	0,48	12,83	1,51	
4	0,67	0,25	8,4	1,25	0,06	0,15	12,53	1,25	
5	0,94	1,23	13,1	4,01	0,41	0,61	12,12	1,18	Викрош. поверх.
6	0,99	0,65	8,5	2,4	0,27	0,41	7,8	1,09	Викрош. поверх.
Прототип	1,2	0,17	13,5	2,2	-	2,8	-	1,00	