



УКРАЇНА

(19) UA (11) 15168 (13) U  
(51) МПК (2006)  
C22C 38/18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ФЕРИТНА ЖАРОСТІЙКА СТАЛЬ

1

2

(21) u200512448

(22) 23.12.2005

(24) 15.06.2006

(46) 15.06.2006, Бюл. № 6, 2006 р.

(72) Ольшанецький Вадим Юхимович, Климов  
Олександр Володимирович, Нестеров Олександр  
Васильович, Грешта Віктор Леонідович(73) ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ(57) Феритна жаростійка сталь на основі заліза ,  
склад якого містить вуглець, хром, кремній, алюмі-

ній кальцій, церій, яка **відрізняється** тим, що  
вміст має таке співвідношення усіх компонентів  
(мас.%):

вуглець	0,02-0,04
хром	8,0-13,0
кремній	1,0-1,5
алюміній	0,6-0,9
кальцій	0,005-0,4
церій	0,01-0,15
залізо	решта.

Корисна модель відноситься до галузі металу-  
ргії, зокрема до створення економ нолегованих  
жаростійких сталей феритного класу, і може за-  
стосовуватися в загальному машинобудуванні для  
виготовлення виробів, які працюють в агресивному  
газовому середовищі. Наприклад, для виготовлен-  
ня глушників шуму та нейтралізаторів відпрацьо-  
ваних газів до автомобільної та тракторної техніки,  
підного та сушарного обладнання.

Відома феритна сталь, яка є жаростійкою та  
корозійностійкою, а за структурою феритного кла-  
су [дивись опис до пат. №2033465, Росія. МПК  
C22C38/54. Феритна сталь / Талов Н.П. та інші. -  
Заявл. 1991.12.04. Опубл. 1995.04.20.-2с.], що міс-  
тить у своєму складі, мас.%:

вуглець	0,01-0,065
кремній	0,3-1,1
марганець	0,8-1,5
хром	17,0-21,0
ванадій	0,3-0,8
цирконій	0,15-0,35
алюміній	0,05-0,25
P3M	0,005-0,1
нікель	0,6-1,5
титан	0,05-0,25
кальцій	0,005-0,1
бор	0,003-0,05
молібден	1,0-2,5
ніобій	0,2 - 0,5
залізо	решта.

До недоліків відомого рішення треба віднести  
те, що сталь легована деякими гостродефіцитни-  
ми елементами та має досить складний хімічний  
склад, що ускладнює процес виготовлення сталі.  
Наявність у хімічному складі марганцю та нікелю  
негативно впливає на отримання феритної структу-  
ри, що потребує значного вмісту хрому та великої  
кількості інших феритоутворювальних елементів.  
Деякі з цих елементів погіршують технологічні та  
експлуатаційні властивості сталей. Відомо, що  
ванадій знижує жаростійкість, бор негативно впли-  
ває на зварюваність, а титан та ніобій утворюють  
важкорозчинні карбіди, що погіршує стан поверхні  
листа при шліфуванні.

Найбільш близькою за технічною сутністю до  
рішення, що заявляється, є відома феритна жаро-  
стійка сталь [див. опис до пат. №2835, Україна.  
МПК5 C22C38/28. Феритна жаростійка сталь / Бо-  
ндаренко А.Л., Сацький В.А. та інші.-  
Заявл.29.04.94. -опубл. 1994.12.02.-бюл.5-1.-  
С.3.236], яку обрано за прототип і котра містить у  
своєму складі (мас.%):

вуглець	0,02-0,08
хром	6,0-13,0
кремній	1,0-2,25
алюміній	1,0-1,5
титан	0,3-0,6
церій	0,01-0,15
кальцій	0,005-0,4
залізо	решта.

(13) U

(11) 15168

(19) UA

Причому співвідношення кремнію та алюмінію складає 1,0-1,5.

За структурою сталь є феритною, що обумовлює її технологічність на етапах металургійного перероблення. Тому ж сталь є жаростійкою, придатна до штампування та зварювання.

До недоліків відомого рішення треба віднести занадто велику кількість алюмінію та наявність у хімічному складі сталі титану, що погіршує стан поверхні металопродукату внаслідок збільшеної здатності до плівчастості та карбідоутворення.

В основу корисної моделі поставлено завдання створення такого складу сталі, який дозволить отримати однофазну феритну структуру, при повній відсутності титану, що забезпечить технологічність на етапах металургійного перероблення та при виготовленні виробів засобами штампування-зварювання, високий рівень жаростійкості при забезпеченні низької здатності до плівчастості та карбідоутворення.

Вирішення цього завдання досягається пропозицією складу феритної жаростійкої сталі на основі заліза, склад якого містить вуглець, хром, кремній, алюміній, кальцій, церій, причому вміст усіх складових компонентів складає (мас. %):

вуглець	0,02-0,04
хром	8,0-13,0
кремній	1,0-1,5
алюміній	0,6-0,9
кальцій	0,005-0,4
церій	0,01-0,15
залізо	решта.

Саме сукупність цих легувальних елементів у зазначеній кількості при зберіганні корисних властивостей аналогу та прототипу забезпечить досягнення нового технічного результату.

Отже, у технічному рішенні, що заявляється, нові технічні ознаки при взаємодії з відомими дають новий технічний результат, який дозволяє вирішити поставлене завдання - створити матеріал з однофазною феритною структурою, оптимальним сполученням технологічних властивостей, високим рівнем жаростійкості та поліпшеним станом поверхні металопродукату.

Таким чином, при вирішенні завдання про отримання однофазної феритної структури жаростійкої сталі з поліпшеним станом поверхні має бути ретельний вибір та прорахований баланс між легувальними елементами (ферито- та аустенітоутворювачами). Пропонований склад економнолегованої феритної жаростійкої сталі є вирішенням цього завдання.

Сучасне виробництво легованих сталей дозволяє зменшити вміст вуглецю до 0,02-0,04%. Це дає можливість не використовувати титан для компенсування аустенітоутворювального впливу вуглецю та в процесі карбідоутворення.

Хром - це основний легувальний елемент, при вмісті якого близько 8% проявляється його феритоутворювальний вплив. Для гарантованого досягнення феритної структури необхідно додатково легувати сталь іншими феритоутворювачами. Найбільш доступними та ефективними з таких елементів є алюміній та кремній. Саме ці елементи, крім позитивного впливу на феритоутворення,

суттєво збільшують жаростійкість. Вміст цих елементів повинен бути обмеженим з огляду на крихкість твердого розчину. Крім цього, при завищеному вмісті алюмінію впливає на збільшення плівчастості поверхні металу. Визначено, що вміст алюмінію не повинен перевищувати 0,9%, а кремнію - 1,5%. Нижня границя вмісту алюмінію - 0,6% та кремнію - 1,0% навіть у сукупності з 8% хрому забезпечить отримання феритної структури та необхідний рівень жаростійкості.

Таким чином, у порівнянні з прототипом, пропонуване технічне рішення містить вищевказані істотні відмінні ознаки, отже, відповідає вимозі „Новизна”.

Ознаки, що відрізняють технічне рішення, що заявляється, від прототипу, не виявлені в інших технічних рішеннях при вивченні цієї галузі техніки. На підставі цього можна зробити висновок про те, що пропонуване технічне рішення задовольняє критерію „винахідницький рівень”.

Для експериментальної перевірки властивостей складу, який заявляється, феритну жаростійку сталь одержували шляхом переплавлення шихтових матеріалів у індукційній плавильній печі.

Були виготовлені зразки з холоднокатаних смуг металу дослідницьких плавок. Зразки виготовляли у лабораторних умовах відповідно з існуючими стандартами.

Дослідження структури виконували із застосуванням методів металографічного аналізу. Порівняльні дослідження жаростійкості здійснювали в повітряній атмосфері при температурі 700°C та тривалістю випробувань 200 год. Плівчастість поверхні оцінювали візуально.

Результати досліджень подано в таблиці.

Вміст легувальних елементів змінювався порівняно зі складом, який замовляється як у бік збільшення, так і в бік зменшення з метою встановлення впливу на структуру (наявність поліморфного перетворення), жаростійкості, плівчастості.

Результати досліджень свідчать, що сталь зі складом, що замовляється (склад сталі №3), має однофазну феритну структуру, жаростійкість на рівні прототипу, незначну плівчастість.

Сталь із вмістом усіх легувальних елементів більшим, ніж верхня концентраційна границя у складі, що пропонується навіть при вмісті вуглецю, що перевищує пропонуваній уміст (плавка №1), має суто феритну структуру, більш високу жаростійкість порівняно з відомими складами. Проте на поверхні матеріалу спостерігали значну плівчастість.

Зменшення вмісту алюмінію до концентрації меншої за нижню концентраційну межу в сплаві, що замовляється, та при вмісті вуглецю меншим запропонованого, навіть при максимальному вмісті хрому, кремнію, кальцію та церію (плавка №2), у структурі з'являється мартенситна складова, погіршується жаростійкість, а плівчастість є незначною.

Сталь, де вміст кремнію був меншим за нижню концентраційну межу в складі, що замовляється, навіть при вмісті вуглецю більшим від запропонованого та максимальному вмісті хрому, алюмінію, кальцію та церію (плавка №4), за структурою за-

лишається феритною, рівень жаростійкості гірший порівняно з відомим складом, пливчистість незначна.

При одночасному зменшенні вмісту хрому, кремнію, алюмінію, кальцію та церію зніжується їх

вміст, що пропонується при вмісті вуглецю меншим за пропонований (склад сталі №5) отримано феритомартенситну структуру сталі при найгіршому рівні жаростійкості та незначній пливчистості.

Таблиця

Результати досліджень

Номер плавки	Вміст легувальних елементів							Структура	Жаростійкість, г/см <sup>2</sup>	Пливчистість
	C	Cr	Si	Al	Ti	Ca	Ce			
1	0,05	14,0	2,0	1,1	-	0,5	0,2	Ферит	$2,5 \cdot 10^{-4}$	значна
2	0,01	13,0	1,5	0,5	-	0,4	0,15	Феритомартен	$3,8 \cdot 10^{-4}$	незначна
3	0,02	10,5	1,2	0,7	-	0,2	0,08	Ферит	$3,1 \cdot 10^{-4}$	незначна
4	0,05	13,0	0,8	0,9	-	0,4	0,15	Ферит	$3,8 \cdot 10^{-4}$	незначна
5	0,01	7,0	0,8	0,5	-	0,004	0,01	Феритомартен	$7,5 \cdot 10^{-3}$	незначна
6 Прото-тип	0,05	8,0	1,5	1,2	0,5	0,15	0,1	Ферит	$3,2 \cdot 10^{-4}$	незначна

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок, що пропоноване технічне рішення може бути застосовано в техніці і задовольняє критерію "промислова застосовуваність".