



УКРАЇНА

(19) UA (11) 51404 (13) A

(51) 6 C22C38/54

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) СТАЛЬ

1

2

(21) 2002032044

(22) 14 03 2002

(24) 15 11 2002

(46) 15 11 2002, Бюл. №11, 2002 р.

(72) Алімов Валерій Іванович, Петтік Юрій Влади-
славович, Шевякіна Вікторія Вікторівна, Дубина
Володимир Степанович, Прилепа Валентин Ти-
мофійович(73) ДОНЕЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ(57) Сталь, яка містить вуглець, марганець, хром,
нікель, ванадій, алюміній та залізо, якавідрізняється тим, що вона додатково містить
азот при наступному співвідношенні компонентів,
% мас

вуглець	0,45-0,55
марганець	0,5-2,2
нікель	0,5-1,1
хром	0,8-2,2
ванадій	0,1-0,6
алюміній	0,005-0,2
азот	0,05-0,4
залізо	решта

Винахід відноситься до машинобудування та
ливарного виробництва та може бути використа-
ним для виготовлення шарошек бурових долот,
пропонуємих для буріння гірських порід.

Відома сталь, яка містить вуглець, кремній,
марганець, нікель, хром, титан, ванадій, бор та
залізо в наступних кількостях, (% мас)

вуглець	0,23 - 0,28
кремній	0,4 - 0,6
марганець	0,4 - 0,6
нікель	1,5 - 2,5
хром	2,0 - 3,0
титан	0,02 - 0,07
ванадій	0,1 - 0,15
бор	0,001 - 0,005
залізо	решта

(А с СРСР № 1289908, кл. C22C38/54, опубл.
15 02 87 Бюл. № 6)

Зносостійкість даної сталі забезпечується за
рахунок підвищеного вмісту в її складі хрому та
нікелю. При цьому формується достатня кількість
первинних карбідів, які утримуються у в'язкій мат-
риці. Модифікування сталі бором здригнує пер-
винні карбіди, що благоприємно відбивається на
міцнісних характеристиках сталі.

Але дана сталь має низьку контактну витрива-
лість в абразивному середовищі, втомленісна дов-
готривалість її також низька, а в'язкість матриці
недостатня для ефективного опору зародження та
зростання мікротріщин, внаслідок чого сталь має
низьку втомленісну довготривалість.

Відома сталь, що містить вуглець, кремній,
марганець, нікель, хром, титан, ванадій, бор, молі-
бден, кальцій, алюміній, мідь та залізо, у наступ-
них кількостях, (% мас)

вуглець	0,25 - 0,65
кремній	0,5 - 1,1
марганець	0,5 - 2,2
нікель	1,5 - 4,0
хром	0,9 - 4,0
титан	0,01 - 0,23
ванадій	0,1 - 0,6
бор	0,0001 - 0,05
молібден	0,05 - 0,4
кальцій	0,0083 - 0,075
алюміній	0,005 - 0,2
мідь	0,1 - 0,4
залізо	решта

Окрім цього в цієї сталі вміст С, Мо та Са
з'язан співвідношенням

$$0,3 \text{ Mo} = \text{C} / (800 - 1100) \text{ Ca}$$

(Пат. України № 18561, кл. C22C38/54, опубл.
25 12 97 Бюл. № 6)

Ця сталь за технічною сутністю є найбільш
близькою до заявляємої і тому прийнята у якості
найближчого аналога.

Більш висока абразивна зносостійкість даної
сталі досягається за рахунок підвищеного вмісту в
її складі хрому (до 4,0%) і нікелю (до 4%). При
цьому формується достатня кількість первинних
карбідів, які надійно утримуються у високов'язкій
матриці. Додаткове зміцнення вторинними склад-

(13) A
51404
(11) UA
(19)

но-легованими карбідами ванадію також сприяє росту зносостійкості. Модифікування сталі бором (до 0,005%) здрібнює первинні карбіди та робить їх більш міцними, що благоприйнятно відбивається на міцностних характеристиках матеріалу.

Але дана сталь має низьку контактну витривалість в абразивному середовищі та втомленісна довготривалість її низька.

Продукти гартування мають грубу будову, що приводить до хрупких сколювань мікрооб'ємів металу в процесі багаторазово повторюючихся дій абразиву на поверхню деталі в процесі її контакту. В результаті цього поверхня матриці не встигає повністю зміцнитися під дією абразиву, що знижує зносостійкість. В процесі експлуатації деталей під дією навантажень в матриці сплаву виникають численні викривлення кристалічної ґратки, приводять до утворення мікротріщин та зруйнування деталей. В'язкість матриці відомої сталі недостатня для того, щоб ефективно чинити опір зародженню та зростанню мікротріщин. Внаслідок цього відома сталь має низьку втомленісну довготривалість.

Таким чином, сталь найближчого аналога хоча й має високу абразивну зносостійкість, але, через особливості її структурного стану, контактна витривалість в абразивному середовищі та втомленісна довготривалість її низька.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення сталі, у якій за рахунок зміни структурного складу підвищується контактна витривалість сталі в абразивному середовищі та втомленісна довготривалість, а склад сталі при цьому спрощується та стає більш економічним.

Задача винаходу вирішується тим, що сталь, яка містить вуглець, марганець, хром, нікель, ванадій, алюміній та залізо згідно з винаходом, додатково містить азот, при наступному співвідношенні компонентів (мас, %)

вуглець	0,45 - 0,55
марганець	0,5 - 2,2
нікель	0,5 - 1,1
хром	0,8 - 2,2
ванадій	0,1 - 0,6
алюміній	0,005 - 0,2
азот	0,05 - 0,4
залізо	решта

Вміст вуглецю в сталі, що заявляється, знаходиться в межах 0,45 - 0,55%. Вуглець є елементом, що забезпечує утворення карбідної фази. При вмісті вуглецю менше 0,45% утворюється недостатня кількість карбідів. Збільшення вмісту вуглецю більш 0,55% приводить до збільшення карбідної фази, що негативно відбивається на зносостійкості.

Марганець знижує температуру початку мартенситного перетворення при подальшій термічній обробці формує матрицю з потрібним рівнем міцності. При вмісті марганцю в складі сталі менше 0,5% температура початку мартенситного перетворення знижується недостатньо для утворення нестабільного останнього аустеніту. Підвищення вмісту марганцю більш 1,1% неефективно, оскільки знижує кількість продуктів гартування в складі сплаву та не забезпечує досягнення потрібної твердості.

Вміст нікелю в сталі, що заявляється, знаходиться в межах 1,5 - 2,0%. Нікель вводиться для підвищення пластичності матриці та більш надійного утримання в ній карбідів. При вмісті нікелю менше 1,5% пластичність матриці недостатня для надійного закріплення в ній карбідів та відзначається їх крихке викришування. Підвищення вмісту нікелю більш 2,0% економічно недоцільно.

Хром в складі сталі, що заявляється, знаходиться в межах 0,8 - 2,2%. Служить хром для утворення первинних карбідів, що забезпечує досягнення потрібної зносостійкості. Зниження хрому менше 0,8% не приводить до отримання достатньої кількості карбідів. При цьому потрібні значення зносостійкості не досягаються. Збільшення вмісту хрому більш 2,2% приводить до надмірного збільшення та огрублення первинних карбідів. При цьому підвищення зносостійкості не спостерігається.

Ванадій вводиться до складу сталі, що заявляється, в кількості 0,1 - 0,6%. Цей елемент необхідний для утворення вторинних карбідів в матриці сталі, що забезпечує її зміцнення та зумовлює потрібну зносостійкість. При вмісті ванадію менше 0,1% в матриці сплаву утворюється недостатня кількість карбідів, потрібна зносостійкість не досягається. Збільшення вмісту ванадію більше 0,6% не приводить до значного приросту зносостійкості.

Сталь, що заявляється, містить 0,005 - 0,2% алюмінію. Він розподіляється по межах фаз, учиняє рафінуючу та розкислюючу дію. При вмісті алюмінію менше 0,005% не спостерігається рафінуючої дії, а при більше 0,2% - це економічно не вигідно.

Новою ознакою є введення азоту та співвідношення компонентів. Він вводиться для стабілізації аустеніту, утворення нітридів та зміцнення сталі. При введенні азоту менше 0,005% - не спостерігається потрібної стабілізації аустеніту, а при введенні азоту більш 0,4% збільшуються нітриди, при цьому зміцнення сталі не спостерігається.

Весь комплекс властивостей, що містяться в сталі складу, що заявляється, які взяті в межах пропонуємих масових співвідношень, сприяє підвищенню її основних експлуатаційних характеристик контактної витривалості в абразивному середовищі та втомленісної довготривалості сталі.

Таким чином, спільний вплив введеного елементу в склад сталі сприяє зміні типу та морфології продуктів гартування, блокує утворення та перешкоджає зародженню мікротріщин, підвищує в'язкість та пластичність матриці, а також стійкість границь карбід-матриця до зруйнування. Сталь має високу ступінь стабільності основних експлуатаційних властивостей в межах всього хімічного складу.

Приклад. Одержання сталі пропонуємого складу проводилось в індукційній печі ІСТ - 0 18 за ТУ 16521 716 - 82 ємкістю 180кг з основною футеровкою. Для усіх методів використовували вихідні проби у вигляді зразків масою 100г, довжиною 150мм та діаметром 15мм, отримані з усіх досліджуваних сталей №1 - 4 зразки підлягали термічній обробці за подальшим режимом.

відпал при 880°C - 4 години, гартування в маслі від 980°C, відпуск при 350°C - 2 години.

В таблиці наведені склади сталі, що пропонується, № 1, 2, 3 та значення їх основних експлуатаційних характеристик контактної витривалості в абразивному середовищі та втомленосної довготривалості. Сталь № 4 було одержано за найближчим аналогом.

Контактна витривалість в абразивному середовищі оцінювали за утратою маси зразка - диска, виготовленого зі сталі, обертаючогося навколо

своїєї вісі. В якості абразивного матеріалу використовувалися електрокорундові шкурки зернистістю 10НМ. Навантаження на зразок складало 4кґ, путь тертя 50м.

Втомленісна витривалість оцінювалась на машині Шенка при вигину обертаючогося навколо своєї вісі зразка (властивості сталі наведені в таблиці). Випробування проводились впродовж 30 хвилин.

Таблиця

Умовний номер сталі	Хімічний склад, % (мас)								Властивості	
	C	Mn	Cr	Ni	V	Al	N	Fe	Утрати маси при випробуванні на контактний знос в абразивному середовищі, %	Втомленісна довготривалість, × 10 ⁶ циклів
1	0,45	0,5	0,8	1,5	0,1	0,005	0,05	96,6	6,6	58,4
2	0,5	0,7	2,0	1,8	0,4	0,1	0,2	94,3	6,5	58,9
3	0,55	1,1	2,2	2,2	0,6	0,2	0,4	92,75	6,45	59,1
4	0,4 (Si - 0,75)	2,0 (Ti - 0,12)	2,0 (B - 0,03)	0,3 (Ca - 0,27)	0,3 (Cu - 0,27)	0,1 (Mo - 0,23)		91,4	9,3	42,2

Таким чином витривалість (зносостійкість) в абразивному середовищі у сталі, що заявляється, у 1,4 рази вище, ніж у сталі найближчого аналогу, а втомленісна довготривалість вище у 1,5 рази.

Більш високі експлуатаційні характеристики

сталі, що заявляється, дозволяють для даної групи матеріалів збільшити термін служби деталей бурового інструменту, скоротити витрати, пов'язані з ремонтом та переналагодженням бурової техніки, спростити склад та технологію виплавки.

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71