



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 59293

(13) A

(51) 7 C22C38/48

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) СТАЛЬ

1

2

(21) 20021210545

(22) 25 12 2002

(24) 15 08 2003

(46) 15 08 2003, Бюл. № 8, 2003 р.

(72) Школяр Петро Сергійович, Школяр Сергій Петрович

(73) Школяр Сергій Петрович

(57) Сталь, що містить вуглець, марганець, кремній, титан і залізо, яка відрізняється тим, що вона

додатково містить ніобій при наступному співвідношенні елементів, мас. %

C	0,05-0,12 %
Si	0,15-0,30
Nb	0,05-0,12
Mn	1,0-1,4
Ti	0,05-0,12
Fe	решта

Винахід відноситься до металургії, конкретно до виробництва низьколегованих, маловуглицевих сталей підвищеної міцності для виготовлення великогабаритної емальованої хімічної апаратури, що працює при тиску до 4,9 МПа і температурі до 400°C.

Відома маловуглицева сталь типу 0,8 що впливає зі складу, мас. %

Компоненти	Мас. %
C	0,05-0,12
Mn	0,35-0,65
Si	0,17-0,37
Залізо	інше

(ГОСТ 1577-81 Аркуші нормалізовані і гарячекатані) $\sigma_B \geq 310$ МПа, $\delta_5 = 32\%$

Недоліком цієї сталі є низькі міцнісні характеристики. Тому вона застосовується для виготовлення серійної емальованої арматури, експлуатованої при P до 1,6 МПа і температурі до плюс 300°C.

Близька по технічних характеристиках до марки, що заявляється відома сталь, 10Г2С1 наступного хімічного складу, мас. %

Компоненти	Мас. %
Вуглець	До 0,12
Марганець	1,3-1,65
Кремній	0,8-1,1
Хром	не більш 0,3%
Нікель	не більш 0,3%
Мідь	не більш 0,3%
Залізо	інше

(ГОСТ 19282-73)

Сталь призначається для виготовлення зварних металоконструкцій апаратів і судин, працюючих при t від -70 до +475°C під тиском.

Недоліком сталі 10Г2С1 є наявність залишкового аустениту в структурі сталі після охолодження від температури випалу емалі, що є причиною розтріскування емалі. Тому сталь 10Г2С1 не знайшла застосування при виготовленні емальованого устаткування.

Найбільш близької по технічній суті і результатах, що досягаються в заявленій сталі є відома конструкційна сталь марки 08Т (прототип) наступного складу, мас. %

Компоненти	Мас. %
Вуглець	<0,1
Марганець	0,15-0,65
Кремній	0,17-0,37
Титан	0,05-0,15
Залізо	інше

(ТУ 14-1-1432-75 «Сталь товстолистова конструкційна марки 08Т»)

Після нормалізації сталь має такі властивості $\sigma_{02} = 280,0$ МПа, $\sigma_B = 390,0$ МПа, $\delta_5 = 33,9\%$

Сталь наведеного складу технологічна у всьому циклі виготовлення емальованої апаратури, а також бездефектно емальюється з двох сторін, тому набула широкого застосування в емальовальному виробництві.

Однак, для виготовлення великогабаритної емальованої апаратури (від 25 до 100 м³) міцнісні характеристики сталі 08Т особливо при температурі випалу емалі (800-850°C) недостатні, що приводить до деформації днища в місцях контакту з

(13) A

(11) 59293

(19) UA

випалювальним інструментом (підставкою) і розтріскуванню емалі

В основу запропонованого винаходу поставлено завдання удосконалення хімічного складу сталі, що емалюється, який дозволив би підвищити її міцнісні характеристики при температурі до 400°C і збільшити її твердість у порівнянні з прототипом при температурі емалювання (наприклад 850°C). При цьому сталь повинна мати здатність бездефектного двостороннього емалювання і бути технологічною у виробництві емальованого устаткування

Поставлена мета досягається тим, що в сталь, що містить вуглець, марганець, кремній, титан і залізо, додатково вводять ніобій і збільшують вміст марганцю при наступному співвідношенні елементів, мас %

0,05-0,12% C,	1,0-1,4 Mn,
0,15-0,30 Si,	0,05-0,12 Ti,
0,05-0,12 Nb,	інше залізо

Вуглець в емальованій сталі - шкідлива домішка. З підвищенням його вмістом вище 0,05-0,12% в емалевому покритті можуть виникати дефекти в результаті утворення CO і CO₂ при випалі

Марганець при вмісті в маловуглецевій сталі в заявлених межах (1,0-1,4%) підвищує твердість і міцність сталі і не знижує пластичність (до 1,5% Mn). При цьому її технологічність і емалювання не погіршується

Кремній у кількості 0,15-0,30% вводиться не тільки як розкислювач, що дозволяє одержати глибоко розкислений метал, але і як легуючий елемент, що підвищує міцність сталі в тому числі і при високих температурах, хоча і трохи знижує в'язкість. Тому його кількість обмежена 0,30%

Кількість титану в пропонованій сталі (0,05-0,12%) є оптимальним, котрому відповідає максимальна його ефективність у зв'язуванні водню в стійкі з'єднання й оптимальне поєднання воднево-проникнення сталі і пухиркової структури ґрунтової емалі, що забезпечує найбільшу стійкість системи

сталь-емаль проти утворення водневих дефектів «риб'яча луска»

Вплив ніобію аналогічно впливу титану в маловуглецевій сталі на взаємодію її з воднем. Однак при легуванні сталі ніобієм, у кількості 0,05-0,12% значно зменшується розмір зерна за рахунок утворення рівномірно розташованих дрібних (до 0,2мкм) важко розчинних при температурі емалювання (до 850°C) карбідів. Завдяки цьому підвищується пластичність сталі і її міцність при високих температурах

Таким чином, сукупність істотно відрізняльних ознак запропонованого технічного рішення дозволяє одержати конструкційну сталь з підвищеним рівнем міцнісних характеристик (σ_{02} , σ_B) у широкому інтервалі температур (до 900°C) при збереженні необхідного рівня пластичності за рахунок збільшення вмісту марганцю і додаткового введення ніобію

Приведемо приклади використання заявленої хімічного складу сталі

Сталь виплавляли у лабораторії 50-ти кілограмовій високочастотній індукційній печі з основою футерівкою. Рідкий метал розливали на злитки вагою 25кг, які потім проковували в сутунки шириною до 100мм і товщиною 14мм, з яких готували зразки для досліджень. Зразки зі сталі 08Т (прототип) виготовляли з листового прокату товщиною 14мм Алчевського металургійного заводу

З аналізу випробувань (табл 1 і 2) випливає, що відрізняльні ознаки, запропонованого рішення дозволяють виготовляти сталь (склади 2-5), що у порівнянні зі сталлю марки 08Т (склад 1 - прототип) характеризується підвищеними міцнісними властивостями (σ_{02} та σ_B) у 1,2 і 1,3 рази в інтервалі температур експлуатації (до 400°C) і випалу емалі (800-900°C) при збереженні властивостей пластичності

Таким чином запропонований склад сталі вирішує поставлену задачу

Таблиця 1

Варіант складу сталі №	Концентрація елементів					Механічні властивості			
	C	Mn	Si	Ti	Nb	Нормалізація 900-920°C			
1 Прототип	0,07	0,52	0,23	0,1	-	σ_{02} , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %
2	0,09	1,2	0,17	0,07	0,1	282,0	390,0	33,0	78,6
3	0,06	1,25	0,21	0,09	0,07	325,0	450,0	33,0	78,2
4	0,08	1,4	0,24	0,11	0,11	332,5	455,0	29,0	78,0
5	0,10	1,23	0,27	0,10	0,09	360,0	480,0	27,0	74,5
						348,5	483,5	28,0	76,3

Таблиця 2

Температура випробування, °C	Механічні властивості металу при розтягненні							
	σ_{02} , МПа		σ_B , МПа		δ_5 , %		ψ , %	
	Прототип	№3	Прототип	№3	Прототип	№3	Прототип	№3
20	282,4	332,5	390,0	455,0	33,0	29,0	78,6	78,0
100	280,0	325,0	380,0	440,0	30,0	30,0	78,5	78,0
200	270,0	313,0	360,0	425,0	30,5	30,0	78,0	78,0
300	260,0	324,0	345,0	426,0	28,0	29,0	72,0	72,0
400	245,0	310,0	315,0	401,0	27,0	29,0	71,5	80,5
500	218,0	290,0	306,0	365,0	27,0	28,0	84,5	81,0

Температура випробування, °C	Механічні властивості металу при розтягненні							
	$\sigma_{0,2}$, МПа		$\sigma_{B,2}$, МПа		$\delta_{5,1}$, %		ψ , %	
	Прототип	№3	Прототип	№3	Прототип	№3	Прототип	№3
600	190,0	240,0	270,0	325,0	27,0	29,0	88,7	87,0
700	110,0	275,0	200,0	270	22,5	28,0	92,0	93,0
800	93,0	131,0	113,7	180,0	23,5	25,5	97,0	97,0
900	64,0	98,0	72,6	130,0	24,0	26,0	96,3	94,0
1000	32,0	60,5	53,0	86,9	25,8	26,0	94,4	94,0