



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 78268

(13) C2

(51) МПК (2006)

C22C 38/42

C22C 38/44

C22C 38/46

C22C 38/60

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

(54) СТАЛЬ

1

2

(21) 20040706306

(22) 28.07.2004

(24) 15.03.2007

(31) 2003137757

(32) 30.12.2003

(33) RU

(46) 15.03.2007, Бюл. № 3, 2007 р.

(72) Дуб Владімір Семьоновіч, RU, Марков Сергій
Івановіч, RU, Лобода Олександр Сергєєвіч, RU,
Головін Сергєй Владімірович, RU, Дуб Олексєй
Владімірович, RU, Гошкадера Сергєй Владімірович,
RU(73) ЗАКРИТОЄ АКЦІОНЕРНОЄ ОБЩЕСТВО НА-
УЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЄ ОБ'ЄДИНЕНІЄ "ПО-
ЛИМЕТАЛЛ", RU

(56) SU 944378 A1, 23.12.1987

SU 1786175 A1, 07.01.1993

UA 59411 C2, 15.09.2003

UA 57798 C2, 15.07.2003

UA 44290 C2, 15.02.2002

UA 65717 C2, пріор. 04.03.2003, публ. 15.04.2004

UA 57798 C2, 15.07.2003

RU 2180691 C1, 20.03.2002

US 4591396 A, 27.05.1986

JP 7252594 A, 03.10.1995

(57) Сталь, що містить вуглець, марганець, крем-
ній, хром, нікель, ванадій, ніобій, титан, алюміній,
кальцій, сірку, фосфор, азот, мідь, сурму, олово,миш'як та залізо, яка відрізняється тим, що вона
додатково містить молибден, при наступному спів-
відношенні компонентів, мас. %:

вуглець	0,02-0,11
марганець	0,10-1,80
кремній	0,06-0,60
хром	0,005-0,30
нікель	0,005-1,00
ванадій	0,01-0,12
ніобій	0,02-0,10
титан	0,01-0,04
алюміній	0,01-0,05
кальцій	0,0005-0,008
сірка	0,0005-0,008
фосфор	0,001-0,012
азот	0,001-0,012
мідь	0,005-0,25
сурма	0,0001-0,005
олово	0,0001-0,007
миш'як	0,0001-0,008
молибден	0,003-1,00
залізо	решта,

при цьому сумарний вміст нікелю та марганцю
пов'язано зі вмістом молибдену та фосфору в
мас.% за наступним співвідношенням:

$$\frac{\text{Ni} + \text{Mn}}{1 + \text{Mo}} \cdot P < 0,03$$

Винахід відноситься до металургії, зокрема до
сталей з високою в'язкістю при негативних темпе-
ратурах, гарною зварюваністю, стійкістю до окрих-
чування та корозії, теплостійкістю в області висо-
ких температур, і може використовуватися для
виготовлення нафто-, газо- та продуктопроводів,
морських платформ, зварених конструкцій, ємнос-
тей, що працюють під тиском, різної техніки та її
елементів при температурі від мінус 100° С до
плюс 450°С.

Відома сталь, що містить наступні компонент,

мас. %:

вуглець	0,03-0,11
марганець	0,90-1,80
кремній	0,06-0,60
хром	0,005-0,30
ванадій	0,02-0,12
нікель	0,005-0,30
ніобій	0,03-0,10
титан	0,010-0,040
алюміній	0,010-0,055
кальцій	0,001-0,005

(13) C2

(11) 78268

(19) UA

сірка	0,0005-0,008
фосфор	0,0005-0,010
азот	0,001-0,012
мідь	0,005-0,25
сурма	0,001-0,005
олово	0,0001-0,008
миш'як	0,001-0,007
залізо	інше

[патент РФ №2141002, опубл 10.11.1999].

Зазначена сталь задовольняє за своїми властивостями вимогам, які необхідні при виготовленні нафто-, газо- і продуктопроводів, та інших зварених конструкцій, що працюють при температурах від -100°C до +450°C. Однак для виготовлення вищевказаних та інших виробів з листів, товщина яких перевищує 20мм, відома сталь має недостатній рівень міцносних характеристик. Цей недолік може бути ліквідований шляхом збільшення прожарюваності і за рахунок підвищення концентрації легуючих елементів, але при цьому може істотно зростати схильність сталі до окрихчування.

Задачею даного винаходу є поліпшення міцносних характеристик сталі. Технічний результат полягає в одержанні в листах або заготівках товщиною до 50мм границі плинності вище 550Н/мм², межі міцності вище 620Н/мм² та збереженні при цьому високого рівня в'язкості при температурах до мінус 100°C стійкості до окрихчування в процесі виготовлення та експлуатації, зварюваності в заводських і польових умовах.

Технічний результат досягається тим, що сталь, яка містить вуглець, марганець, кремній, ванадій, титан, ніобій, алюміній, нікель, хром, мідь, сірку, фосфор, азот, кальцій, сурму, олово, миш'як та залізо, додатково містить молибден при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	0,02-0,11
марганець	0,01-1,80
кремній	0,06-0,60
хром	0,005-0,30
ванадій	0,02-0,12
нікель	0,005-0,30
ніобій	0,03-0,10
титан	0,010-0,040
алюміній	0,010-0,055
кальцій	0,001-0,005
сірка	0,0005-0,008
фосфор	0,0005-0,010
азот	0,001-0,012
мідь	0,005-0,25
сурма	0,001-0,005
олово	0,0001-0,0081
миш'як	0,001-0,007
молибден	0,0001-0,50
залізо	інше,

при цьому сумарний вміст нікелю і марганцю пов'язано із концентрацією молибдену і фосфору наступним співвідношенням, у мас. %:

$$\frac{\text{Ni} + \text{Mn}}{1 + \text{Mo}} \cdot \text{P} < 0,03.$$

Зазначені межі вмісту в сталі нікелю, марганцю, молибдену та фосфору в сполученні з приведеним співвідношенням забезпечує одночасне задоволення вимог як по збільшенню прожарюваності для листів товщиною до 50мм із забезпеченням високих значень міцносних характеристик та в'язкості при низьких температурах (до -100°C), так і усунення окрихчування в процесі виробництва й експлуатації конструкцій з цих листів.

У таблиці 1 приведений хімічний склад трьох плавок запропонованої сталі та відомої сталі. Склади сталі підбирали таким чином, щоб оцінити вплив молибдену і нікелю на міцносні характеристики.

Усі плавки проводили у вакуумній індукційній печі. Завалка складалася з чистого армо-заліза й у залежності від варіанта складу - нікелю, феро-молибдену, міді й інших шихтових матеріалів. Після відкачки печі до досягнення необхідного розрідження починали розплавлювання завалки. Після повного розплавлювання та нагрівання металу до температури 1630-1650°C проводили дегазуючу витримку, а потім вводили у ванну необхідні розрахункові кількості металевого марганцю, ферованадію та фероніобію, а потім присаджували розкислювачі: феросиліцій, алюміній і феротитан.

Після доведення температури рідкої сталі до необхідної (1560-1580°C) метал без порушення вакууму зливали безпосередньо з тигля до виливниці. Охолодження відлитих злитків проходило в виливницях при знятому вакуумі.

Усього за заявленим складом сталі у вакуумній індукційній печі було виплавлено 12 дослідних плавок. Для всіх плавок був проаналізований хімічний склад металу, і за його результатами відібрали три плавки з вуглецевими еквівалентами, рівними 0,37.

При цьому вуглецевий еквівалент визначали за формулою:

$$C_{\text{екв}} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Cr} + \text{Mo} + \text{Nb} + \text{V} + \text{Ti}}{5} + \frac{\text{Ni} + \text{Cu}}{15}$$

У таблиці 2 приведені властивості цих плавок у порівнянні з плавкою відомого складу, що також має значення $C_{\text{екв}}=0,37$. Представлені результати свідчать, що сталь заявленої складу має необхідний високий рівень міцносних характеристик у перетинах до 50мм у поєднанні з високою в'язкістю при низьких температурах. При цьому співвідношення, що пов'язує сумарний вміст нікелю і марганцю, з концентрацією молибдену і фосфору, для плавок 1, 2 і 3 дорівнює 0,01, 0,0057 і 0,0064 відповідно, того менше 0,03.

Таблиця 1

Хімічний склад сталі

Компонент	Вміст. мас. %			
	Плавка №1	Плавка №2	Плавка №3	Плавка відомої сталі
Вуглець	0,02	0,04	0,09	0,06
Марганець	1,50	1,0	3,0	1,4
Кремній	0,1	0,18	0,25	0,25
Хром	0,05	0,28	0,2	0,15
Нікель	0,5	0,1	0,9	0,1
Ванадій	0,1	0,05	0,01	0,07
Ніобій	0,032	0,06	0,087	0,06
Титан	0,01	0,015	0,035	0,015
Алюміній	0,012	0,021	0,028	0,024
Кальцій	0,0005	0,003	0,006	0,005
Сірка	0,0035	0,004	0,008	0,003
Фосфор	0,005	0,007	0,008	0,005
Азот	0,005	0,006	0,007	0,007
Мідь	0,23	0,1	0,01	0,15
Сурма	0,0003	0,0009	0,004	0,005
Олово	0,0005	0,005	0,007	0,005
Миш'як	0,0002	0,004	0,008	0,006
Молібден	0,0001	0,35	0,5	-
Вуглецевий еквівалент	0,37	0,37	0,37	0,37
$\frac{Ni + Mn}{1 + Mo} \cdot P < 0,03$	0,01	0,0057	0,0064	-

Таблиця 2

Властивості сталі

Плавка	Перетин, мм	Межа міцності, Н/мм ²	Межа плинності, Н/мм ²	Температура крижов'язкого переходу, С°
1	20/50	836/687	706/583	-90/-100
	20/50	807/712	683/600	-90/-100
3	20/50	767/675	650/566	-90/-100
Плавка відомої сталі	20/50	621/528	528/449	-80/-30