



УКРАЇНА

(19) UA (11) 83944 (13) C2
(51) МПК (2006)
C22C 38/60
C21D 8/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ТРУБА ДЛЯ НАФТО-, ГАЗО- І ПРОДУКТОПРОВОДІВ ТА СПОСІБ ЇЇ ВИРОБНИЦТВА

1

2

(21) a200701183
(22) 07.06.2005
(24) 26.08.2008
(86) PCT/RU2005/000314, 07.06.2005
(31) 2004117180
(32) 07.06.2004
(33) RU
(46) 26.08.2008, Бюл.№ 16, 2008 р.
(72) ДУБ ВЛАДІМІР СЕМЬОНОВІЧ, МАРКОВ СЕРГЕЙ ІВАНОВІЧ, ЛОБОДА АЛЕКСАНДР СЕРГЕЄВИЧ, ГОЛОВІН СЕРГЕЙ ВЛАДІМІРОВІЧ, БОЛОТОВ АЛЕКСАНДР СЕМЬОНОВІЧ, ДУБ АЛЕКСЕЙ ВЛАДІМІРОВІЧ, РОЩІН МАКСІМ БОРИСОВІЧ, ГОШКАДЄРА СЕРГЕЙ ВЛАДІМІРОВІЧ
(73) КІЛКЕННІ ІНДУСТРІЗ, С.А.
(56) UA 21911 C2, 30.04.1998
RU 2180691 C1, 20.03.2002
RU 2221875 C2, 20.01.2004
DE 19838673 C1, 20.04.2000
US 6565682 B2, 20.05.2003
(57) 1. Труба для нафто-, газо- і продуктопроводів, що виготовлена з гарячекатаного листа зі сталі, виплавленої на первородному або чистому шихтовому матеріалі, що містить вуглець, марганець, кремній, хром, нікель, ванадій, ніобій, титан, алюміній, кальцій, сірку, фосфор, азот, мідь, сурму, олово, арсен і залізо, яка відрізняється тим, що сталь додатково містить молібден при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	0,02-0,11
марганець	0,10-1,80
кремній	0,06-0,60
хром	0,005-0,30
нікель	0,005-1,0
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
арсен	0,0001-0,008
молібден	не більше 0,5
залізо	решта,

при цьому сумарний вміст нікелю і марганцю пов'язаний з концентрацією молібдену і фосфору в мас. %, наступним співвідношенням:

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

2. Спосіб виробництва труби для нафто-, газо- і продуктопроводів, який відрізняється тим, що включає виплавку сталі зі складом за п. 1, обробку в ковші, розливання, гарячу прокатку, формування і зварювання, при цьому гарячу прокатку ведуть на реверсивному або безперервному станах з наступним регульованим прискореним охолодженням, швидкість якого визначають за виразом:

$$\frac{(T_{к.пр.} - T_{к.охл.})}{L_{ду.}} V_{л.}, ^\circ C / сек.$$

задовольняє наступному співвідношенню:

$$\frac{(T_{к.пр.} - T_{к.охл.})}{L_{ду.}} V_{л.} > 4,$$

де:

$T_{к.пр.}$ - температура поверхні листа або смуги наприкінці прокатки в інтервалі 750-850 °C;

$T_{к.охл.}$ - температура поверхні листа або смуги наприкінці регульованого прискореного охолодження в інтервалі 500-700 °C;

$V_{л.}$ - швидкість переміщення листа або смуги в душуючій або ламінарній установках, м/сек.;

$L_{ду.}$ - довжина душуючої або ламінарної установок, м.

Винахід відноситься до області металургії, зокрема, до виробництва зварених труб для нафто-, газо- і продуктопроводів і інших аналогічних конс-

трукцій (резервуари, судини тиску), працюючих у складних геологічних, кліматичних умовах та при наявності агресивних корозійних середовищ.

(13) C2

(11) 83944

(19) UA

РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

Відома труба та спосіб її виробництва [патент РФ №2141002, опубл. 10.11.1999], що включає виплавку сталі, обробку в ковші, розливання, гарячу прокатку на лист за кілька проходів із заданим ступенем деформації, формування і зварювання. Сталь виплавляють на первородних шихтових матеріалах при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	0,03-0,11
марганець	0,90-1,80
кремній	0,06-0,60
хром	0,005-0,30
нікель	0,005-0,30
ванадій	0,02-0,12
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	0,0001-0,005
олово	0,0001-0,007
арсен	0,0001-0,008
залізо	інше,

при цьому вміст вуглецю, азоту, міді, фосфору, сурми, олова та арсену повинен задовольняти співвідношенням:

$$C + 10N < 0,14$$

$$10P + Cu < 0,14$$

$$2P + Sn + Sb + As < 0,035$$

Гаряча прокатка ведеться зі зменшенням ступеня деформації в кожному наступному проході в 1,25-2,5 рази по відношенню до попереднього і при температурі, що задовольняє наступному співвідношенню:

$$T_{н.пр} - T_{к.пр} < 200,$$

де

$T_{н.пр}$ і $T_{к.пр}$ - температури початку і кінця прокатки в проході відповідно.

Відсутність в описаному вище способі виробництва труб з гарячекатаного листа регульованого прискореного охолодження різко обмежує можливість одержання високоміцних труб класу K60 та вище (особливо при товщині листа більше 12мм) без зниження таких важливих характеристик як ударна в'язкість при негативних температурах, пластичність, зварюваність, тріщиностійкість та корозійна стійкість. Це обумовлено тим, що компенсацію не передбаченого винаходом прискореного охолодження для забезпечення необхідних міцносних характеристик на рівні 60кг/мм і вище можуть бути: зниження температури кінця прокатки до 700 - 750°C, підвищення вмісту вуглецю і марганцю. І те і інше, забезпечуючи необхідну міцність, призводить до погіршення перерахованих вище характеристик, у першу чергу, до різкого зниження ударної в'язкості, зварюваності і корозійної стійкості.

Задачею даного винаходу є забезпечення поєднання необхідного рівня міцності (межа міцності вище 620кг/мм²) з високими характеристиками пластичності та в'язкості, тріщиностійкості та коро-

зійній стійкості в трубах та інших конструкціях, виготовлених із листа товщиною до 50мм.

Технічний результат досягається тим, що трубу для нафтогазопроводів виготовляють з гарячекатаного листа зі сталі, виплавленої на первородних або чистих шихтових матеріалах при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	0,02-0,11
марганець	0,10-1,80
кремній	0,06-0,60
хром	0,005-0,30
нікель	0,005-1,0
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
арсен	0,0001-0,008
молібден	не більш 0,5
залізо	інше,

при цьому сумарний вміст нікелю і марганцю, пов'язаний з концентрацією молібдену і фосфору наступним співвідношенням, у мас. %:

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

Технічний результат досягається також тим, що спосіб виробництва включає одержання сталі зі складом, зазначеним вище, обробку в ковші розливання, гарячу прокатку, формування і зварювання труби. При цьому гарячу прокатку ведуть на реверсивному або безперервному станах з наступним регульованим прискореним охолодженням, швидкість якого визначають за виразом:

$$\frac{(T_{к.пр} - T_{к.охл.})}{L_{д.у.}} V_{л.}, ^\circ C / сек$$

задовольняє наступне співвідношення:

$$\frac{(T_{к.пр} - T_{к.охл.})}{L_{д.у.}} V_{л.} > 4,$$

де:

$T_{к.пр}$ - температура поверхні листа або смуги наприкінці

прокатки в інтервалі 750-850°C;

$T_{к.охл.}$ - температура поверхні листа або смуги наприкінці

регульованого прискореного охолодження в інтервалі 500-700°C;

$V_{л.}$ - швидкість переміщення листа або смуги в душуючій або ламінарній установках, м/сек;

$L_{д.у.}$ - довжина душуючої або ламінарної установок (може змінюватися в межах 10-100 метрів), м.

Запропоновані винаходи з дотриманням наведених співвідношень забезпечують одночасне задоволення вимог як за міцносними характеристиками (межа міцності вище) труб з листів товщиною до 50мм і в'язкістю при негайних температурах,

так і за зварюваністю, тріщиностійкістю і корозійною стійкістю.

Приклади здійснення винаходу

В таблиці 1 наведений хімічний склад матеріалу (сталі) запропонованої і відомої труб. Склади підбирали таким чином, щоб оцінити вплив молібдену і нікелю на міцність за різних умов охолодження листів після прокатки. Плавки проводили у вакуумній індукційній печі. Завалку складали з чистого армко-заліза й у залежності від варіанту складу - нікелю, феромолібдену, міді й інших шихтових матеріалів. Після досягнення необхідного розрідження в печі починали розплавлювання завалки. Після повного розплавлювання і нагрівання металу до температури 1630-1650°C проводили дегазуючу витримку, а потім вводили у ванну необхідні розрахункові кількості металевого марганцю, ферованадію і фероніобію, а потім присаджували розкислювачі: феросиліцій, алюміній і феротитан. Після доведення температури рідкої сталі до необхідної (1560-1580°C) мої ал, осі порушення вакууму зливали безпосередньо з тигля в ізложницю.

Усього у вакуумній індукційній печі було виплавлено 12 дослідних плавков. Для всіх плавков був проаналізований хімічний склад металу, і за його результатами відібрали три плавки у яких співвідношення, що пов'язує сумарний вміст нікелю і марганцю з концентрацією молібдену і фосфору для плавков 1, 2, 3 дорівнював 0,01; 0,0057 і 0,0064 відповідно, тобто менше 0,03.

Відібрані злитки, а також метал плавки сталі відомої труби були проковані на пластини товщиною 80 - 430мм потім прокатані на реверсивному стані на товщину 50 і 20мм і охолоджені зі швидко-

стями 10 і 20 градусів на секунду, а також на повітрі. Остання умова охолодження відповідає гарячекатаном) листу, а перші дві - регульованому прискореному охолодженню. Отримані листи піддали формуванню та зварюванню з одержанням труб.

У таблиці 2 наведені властивості цих плавков у порівнянні з плавкою відомого складу. Отримані результати свідчать, що нова сталь заявленого складу в поєднанні із заявленою технологією прокатки що передбачає регульоване охолодження зі швидкостями не менш 4°C/сек, має необхідне поєднання високого рівня міцності в перетинах до 50мм із високою в'язкістю, тобто з тріщиностійкістю, пластичністю за низьких температур. Швидкість регульованого охолодження, що дорівнює 10м/сек, отримують при прокатці на широкополосному стані: температура поверхні смуги наприкінці прокатки - 840°C температура поверхні смуги наприкінці регульованого прискореного охолодження - 640°C, довжина ламінарної установки - 60м, швидкість переміщення смуги в ламінарній установці 3м/сек.

Швидкість регульованого охолодження, що дорівнює 20м/сек отримана при прокатці на реверсивному стані: температура поверхні листа наприкінці прокатки - 800°C, температура поверхні листа наприкінці регульованого прискореного охолодження - 600°C, довжина душуючої установки - 10м, швидкість переміщення листа в душуючій установці - 1м/сек. Швидкість охолодження листа на повітрі дорівнює приблизно 2-3°C/сек.

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	0,3	1,4
Кремній	0,06	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	0,01	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
Арсен	0,0002	0,004	0,008	0,006

Таблиця 2

Властивості сталі

Плавка	Товщина листа,	Межа міцності, Н/мм ²			Температура кришко-в'язкого переходу, °С		
		Швидкість охолодження, °С/с			Швидкість охолодження, °С /с		
		20	10	повітря	20	10	воздух
1	20/50	836/687	780/730	550/470	-90/-80	-80/-70	-50/-40
2	20/50	807/712	750/650	540/460	-90/-80	-80/-70	-50/-40
3	20/50	767/657	720/630	530/450	-90/-80	-80/-70	-50/-40
плавка відомої сталі	20/50	621/528	500/410	420/340	-80/-30	-50/-20	-20/-10