



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 55118

(13) A

(51) 7 C22C38/46

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

## (54) СТАЛЬ

1

2

(21) 2002075391

(22) 01 07 2002

(24) 17 03 2003

(46) 17 03 2003, Бюл. № 3, 2003 р.

(72) Пінчук Євген Іванович, Софійченко Сергій  
Вікторович, Дубіч Іван Іванович, Терновий Юрій  
Федорович, Артамонов Юрій Вікторович,  
Марченко Віталій Миколайович, Оберемок  
В'ячеслав Юрійович, Пушкарьов Владлен  
Анатолійович(73) УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-  
ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ СПЕЦІАЛЬНИХ СТАЛЕЙ,  
СПЛАВІВ ТА ФЕРОСПЛАВІВ(57) Сталь, що містить вуглець, кремій,  
марганець, хром, нікель, алюміній та залізо, якавідрізняється тим, що додатково легована  
ванадієм, молібденом та кальцієм при такому  
співвідношенні компонентів, мас. %

Вуглець	0,60-0,80
Кремій	0,15-0,40
Марганець	0,90-1,50
Хром	0,005-0,35
Нікель	0,005-0,35
Ванадій	0,03-0,25
Молібден	0,05-0,40
Алюміній	0,015-0,07
Кальцій	0,003-0,03
Залізо	решта

Винахід стосується чорної металургії, а саме, складу високоміцних сталей, призначених для виготовлення пасів для упакування бавовни. На цей час для виготовлення вищезазначених металовиробів часто використовують вуглецеві інструментальні (У8А, У7А) /1/ та ресорно-пружинні (65Г, 70 С 2 ХА) /2/ сталі.

Для отримання високого рівня механічних властивостей ( $\sigma_B \geq 1200$  МПа,  $\sigma_{0.2} \geq 1050$  МПа,  $\delta \geq 4,0\%$ ), виготовлену із зазначених вище марок сталей, холоднокатану стрічку піддають термічній обробці в прохідних гартувально-відпускних агрегатах. Разом з тим, така технологія виготовлення стрічки потребує значних енерговитрат, а безпосередньо процес термообробки відрізняється малою продуктивністю.

Недоліком вищезазначених вуглецевих інструментальних та ресорно-пружинних марок сталей є низький рівень механічних та технологічних властивостей, у тому випадку, коли до виготовленої з них холоднокатаної стрічки застосовується не традиційна технологія термообробки в прохідних гартувально-відпускних агрегатах (ізотермічне гартування від температур вищих  $A_3$  в розтопах солі або свинцю, з подальшим повільним охолодженням та

відпусканням в пресах при температурах нижчих  $A_1$ ), а лише процес старіння (відпускання) при температурах нижчих  $A_1$  безпосередньо після холодного прокатування.

Найближчою за технічною суттю та отримуваним ефектом є сталь по авт. свідоцтву /3/ (прототип), яка містить, в мас. %

Вуглець	0,50-0,60
Кремій	0,20-0,40
Марганець	0,30-0,80
Хром	1,00-1,50
Нікель	1,00-1,50
Алюміній	0,03-0,07
Залізо	решта

Недоліком сталі-прототипу є низький рівень механічних та технологічних властивостей в разі коли виготовлену з неї холоднокатану стрічку для зміцнення піддають старінню (відпусканню) при температурах нижчих  $A_1$ .

Задачею винаходу є удосконалення складу сталі таким чином, щоб внаслідок додаткового легування (мікролегування) та оптимізації співвідношення її компонентів отримати відповідний вимогам технічних умов на готову продукцію, високий рівень механічних та технологічних властивостей при застосуванні до холоднокатаної стрічки, безпосередньо після холодного прокатування, виключно процесу

(13) A

(11) 55118

(19) UA

старіння (відпускання) при температурах нижчих  $A_1$

Вказана задача вирішується тим, що сталь, яка містить вуглець, кремій, марганець, хром, нікель, алюміній та залізо додатково легована ванадієм, молібденом та кальцієм при такому співвідношенні компонентів, в мас %

Вуглець	0,60-0,80
Кремій	0,15-0,40
Марганець	0,90-1,50
Хром	0,005-0,35
Нікель	0,005-0,35
Ванадій	0,03-0,25
Молібден	0,05-0,40
Алюміній	0,015-0,07
Кальцій	0,003-0,03
Залізо	решта

Суттєвою відмінною пропонованої сталі від прототипу є більш низький вміст хрому та нікелю і більш високий вміст марганцю, що при додатковому введенні до її складу ванадію, молібдену та кальцію, обумовлює високий рівень механічних та технологічних властивостей холоднокатаної стрічки в стані після холодного прокатування і подальшого старіння (відпускання) при температурах нижчих  $A_1$

Мікролегування сталі кальцієм позитивно відбивається на її властивостях за рахунок здрібнення зерен аустеніту та зміни неправильної форми неметалевих включень на більш придатну овальну, або кулясту, форму малопластичних кисневих, сіркових та кисне-сіркових сполук

При вмісті кальцію більше, ніж 0,03 %, тверда сталь, внаслідок протікання при розливанні розплаву процесів повторного окиснення, значно забруднюється кисневими включинами, що обумовлює різке зниження механічних та технологічних властивостей

При вмісті кальцію менш, ніж 0,003 %, ефект модифікування не спостерігається і мікроструктура та властивості сталі не поліпшуються

Додаткове легування (мікролегування) сталі 0,05 - 0,40 % молібдену і 0,03 - 0,25 % ванадію

значно зменшує її схильність до відпускнуї крихкості, збільшує механічні та технологічні властивості. При перевищенні заявлених концентрацій молібдену та ванадію помітно знижується пластичність сталі. Не досягається мета винаходу і тоді, коли концентрація ванадію і молібдену в сталі знаходяться на рівні нижче, ніж 0,03 і 0,05 %, відповідно

Вагомою умовою отримання високого рівня всіх показників механічних та технологічних властивостей пропонованої сталі є більш низький, ніж в прототипі, вміст хрому та нікелю і більш високий вміст марганцю. При вмісті хрому і нікелю більше 0,35 %, марганцю більше 1,50 %, внаслідок утворення і нерівномірного розташування, переважно на межах первинних кристалітів, проміжних структур, після деформування високовуглецева хромомарганецьнікелева сталь має смугасту структуру і, як наслідок, низький рівень механічних та технологічних властивостей

При вмісті хрому і нікелю менш 0,005 % властивості сталі не змінюються. До того ж, в промислових умовах отримати вміст хрому і нікелю нижче 0,005 % - важка задача. Не досягається мета винаходу і тоді, коли концентрація марганцю в сталі нижче 0,90 %

Дослідні склади відомої та пропонованої сталі виплавляли в відкритій індукційній печі і розливали в злитки масою 100 кг. Останні піддали гарячому і холодному деформуванню (на 500-т пресі та на прокатувальному стані 200) і виготовлену при цьому холоднокатану стрічку перерізом 0,8 x 90 мм використали для визначення механічних та технологічних властивостей. Випробовуванням піддавали смугові зразки (ГОСТ 1497- ), вирізані уздовж (випробовування на розтягування) і упоперек (випробовування на зігнення) відносно напрямку прокатування. Хімічний склад дослідних сталей наведений в таблиці 1, їх механічні та технологічні властивості в стані після холодного прокатування та подальшого старіння (відпускання) при температурах нижчих  $A_1$  на 250-500°С – в таблиці 2

Таблиця 1

№ складу сталі	Масова частка елементів, %									
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	Al	Ca	Fe
Відома сталь										
1	0,57	0,31	0,52	1,33	1,49	-	-	0,049	-	решта
Пропонована сталь										
2	0,60	0,15	0,90	0,005	0,005	0,05	0,03	0,015	0,003	решта
3	0,71	0,27	1,19	0,180	0,200	0,23	0,15	0,043	0,016	решта
4	0,80	0,40	1,50	0,350	0,350	0,40	0,25	0,070	0,030	решта
Сталі з вмістом елементів, поза пропонованими межами										
5	0,56	0,13	0,78	0,003	0,001	0,03	0,005	0,007	0,001	Решта
6	0,91	0,55	1,77	0,420	0,510	0,49	0,31	0,079	0,041	Решта

Таблиця 2

№ складу сталі	Межа міцності $\sigma_B$ , МПа	Межа пластичності $\sigma_{0,2}$ , МПа	Відносна видовга $\delta$ , %	Кут зігнення $\alpha$ , градус	Твердість HRC
1	1140	1056	1,8	19	37,5
2	1210	1080	6,4	114	38,5
3	1300	1225	6,0	105	40,0
4	1364	1271	5,5	101	41,5
5	1200	1080	4,1	53	38,5
6	1370	1310	3,6	44	42,0

Із наведених в таблицях 1 і 2 даних видно, що в стані після холодного прокатування та подальшого старіння (відпускання) пропонована сталь відрізняється від прототипу тим, що при вищій міцності вона має в 3,0–3,5 рази більшу пластичність і в 5,3–6,0 разів більший кут зігнення, який, як відомо, є характеристикою технологічних властивостей матеріалу.

При вмісті елементів складу за пропонованими межами мета винаходу не досягається ні рівень пластичності, ні технологічні властивості складів 5 і 6 не відповідають вимогам технічних умов на готову продукцію.

Таким чином при додатковому легуванні (мікролегуванні) сталі молібденом, ванадієм і кальцієм при дотриманні більш низьких, ніж в прототипі, концентрацій хрому і нікелю та більш високих концентрацій марганцю, можливо

отримувати високий рівень механічних та технологічних властивостей холоднокатаної стрічки в стані після холодного прокатування і подальшого старіння (відпускання) при температурах нижчих  $A_1$ .

Упровадження в виробництво пропонованої сталі дозволяє відмовитись від традиційної енерговитратної технології виготовлення пасів для упакування бавовни і, при цьому отримати значний економічний ефект біля 5,0 млн американських доларів при об'ємах випуску готової продукції біля 10 тисяч тон на рік.

Джерела інформації

1 ГОСТ1435-, ст У8А, ст У7А

2 ГОСТ14959-, ст65Г, ст 70С2ХА

3 Авторское свидетельство СССР № 829715, кл С22с 38/40, 1981