



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 54938

(13) A

(51) 7 C22C38/44

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ІНСТРУМЕНТАЛЬНА СТАЛЬ

1

2

(21) 2002054303

(22) 27 05 2002

(24) 17 03 2003

(46) 17 03 2003, Бюл. №3, 2003р

(72) Грабовський Володимир Якович, Канюка
Віктор Іванович, Терехов Володимир Миколайо-
вич, Седов Анатолій Олександрович, Цвєтаєва
Олена Костянтинівна(73) Український державний науково-дослідний
інститут спеціальних сталей, сплавів та феросп-
лавів(57) Інструментальна сталь, що містить вуглець,
нікель, хром, вольфрам, алюміній, молибден тазалізо, яка відрізняється тим, що додатково ле-
гована марганцем та ванадієм при такому
співвідношенні компонентів (в мас %)

вуглець	0,25 - 0,33
нікель	16,1 - 17,9
марганець	12,5 - 14,0
хром	14,0 - 16,0
вольфрам	3,6 - 4,4
алюміній	1,8 - 2,2
молибден	4,1 - 4,9
ванадій	1,2 - 1,8
залізо	решта

Винахід стосується чорної металургії, а саме
складу сталей для пресового інструменту, які при
експлуатації розігріваються до температур вище
700°C, та може бути використаним при виготов-
ленні матриць і прес-шайб гарячого пресування
мідних та титанових сплавів, сталевих профілей,
іншого подібного інструменту

Відома сталь [1] марки 5ХЗВЗМФС(ДИ 23) та-
кого складу(мас. %)

вуглець	0,45 - 0,52
кремій	0,50 - 0,80
марганець	0,30 - 0,60
хром	2,50 - 3,20
вольфрам	3,00 - 3,60
ванадій	1,50 - 1,80
молибден	0,80 - 1,00
ніобій	0,05 - 1,15
залізо	решта

Недоліками вказаної сталі є недостатня теп-
лостійкість та низький рівень високотемпературної
міцності, що робить малоефективним виготовлен-
ня з неї інструменту, який в процесі експлуатації
розігрівається вище 700°C

Найближчою за технічною суттю та отримувач-
ним ефектом є сталь ХНЗОВМЮУ [1], яка містить(в
мас. %)

вуглець	0,12 - 0,20
нікель	29,0 - 31,0
хром	14,0 - 16,0
вольфрам	5,5 - 6,5

алюміній	1,0 - 1,4
молибден	4,5 - 5,5
залізо	решта

Недоліком вказаної сталі є низький рівень
твердості, що негативно впливає на її зносостій-
кість

Задачею винаходу є покращення зносостійко-
сті сталі шляхом підвищення її твердості

Вказана задача вирішується завдяки додатко-
вому легуванню сталі марганцем та ванадієм і
збільшенню вмісту алюмінію при такому співвід-
ношенні компонентів(в мас. %)

вуглець	0,25 - 0,33
нікель	16,1 - 17,9
марганець	12,5 - 14,0
хром	14,0 - 16,0
вольфрам	3,6 - 4,4
алюміній	1,8 - 2,2
молибден	4,1 - 4,9
ванадій	1,2 - 1,8
залізо	решта

Пропонована сталь, як і прототип, після повної
термічної обробки(гартування + старіння) має
структуру стабільного аустеніту, зміцненого дис-
персними частками карбідів та інтерметалідів

Структура стабільного аустеніту забезпечуєть-
ся в сталі за рахунок її легування в обраних межах
вуглецем, нікелем, марганцем та хромом. Зміц-
нення сталі карбідними фазами відбувається за-
вдяки присутності в ній вуглецю, вольфраму, мо-

(13) A

(11) 54938

(19) UA

лбдену, ванадію та хрому, інтерметалідами фази Лавесу - вольфраму і молібдену та γ фази - нікелю і алюмінію. Часткова заміна нікелю на марганець викликає зміцнення аустенітної матриці сталі. Більша кількість алюмінію дозволяє підвищити частку γ фази. На відміну від сталі - прототипу пропонується сталь додатково зміцнюється карбідом ванадію, що дає можливість зменшити вміст в

ній більш кошовного вольфраму

Спробні плавки пропонуваної сталі виплавлялися в відкритій індукційній печі, розливали в злитки масою 40кг та проковували на дротики перерізом 35 x 35мм, з яких виготовляли зразки для досліджень. Хімічний склад плавко вомої та пропонуваної сталі наведений в таблиці 1

Таблиця 1

№ плавки	Масова частка елементів, %								
	Вуглець	Хром	Нікель	Марганець	Вольфрам	Молібден	Алюміній	Ванадій	Залізо
Сталь-прототип									
1	0,16	15,0	30,0	0,5	5,9	4,9	1,3		решта
Пропонується сталь									
2	0,25	14,0	16,1	12,5	3,6	4,1	1,8	1,2	решта
3	0,30	15,0	17,0	13,0	4,0	4,4	2,0	1,6	решта
4	0,33	16,0	17,9	14,0	4,4	4,9	2,2	1,8	решта
Сталі з вмістом легуючих поза пропонуваними межами									
5	0,22	13,0	14,0	13,0	3,2	3,5	1,3	1,0	решта
6	0,38	18,0	19,0	15,0	5,0	5,5	2,5	2,0	решта

Зразки сталі - прототипу(плавка 1) та дослідних сталей(плавки №2 - 6) для визначення механічних характеристик піддавали термічній обробці за

режимом гартування від 1225°C(витримка 2 години) в оливі + старіння 780°C, 20 годин. Отримані результати наведені в таблиці 2

Таблиця 2

№ плавки	Температура випробувань				
	20°C	750°C		850°C	
	HRC	σ_B , МПа	KCU, кДж/м ²	σ_B , МПа	KCU, кДж/м ²
1	22,0	420	440	290	440
2	29,0	430	350	290	280
3	32,0	450	300	300	240
4	33,0	460	280	310	220
5	22,0	410	500	280	450
6	34,0	490	190	320	160

З даних таблиці 2 випливає що обрана схема легування дозволила значно підвищити твердість сталі при збереженні її високотемпературної міцності. Наведення в таблиці значень ударної в'язкості зумовлене тією роллю, яку відіграє ця характеристика в тріщиноустійкості сталі в умовах змінного температурно-силового навантаження. Згідно дослідним даним для попередження дострокового виходу з ладу гарячепресового інструменту внаслідок розтріскування вона повинна бути не нижчою за 200кДж/м²

При вмісті в сталі вуглецю, хрому, марганцю та нікелю нижче за заявлені межі виникає загроза нестабільності аустенітної матриці. Окрім того, низький вміст вуглецю, вольфраму, молібдену, ванадію та хрому негативно впливає на карбідне зміцнення сталі, вольфраму та молібдену - на зміцнення фазою Лавеса, а алюмінію та нікелю - γ фазою(Плавка 5)

Підвищення вмісту легуючих до рівня вище заявленого викликає появу значної кількості пер-

винних надлишкових(нерозчинних) карбідних(вуглець, вольфрам, молібден, ванадій, хром) та нітридних(алюміній) часток. Наявність останніх заважає протіканню пластичного деформування, що викликає концентрацію напружень та крихке руйнування сталей. До таких же наслідків призводить і надмірне легування матриці марганцем. Все це викликає зниження ударної в'язкості до неприпустимо низького рівня(плавка 6). Подальше легування сталі нікелем не виявляє позитивного впливу на механічні властивості сталі, водночас здорожуючи її