



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 88115

(13) C2

(51) МПК (2009)

C22C 38/00

C21D 8/00

C21D 8/02

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

(54) ГАРЯЧЕКАТАНА СТРІЧКА З НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ ДВОФАЗНОЇ СТАЛІ

1

(21) а200808742  
(22) 26.01.2006  
(24) 10.09.2009  
(86) PCT/IT2006/000046, 26.01.2006  
(46) 10.09.2009, Бюл.№ 17, 2009 р.  
(72) АРВЕДІ ДЖОВАННІ, ІТ  
(73) АРВЕДІ ДЖОВАННІ, ІТ  
(56) UA, 79531, C2, пріор. 14.01.2004  
EP, 1662010, A1, пріор. 24.11.2004  
JP, 10273752, A, 13.10.1998  
EP, 0415987, A1, 13.03.1991  
JP, 10158735, A, 16.06.1998  
BE, 1002093, A6, 26.06.1990  
(57) 1. Гарячекатана стрічка з низьковуглецевої двофазної сталі, структура якої містить ферит і мартенсит або ферит і бейніт, яка має товщину  $\geq 1,0$  мм і є особливо прийнятною для виробництва холодноштампованих і вирізаних виробів, де потрібні механічні характеристики по формоутворенню і дуже мале пружне відновлення, а різновісність стрічки між центральною зоною і її боковими краями менше ніж 0,07 мм, яка **відрізняється** тим, що містить наступний склад, мас. %: C 0,06-0,15, Mn 1,0-2,0, Si  $\leq 0,80$ , P  $\leq 0,010$ , S  $\leq 0,005$ , Cr  $< 0,30$ , Ni  $\leq 0,30$ , Mo  $\leq 0,03$ , Al 0,030 + 0,050, решта Fe і неминучі забруднюючі домішки,

2

має постійний геометричний профіль по всій довжині і допуски по товщині між  $\pm 0,06$  і  $0,12$  мм для величин товщини до 8,00 мм, має однорідну мікрокристалічну структуру з дрібнозернистістю, кращою ніж по класу 10 за стандартом ASTM E 112, при проценті вище 80 % всієї структури, причому ці границі допусків, геометричні і металургійні характеристики одержані шляхом гарячої прокатки без операції відпалювання, а також без подальшої холодної прокатки.

2. Стрічка за п.1, яка **відрізняється** тим, що має коефіцієнт руйнівної деформації  $> 20$  %.

3. Стрічка за п.1, яка **відрізняється** тим, що одержана на лінії обладнання для тонкого сляба, яке послідовно забезпечує безперервне лиття, перше зменшення рідинної серцевини, чорнову прокатку, нагрівання в індукційній печі і наступне підтримання температури в печі з внутрішнім пристроєм для намотування і розмотування стрічки, чистову прокатку, компактне регульоване охолодження і кінцеве намотування на котушку.

4. Стрічка за п.1, яка **відрізняється** тим, що виконана з перитектичної сталі з хімічним складом без будь-яких значних домішок хрому і фосфору.

5. Стрічка за п.1, яка **відрізняється** тим, що має паралельність менше ніж 0,05 мм.

Винахід стосується гарячекатаної стрічки з двофазної сталі, яка має характеристики, подібні тим, що має холоднокатана стрічка з двофазної сталі.

Відомі стрічки з двофазної (ферит-мартенсит) низьковуглецевої сталі, які після холодної прокатки мають певні геометричні і металургійні характеристики, а також характеристики стосовно площинності і деформовності (спроможності до деформування), що дозволяє їх використовувати для виробництва штампованих або різаних виробів, які потребують дуже точних допусків, зокрема, коли вони сконструйовані для використання при виробництві автомобілів і мають товщину більше 1,0мм.

Також відомо, що стрічки з двофазної сталі, отримані гарячою прокаткою, наприклад, способом описаним у патентах EP 0019193, EP 0072867, US4790889 і US4561910, не мають характеристик якості, зокрема відносно придатності до холодної обробки, які можуть бути порівняні з відповідними характеристиками стрічок з двофазної сталі, отриманих холодною прокаткою.

Базовими характеристиками для таких продуктів, особливо, коли вони призначені для формування конструктивних частин в автомобільній індустрії, є спроможність до формоутворення у холодному стані, а також хороший механічний опір для поглинання ударів при випробуваннях на наявність тріщин, які останнім часом застосову-

(13) C2

(11) 88115

(19) UA

ють в автомобільній індустрії. Було знайдено, що ці сталі повинні мати мікроструктуру, яка в основному сформована з фериту і, як незначна частина, з мартенситу або бейніту, тобто структури з високою твердістю, яка може бути отримана швидким охолодженням сталі від інтеркритичної температури між 700 і 800°C. При цьому залишковий аустеніт, збагачений вуглецем, перетворюється у мартенсит або бейніт, процент яких дуже низький, ніяк не більше 20% для мартенситу і 30% для бейніту, що дає зростання зерен, сформованих з дуже твердих і крихких голкоподібних структур, які при введенні у більш м'які феритні матриці дозволяють холодне формоутворення виробів, навіть складної форми.

Також відомо, що цей тип сталі потребує значних домішок хрому і фосфору, особливо першого зі згаданих елементів, для підвищення спроможності сталі до загартовування і до посилення утворення карбідів, а другий із згаданих елементів додають для отримання більш твердого фериту і підвищення межі текучості. Обидва елементи спричиняють підвищення межі міцності на розрив.

Як вже було зазначено вище, ці продукти взагалі виробляють з холоднокатаних і відпалених стрічок, які під час операції охолодження після відпалювання отримують бажану двофазну структуру для досягнення вище згаданих характеристик. З іншого боку такий процес холодної прокатки з наступним відпалюванням потребує додаткових коштів і часу, тому відчувається настийна необхідність у отриманні гарячекатаної стрічки з двофазної сталі, яка б забезпечувала такі самі механічні характеристики як і традиційна холоднокатана сталь.

Тому метою винаходу є створення сталевих стрічки вище згаданого типу, яка, як і відомі холоднокатані стрічки з двофазної сталі, має такі самі характеристики і може замінити без проблем холоднокатану стрічку з двофазної сталі, зокрема для виготовлення холодноштампованих або вирізнаних виробів.

Іншою метою винаходу є забезпечення сталевих стрічки, яка, навіть без значних домішок хрому і фосфору, має такі самі згадані якості, які властиві сталям із значною кількістю цих двох елементів.

Стрічку за винаходом переважно, але не винятково, виготовляють на лініях обладнання, що використовують для тонких слябів, яке описано у патенті EP 0415987 на ім'я заявника даного винаходу (див. Фіг.1) і сталь стрічки характеризується, як зазначено у п.1 формули винаходу, вмістом вуглецю у кількості між 0,06 і 0,15%, марганцю - між 1,0 і 2,0% і хімічним складом, який є більш бідним, ніж відомій стрічці, без значних домішок хрому і фосфору, а також стрічка має постійний геометричний профіль по всій довжині, з малими

допусками по товщині у порівнянні з холоднокатаною стрічкою.

Додаткові цілі, переваги і характеристики стрічки з двофазної сталі за винаходом стануть більш зрозумілими з наступного опису з посиланням на креслення де:

на Фіг.1 схематично показане обладнання для лиття і лінії прокатки для тонкого слябу, яке є особливо прийнятним для виробництва сталевих стрічок за винаходом;

на Фіг.2 показаний графік, на якому наведені механічні характеристики, зокрема щодо холодного пресування, стрічки з двофазної сталі за винаходом у порівнянні з холоднокатаною стрічкою такої ж товщини; і

на Фіг.3 показана діаграма варіантів, графічно отриманий по точках, частоти присутності певних розмірів феритного зерна статистично визначеної у декількох рулонах стрічки.

Як було зазначено вище, стрічки з двофазної сталі за винаходом переважно, але не виключно, виготовляють на обладнанні для тонких слябів (Фіг.1), яке описане у патенті EP 0415987. Можна бачити наступні операції, які можуть бути виконані на ньому далі після безперервного лиття: а) зменшення рідинної серцевини, б) чорнова обробка безпосередньо після безперервного лиття, в) нагрівання в індукційній печі, г) підтримання температури у печі, яка має внутрішній пристрій для намотування і розмотування стрічки, д) чистова прокатка, е) компактне регульоване охолодження, ж) намотування на котушку. Було знайдено, що при робочих умовах, типових для цього обладнання, отримують кінцевий продукт з особливо тонкою і однорідною структурою з позитивними наслідками для хіміко-фізичних характеристик власно кінцевого продукту.

Характеристиками, як показано у п.1 формули винаходу, кінцевого продукту, тобто гарячекатаної сталевих стрічки з низьким вмістом вуглецю і з двофазною структурою (сформованою або феритом і мартенситом, або феритом і бейнітом), в основному є: товщина >1,0мм з допусками між  $\pm 0,06\text{мм}$  і  $\pm 0,12\text{мм}$  до товщин  $< 8,0\text{мм}$ , паралельність  $< 0,05\text{мм}$  і структура з дрібнозернистістю краще, ніж за 10 класом по стандарту ASTM E 112.

У наступній таблиці показані, для різних товщин від 1,5 до 8мм, відповідні стандартні допуски, відповідно, для стрічок у звичайних гарячих рулонах, холоднокатаних стрічок (бачимо різницю між стандартними допусками і допусками стрічки) і допуски у стрічки з двофазної сталі за винаходом. В останній колонці також показані величини рівнотовщинності або випуклості, тобто відповідні різниці між товщиною, яка виміряна по центру і по бокових краях стрічки.

Товщина	Стандартні допуски			Допуски стрічки за винаходом	
	EN 10051 Гарячі рулони	EN 10031 Холодні стрічки Стандарт Точний		Гаряча Допуски	Мах Різнотовщинність
>1,50	+/-0,17	+/-0,11	+/-0,08	+/-0,06	0,03
1,51-2,00	+/-0,17	+/-0,13	+/-0,09	+/-0,07	0,04
2,01-2,50	+/-0,18	+/-0,15	+/-0,11	+/-0,10	0,04
2,51-3,00	+/-0,20	+/-0,17	+/-0,12	+/-0,11	0,05
3,01-4,00	+/-0,22			+/-0,12	0,06
4,01-5,00	+/-0,24			+/-0,12	0,06
5,01-6,00	+/-0,26			+/-0,12	0,07
6,01-8,00	+/-0,29			+/-0,15	0,07

Легко побачити, що допуски, які визначені у гарячекатаної сталевій стрічці за винаходом не тільки відповідають в середньому менше, ніж половині допусків, які відносяться до традиційних гарячекатаних стрічок, але навіть менше допусків холоднокатаних стрічок однакової товщини.

Крім того (Фіг.3), як можна бачити з мікроструктурного аналізу структури сталевій стрічці за винаходом, що більш як 80% зерен, визначених в середньому у різних положеннях на стрічці і статистично для декількох стрічок, мають більш низькі розміри, ніж ті, що відповідають класу 10 стандарту ASTM E1 112, і відповідно кращу дрібнозернистість, ніж визначену цим класом.

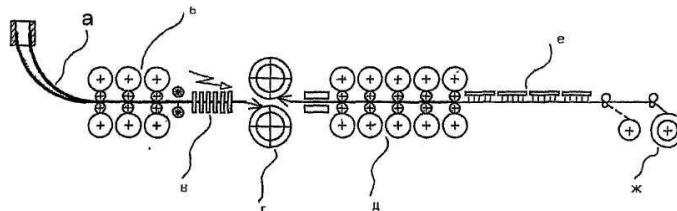
Ці характеристики, разом з показником руйнівної деформації >20%, роблять цей тип гарячекатаної стрічки особливо прийнятним для якісного різання і формування отвору, а також для холодного штампування складних форм. Зокрема, було доведено, що з стрічок за винаходом можливо формувати вигини під прямим кутом і кутом 180 град з радіусом у 3 рази  $\leq$  товщини стрічки для товщини  $\leq 3,0$ мм і у 5 разів  $\leq$  товщини стрічок, які мають товщину  $\geq 3,1$ мм, не збільшуючи дефекти у зоні максимальної напруги, чим підтверджена хороша пластичність матеріалу. Зрозуміло, що ці результати досягнуті за рахунок дрібнозернистої мікроструктури з однорідним розподіленням зерен у кожному напрямку, або полігонального типу, при повному відокремленні карбідів заліза від феритних зерен. Така структура обмежує будь-яке пружне відновлення матеріалу при формоутворенні, таким чином дозволяючи забезпечити дуже точних допусків.

Експериментальні випробування формоутворюючої властивості проводили у порівнянні з холоднокатаними стрічками такої самої товщини. Ці випробування показали (див. Фіг.2), що лінії на діаграмі обмеження формоутворення (ДОФ), які стосуються двох різних сталевих стрічок можуть накладатися, таким чином підтверджуючи, що стрічка за винаходом може прийнятне замінити холоднокатану стрічку. Ці результати випробувань формоутворюючої властивості, які показані на графіку Фіг.2, були проведені на стрічці, яка має товщину 1,0мм, при кімнатній температурі з мулядою, яка має діаметр 100мм, при швидкості штампування 1мм/сек.

Однорідність і дрібнозернистість мікроструктурної структури спричиняють особливу деформівність стрічки такого типу.

Наприкінці, типовий хімічний склад матеріалу сталевій стрічки за винаходом, маючи на увазі, що цей склад є незмінним, за винятком вмісту вуглецю і магнію, без значних домішок хрому і фосфору (на відміну від відомих двофазних сталей), є таким: C 0,06-0,15%, Mn 1,0-2,0%, Si < 0,80%, P < 0,010%, S  $\leq$  0,005%, Cr < 0,30%, Ni < 0,30%, Mo < 0,03%, Al 0,030/0,050%.

Слід зауважити, що у випадку цього винаходу процент присутності елементів хрому і фосфору може бути обмежений заданими величинами без необхідності додавання великої кількості цих елементів, при цьому такі самі хороші якості матеріалу залишаються завдяки тому, що температура слябу, попередньої стрічки і катаної стрічки ніколи не опускається нижче критичних величин, за межами яких виділяються карбіди хрому, а фосфор відокремлюється від твердого розчину.



Фіг.1

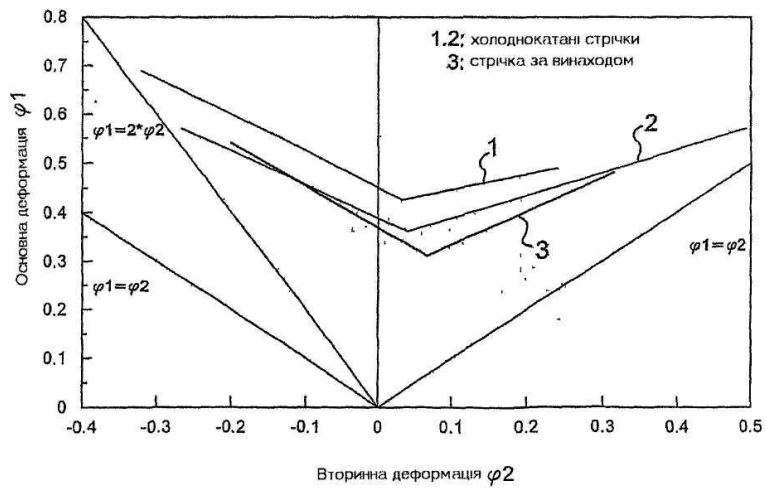


Fig. 2

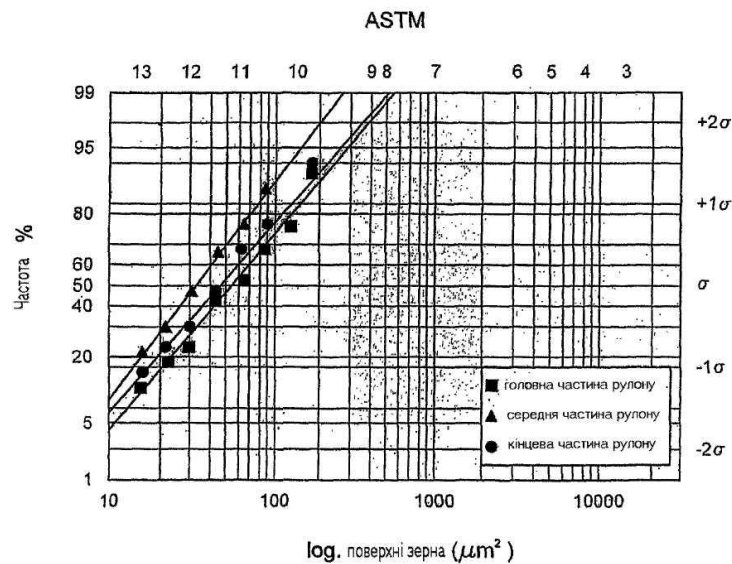


Fig. 3