



УКРАЇНА

(19) UA (11) 25394 (13) U
(51) МПК (2006)
C22C 38/14

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СТАЛЬ ДЛЯ ВАГОНБУДУВАННЯ

1

2

(21) u200702728

(22) 15.03.2007

(24) 10.08.2007

(46) 10.08.2007, Бюл. № 12, 2007 р.

(72) Рабінович Олександр Вольфович, Трегубенко Геннадій Миколайович, Пучиков Олександр Володимирович, Поляков Георгій Анатолійович

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ФЕРОНІТ"

(57) Сталь для вагонубудування, що містить вуглець, кремній, марганець, азот, титан, алюміній і

залізо, яка відрізняється тим, що додатково містить кальцій при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглець	0,15-0,25
кремній	0,20-0,95
марганець	1,00-1,85
азот	0,008-0,03
титан	0,006-0,10
алюміній	0,015-0,10
кальцій	0,0001-0,1
залізо	решта.

Корисна модель належить до металургії, зокрема до сталі для вагонубудування, переважно для виготовлення автозчепних пристроїв, литих бічних рам і надресорних балок візків залізничних вагонів, а також інших виробів рухомого складу.

Відома сталь 20ГЛ, призначена для вагонубудування із ДСТУ 22703-91 "Деталі литі автозчепні пристрої рухомого складу залізниць колії 1520 мм".

Зазначений аналог містить у мас. %:

вуглець	0,17-0,25;
марганець	1,10-1,40;
кремній	0,30-0,50;
домішки хрому, нікелю й міді	≤0,30 кожного;
залізо	решта.

Однак склад цієї сталі не забезпечує підвищені міцнісні й експлуатаційні характеристики литих економнолегованих сталей, призначених для виготовлення високоякісних автозчепних пристроїв, литих бічних рам і надресорних балок візків залізничних вагонів.

Відома сталь для вагонубудування по патенту України на корисну модель №20839 від 15.02.07., МПК C22C38/14.

Це технічне рішення прийняте за найближчий аналог (прототип). Сталь для вагонубудування, по прототипу, містить у мас. %:

Вуглець	0,15-0,25;
Кремній	0,20-0,95;
Марганець	1,00-1,85;

Азот	0,008-0,03;
Титан	0,006-0,10;
Алюміній	0,015-0,10;
Залізо	решта.

Ознаками прототипу, що збігаються з суттєвими ознаками корисної моделі, який заявляється, є наявність вуглецю, кремнію, марганцю, азоту, титану, алюмінію й заліза.

Сталь для вагонубудування, по прототипу, є економнолегованою, має високий комплекс механічних і експлуатаційних властивостей.

Однак при високому вмісті шкідливих домішок, таких як сірка й кисень, ця сталь після загартування й високої відпустки має відносно низькі пластичні властивості. Ця задача вирішується складом сталі, що є технічним рішенням за заявкою.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалити сталь для вагонубудування, у якій уведення додаткового компонента - кальцію дозволяє підвищити пластичні властивості й ударну в'язкість.

Поставлена задача вирішується тим, що в сталь для вагонубудування, яка містить вуглець, кремній, марганець, азот, титан, алюміній і залізо, відповідно до корисної моделі, у неї додатково уведений кальцій при наступному співвідношенні компонентів у мас. %:

Вуглець	0,15-0,25
Кремній	0,20-0,95
Марганець	1,00-1,85

(13) U

(11) 25394

(19) UA

Азот	0,008-0,03
Титан	0,006-0,10
Алюміній	0,015-0,10
Кальцій	0,0001-0,1
Залізо	решта.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю суттєвих ознак корисної моделі й технічним результатом, який досягається, забезпечується наступним. Кальцій забезпечує диспергування й глобулізацію сульфідної та оксидної фаз, завдяки чому збільшуються пластичні властивості й ударна в'язкість сталі.

Мікролегування сталей для вагонобудування азотом, титаном і алюмінієм значно подрібнює зерно, поліпшуючи цим механічні й експлуатаційні властивості металу. Створюється можливість підвищити вміст кремнію до 0,95мас. %. При цьому кремній, який підвищує коефіцієнт активності азоту і його дифузійну рухливість, сприяє поліпшенню термодинамічних і кінетичних умов утворення нітридів титану й алюмінію. Нижній рівень кремнію в сталі 0,20мас. % обраний з умов забезпечення достатньої міцності металу, а також одержання глибоко розкисленої сталі й формування щільної (безпористої) структури виливків.

Легування вуглецем і марганцем також забезпечує підвищення міцності сталі. При цьому нижній рівень вмісту вуглецю 0,15мас. % і марганцю 1,00мас. % обумовлений необхідною міцністю металу. Максимальний вміст вуглецю 0,25мас. % і марганцю 1,85мас. % обмежені їхнім негативним впливом на пластичні властивості сталі і її зварюваність.

Спільне введення до складу сталі азоту й титану в пропонованих співвідношеннях забезпечує зменшення розміру зерна литої сталі за рахунок її модифікування нітридами титану, яке підвищує міцнісні й експлуатаційні властивості виробів. При цьому, мінімальний вміст у сталі азоту 0,008мас. % і титану 0,006мас. % обумовлено тим, що при їхньому введенні в метал нижче зазначених величин не відбувається утворення в достатній кількості карбонітридів титану й не забезпечується здрибнювання первинної структури литої сталі. Крім того, мінімальний вміст титану повинен забезпечувати зв'язування всього вільного азоту, щоб не допустити утворення газової пористості у виливках. Максимальний вміст азоту 0,03мас. % і титану 0,10мас. % пов'язаний з різким погіршенням ударної в'язкості й пластичних характеристик металу.

Введення до складу сталі алюмінію в пропонованих співвідношеннях забезпечує підвищення механічних і експлуатаційних властивостей сталі за рахунок додаткового здрибнювання зерна, пов'язаного з утворенням нітридів алюмінію при охолодженні виливків і нормалізації. Мінімальний вміст алюмінію в сталі 0,015мас. % обумовлений тим, що при його введенні в метал нижче зазначеної величини не відбувається додаткове зв'язу-

вання азоту твердого розчину в нітриди алюмінію. Максимальний вміст алюмінію в сталі 0,10мас. % пов'язане з погіршенням рідинотекучості, зменшенням пластичних властивостей і ударної в'язкості сталі.

Введення до складу сталі кальцію у пропонованих співвідношеннях забезпечує підвищення її пластичних властивостей і ударної в'язкості за рахунок активного диспергування й глобулізації сульфідних і оксидних включень. Мінімальний вміст кальцію в сталі 0,0001мас. % відповідає низьким концентраціям сірки й кисню в металі й обумовлений тим, що при його введенні в сталь нижче зазначеної величини не відбувається помітного підвищення пластичних властивостей і ударної в'язкості. Верхня границя вмісту кальцію 0,10мас. % відповідає максимально допустимим концентраціям сірки й кисню в металі. При цьому збільшення концентрації кальцію більше 0,10мас. % не приводить до подальшого підвищення властивостей сталі і є економічно недоцільним.

З метою оцінки властивостей сталі, що заявляється для вагонобудування й порівняння з позамежними складами і її прототипом, були виплавлені в індукційній печі дослідні плавки, хімічний склад компонентів яких наведений у таблиці 1. Розливання металу здійснювали в проби-трефи, з яких після загартування й високої відпустки виготовлялися зразки для оцінки механічних властивостей. Результати випробувань, наведені в таблиці 2, показали, що сталь, яка заявляється, має більше високі пластичні властивості й ударну в'язкість, чим сталь у прототипі.

Порівняння комплексу механічних властивостей плавок №1 і №4, №2 і №5, а також №3 і №6, що мають близький хімічний склад, показало, що мікролегування сталі кальцієм у пропонованих співвідношеннях забезпечує підвищення відносно подовження на 5-8%, відносного звуження на 13-18%, ударної в'язкості КСУ при температурі -60°C на 5-12Дж/см² при збереженні міцнісних характеристик практично на тому ж рівні. На підставі результатів випробувань зразків від плавок №12 і №15 (позамежний состав), видно, що введення кальцію нижче пропонованого рівня (0,0001мас. %), не приводить до помітного підвищення пластичних властивостей і ударної в'язкості. Порівнюючи результати випробувань зразків складу №11 і №16 (позамежний склад), видно, що введення кальцію вище його верхньої оптимальної концентрації (0,10мас. %) уже не приводить до додаткового поліпшення властивостей сталі.

Сталь для вагонобудування, за даною заявою, забезпечує підвищення пластичних властивостей і ударної в'язкості литих економнолегованих сталей підвищеної міцності, призначених для виготовлення автозчепних пристроїв, литих бічних рам і надресорних балок для візків залізничних вагонів, а також інших виробів рухомого складу.

Таблиця 1

Номер складу сталі	Зміст елементів, мас. %						
	C	Si	Mn	N	Ti	Al	Ca
Відома сталь (прототип)							
1	0,21	0,56	1,48	0,016	0,011	0,032	-
2	0,23	0,34	1,33	0,016	0,022	0,033	-
3	0,24	0,52	1,52	0,014	0,022	0,045	-
Пропонована сталь							
4*	0,21	0,59	1,50	0,015	0,012	0,034	0,003
5*	0,23	0,31	1,34	0,017	0,020	0,031	0,0006
6	0,24	0,54	1,49	0,014	0,023	0,048	0,012
7	0,15	0,95	1,37	0,013	0,012	0,049	0,078
8	0,16	0,53	1,21	0,018	0,046	0,072	0,053
9	0,17	0,33	1,00	0,030	0,10	0,015	0,0001
10	0,19	0,78	1,35	0,008	0,006	0,043	0,002
11	0,20	0,26	1,39	0,015	0,013	0,050	0,10
12	0,21	0,52	1,50	0,016	0,021	0,019	0,034
13	0,21	0,20	1,85	0,015	0,021	0,10	0,021
14	0,25	0,42	1,30	0,017	0,025	0,021	0,092
Поза межні состави							
15	0,21	0,50	1,51	0,016	0,020	0,022	0,00009
16	0,20	0,29	1,37	0,015	0,014	0,047	0,110

Примітка: * - плавки проводилися в дослідно-промислових умовах.

Таблиця 2

Номер складу сталі	Характеристики міцності		Пластичні характеристики		Ударна в'язкість КСУ при -60°C,
	Межа текучості от	Тимчасовий опір ов	Відносне подовження δ_5	Відносне звуження ψ	
	МПа	МПа	%	%	Дж/см ²
Відома сталь (прототип)					
1	520	700	17	44	54
2	550	700	16	43	70
3	515	690	18	51	70
Пропонована сталь					
4	530	700	22	59	75
5	560	690	22	61	60
6	520	690	26	64	75
7	530	660	22	56	59
8	560	740	22	53	57
9	540	710	19	49	55
10	520	650	20	54	58
11	510	640	25	63	77
12	535	700	23	58	74
13	520	660	21	54	60
14	525	720	24	55	57
Поза межні склади					
15	535	700	17	46	65
16	510	640	25	63	78