



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **81125** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
C22C 35/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 14040	(72) Винахідник(и): Григор'єв Станіслав Михайлович (UA), Петрищев Артем Станіславович (UA), Ковальов Андрій Михайлович (UA)
(22) Дата подання заявки: 10.12.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.06.2013	(73) Власник(и): ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ" МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ, вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, 69600 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.06.2013, Бюл.№ 12	

(54) ШИХТА ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ СПЛАВУ ДЛЯ ЛЕГУВАННЯ ТА РОЗКИСНЕННЯ СТАЛІ

(57) Реферат:

Шихта для одержання сплаву для легування та розкиснення сталі містить окалину швидкоріжучих сталей; окалину і/або стружку сталей, високолегованих хромом, подрібнений феросиліцій і/або кристалічний кремній, металевий порошок. Додатково містить у своєму складі молібденовий концентрат, вольфрамовий концентрат та вуглецевий відновник.

UA 81125 U

Корисна модель належить до чорної металургії й може бути використана для одержання матеріалів, необхідних для легування та розкиснення сталі.

Відома шихта для виробництва легуючих матеріалів (Пат. 46564 України, МПК С22С 35/00. Шихта для отримання компактованого легованого матеріалу / М.П. Ревун, Ю.М. Каюков, О.І. Чепрасов, А.А. Визер (Україна). № u200907529; Заявл. 17.07.2009; Опубл. 25.12.2009; Бюл. № 24), що містить стружку високолегованих сталей і/або некондиційний порошок високолегованих сталей - 3,0-6,2 мас. %, циклонний металевий пил - 38,0-97,0 мас. %, 5

Недоліками цього рішення є:

- неможливість утилізації техногенних відходів на основі оксидних з'єднань заліза та легуючих елементів, таких як окалина високолегованих сталей; 10

- неможливість утилізації відходів виробництва високолегованих сталей, окрім швидкоріжучих, що знижує ступінь утилізації легуючих елементів з усього комплексу відходів спеціальної металургії;

- складність регулювання вмісту тугоплавких легуючих елементів, що потребує доведення складу розплаву сталі феросплавами й металевими лігатурами й відповідно здорожує переділ виплавки сталі. 15

Найбільш близькою за технологічною суттю й досягнутим позитивним ефектом є шихта для одержання сплаву для легування та розкиснення сталі (Пат. 19114 України, МКИ С22С 35/00. Шихта для легування та розкиснення сталі / С.М. Григор'єв, М.П. Ревун, А.М. Півень, А.С. Яценко, А.В. Коваль, Г.Д. Ткач, І.І. Люборец, В.М. Статива (Україна). № 4807379/SU; Заявл. 29.03.93; Опубл. 25.12.97; Бюл. № 6.), що містить компоненти в такому співвідношенні, мас. %: окалина швидкоріжучих сталей - 18-55; окалина і/або стружка сталей, високолегованих хромом - 8-42; подрібнений феросиліцій і/або кристалічний кремній у перерахуванні на кремній - 6,3-15,8; металевий порошок - решта. 20

Недоліками такої шихти є:

- складність регулювання вмісту тугоплавких легуючих елементів, що потребує доведення складу розплаву сталі феросплавами й металевими лігатурами й відповідно здорожує переділ виплавки сталі; 25

- відносно низький вміст у сплаві молібдену й вольфраму, що призводить до підвищення питомих витрат сплаву для легування та розкиснення при виплавці сталі. 30

Ознаками, спільними з рішенням, що заявляється, є наявність у шихті: окалини швидкоріжучих сталей; окалини і/або стружки сталей, високолегованих хромом; подрібненого феросиліцію і/або кристалічного кремнію; металевий порошок.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити шихту для одержання сплаву для легування та розкиснення сталі, яка шляхом додаткового введення молібденового та вольфрамового концентратів, вуглецевого відновника й оптимізації співвідношення компонентів шихти дозволяє утилізувати техногенні відходи виробництва спеціальних сталей, зменшити витрати феросплавів і металевих легуючих матеріалів та знизити собівартість переділу виплавки сталей. 35

Суттєвими ознаками рішення, що заявляється, є те, що шихта містить компоненти в такому співвідношенні, у мас. %: окалина швидкоріжучих сталей - 9,0-37,8; окалина і/або стружка сталей, високолегованих хромом - 3,5-26,9; подрібнений кристалічний кремній і/або феросиліцій у перерахуванні на кремній - 5,1-17,5; молібденовий концентрат - 0,3-12,3; вольфрамовий концентрат - 0,1-33,3; вуглецевий відновник - 2,7-7,1; металевий порошок - решта. 40

Відмінними від прототипу ознаками є:

- додаткове введення у склад шихти:

- молібденового концентрату;

- вольфрамового концентрату;

- вуглецевого відновника; 45

- використання компонентів у такому співвідношенні, у мас. %: окалина швидкоріжучих сталей - 9,0-37,8; окалина і/або стружка сталей, високолегованих хромом - 3,5-26,9; подрібнений кристалічний кремній і/або феросиліцій у перерахуванні на кремній - 5,1-17,5; молібденовий концентрат - 0,3-12,3; вольфрамовий концентрат - 0,1-33,3; вуглецевий відновник - 2,7-7,1; металевий порошок - решта. 50

Вміст окалини швидкоріжучих сталей у шихті складає 9,0-37,8 мас. %, що забезпечує досить високий ступінь використання техногенних відходів термічної обробки металевих заготовок та обробки металу тиском. Вихід за нижню граничну межу призводить до зниження вмісту у сплаві легуючих елементів, які необхідно компенсувати феросплавами або металевими легуючими матеріалами, що призводить до збільшення собівартості сталі. Перевищення верхньої межі 55

призводить до неповного відновлення оксидної складової шихти, що обумовлює недоцільні втрати легуючих елементів при зниженні їх засвоєння.

Окалина і/або стружка сталей, високолегованих хромом у запропонованій шихті складає 3,5-26,9 мас. %, вона є регулятором вмісту хрому у сплаві. Вихід за нижню граничну межу призводить до зниження вмісту хрому у сплаві, який необхідно компенсувати феросплавами або металевими легуючими матеріалами, що призводить до збільшення собівартості сталі. Перевищення верхньої граничної межі призводить до порушення оптимального співвідношення хрому та інших легуючих елементів у сплаві, що ускладнює його використання необхідністю досягнення хімічного збалансування за рахунок введення до сталі додаткових легуючих матеріалів.

Подрібнений феросиліцій і/або кристалічний кремній, який є розкиснювачем, у запропонованому рішенні має вміст 5,1-17,5 мас. % та забезпечує попереднє, а потім і глибинне розкиснення розплаву. Зниження нижньої граничної межі потребує додаткової витрати феросплавів кремнію при виплавці сталі. Перевищення верхньої граничної межі обумовлює підвищення відновного потенціалу системи рідкофазних реакцій у печі, що, безумовно, знижує випал тугоплавких легуючих елементів, але, при цьому, суттєво підвищує випал самого кремнію й підвищує питому витрату сплаву при виплавці сталі.

Додаткове введення до шихти молібденового і вольфрамового концентратів призводить до зменшення витрат феросплавів та металевих легуючих матеріалів при виплавці сталі, що, відповідно, знижує її собівартість. Запропонований вміст вищезазначених компонентів 0,3-12,3 і 0,1-33,3 мас. % відповідно, забезпечує оптимальні співвідношення компонентів шихти. Вихід за нижні граничні межі не забезпечує необхідну кількість легуючих компонентів при виплавці сталі. Це призводить до необхідності компенсувати вміст молібдену та вольфраму в сталі феросплавами або металевими легуючими матеріалами, що мають більшу вартість. Перевищення верхніх граничних меж значно підвищує концентрації молібдену та вольфраму в сплаві та призводить до випалу зазначених елементів і переходу їх у шлаки і/або сублімації їх вищих оксидних з'єднань у газову фазу, що обумовлює безповоротні втрати тугоплавких елементів.

Додаткове введення до складу шихти вуглецевого відновника, яким є циклонний пил вуглеграфітного виробництва, дозволяє провести попереднє відновлення оксидних складових інгредієнтів шихти при виплавці сплаву, що обумовлює попередню металізацію та карбідизацію оксидних складових інгредієнтів шихти до початку процесу її плавлення при виробництві сплаву. Введення циклонного пилу вуглеграфітного виробництва в діапазоні від 2,7 до 7,1 мас. %, забезпечує необхідний ступінь попередньої металізації й карбідизації шихти, мінімальний вигар елементів і норми утворення шлаків у виробництві швидкоріжучих сталей. Вихід за нижню граничну межу не дозволяє перевести вищі оксидні з'єднання в нижчі до початку процесу плавлення шихти, що призводить до безповоротних втрат елементів. Перевищення верхньої граничної межі призводить до інтенсивного карбідоутворення тугоплавких легуючих елементів і появи таких карбідів, як Mo_2C , WC , W_2C , Cr_nC_m , V_nC , Co_nC_m . Їхнє утворення пов'язане з необхідністю підвищення температури розплаву для участі в довідновленні нижчих оксидів порівняно з аналогічними реакціями прямого вуглецевотермічного відновлення з утворенням продуктів реакції CO_2 і CO . Підвищені витрати на виплавку сплаву знижують ефективність його одержання та використання при виплавці сталі.

Металевий порошок, який входить до складу шихти, є компонентом для утилізації легуючих елементів із техногенних відходів. Як металевий порошок можна використовувати леговані дрібнодисперсні відходи обробки сталі: шліфувальний металоабразивний пил, циклонний пил і некондиційний за хімічним й гранулометричним вмістом порошок, стружку шліфування поверхонь та ін. Наявність металевого порошку в шихті забезпечує утилізацію заліза та дозволяє використовувати індукційні печі типу ИСТ і ИАТ для попередньої металізації шихти й виплавки сплаву. Цей вид відходів доцільно використовувати по групах відповідних марок сталей: Мо й W-, Мо-W-V- і W-Co-вмісні, які дозволяють найбільш доцільно утилізувати ці елементи з відходів.

Запропонований склад шихти при порошковому виробництві швидкоріжучих сталей забезпечує допустимий рівень утворення шлаків не більше 70 кг на ємність тигля індукційної печі 4000 кг із нейтральною футеровкою.

Утилізація використаних у шихті техногенних відходів дозволяє поліпшити екологічну ситуацію промислових регіонів та раціонально використовувати природні ресурси.

Приклад. У промислових умовах в індукційній печі ИСТ-4 з нейтральною футеровкою (плавлений електрокорунд) випробувані дослідні партії запропонованої шихти для одержання сплаву для легування та розкиснення сталі згідно з діючою інструкцією в порошковому

виробництві швидкоріжучої сталі цеху порошкової металургії заводу ПАТ "Дніпроспецсталь". Як компоненти, що містять комплекс тугоплавких легуючих елементів, використовували окалину швидкоріжучих сталей і металевий порошок марок Р10М2К5, Р6М5Ф3К8, Р9М4К8, Р6М5К5, Р12К5Ф5 та ін. і високохромистих сталей 95 × 18, Х23 та ін., які утворилися на переділах термообробки сталі та обробки металу тиском і доведення металопродукції до кондиційних розмірів.

Молибденовий і вольфрамовий концентрати використовували в складі шихти для підвищення вмісту відповідних елементів у сплаві й зниження витрат феросплавів і металевих легуючих матеріалів при виплавці сталі, а, отже, зниження собівартості продукції.

Марочний сортамент сталей, одержаних методом порошкової металургії, окалину яких використовували в проведених промислових випробуваннях, наведено у табл. 1.

Для попередньої металізації й карбідизації оксидних компонентів шихти використовували вуглецевий відновник, яким був циклонний пил вуглеграфітного виробництва. Його вибір обумовлений високою дисперсністю й розвиненою поверхнею реагування та відносно низькою вартістю, як вторинної сировини.

Введення металевго порошку до складу шихти обумовлено необхідністю інтенсифікації процесу попередньої металізації шихти та додаткової утилізації комплексу легуючих елементів із техногенних відходів.

У дослідженнях як компонент для попереднього розкиснення розплаву сплаву використовували відсів феросиліцію марки ФС-65 ("семечка"), а для остаточного дифузійного розкиснення - дрібнодисперсні відходи кристалічного кремнію.

Таблица 1

Марочний сортамент сталей

Марка сталі	Вміст елементів, мас. % ^{*)1}				
	Cr	Mo	V	W	Co
P10M2Ф5K8	$\frac{4,50 - 5,50}{5,00}$ ^{*)2}	$\frac{1,80 - 2,20}{5,00}$	$\frac{4,80 - 5,30}{5,05}$	$\frac{10,00 - 11,00}{10,50}$	$\frac{7,60 - 8,35}{7,98}$
P6M5Ф3K8	$\frac{3,70 - 4,50}{4,10}$	$\frac{4,70 - 5,30}{5,00}$	$\frac{2,80 - 3,10}{2,95}$	$\frac{5,90 - 6,70}{6,30}$	$\frac{8,00 - 8,75}{8,38}$
P9M4K8	$\frac{3,00 - 3,60}{3,30}$	$\frac{3,80 - 4,30}{4,05}$	$\frac{2,10 - 2,50}{2,30}$	$\frac{8,50 - 9,60}{9,05}$	$\frac{7,50 - 8,50}{8,00}$
P6M5K5	$\frac{3,80 - 4,50}{4,15}$	$\frac{4,70 - 5,20}{4,95}$	$\frac{1,70 - 2,00}{1,85}$	$\frac{6,00 - 6,70}{6,35}$	$\frac{4,50 - 5,00}{4,75}$
P12K5Ф5	$\frac{3,60 - 4,30}{3,95}$	≤0,80	$\frac{4,80 - 5,20}{5,00}$	$\frac{11,50 - 12,50}{12,00}$	$\frac{4,50 - 5,00}{4,75}$

^{*)1} - вміст тугоплавких елементів в окалині зазначених в таблиці марок сталі у вигляді оксикарбідів, простих і складних карбідів, інтерметалідів та інтерметалоїдів. Концентрація легуючих елементів знижена на величину розведення кисню в окалині - перебуває в межах 17,7-21,7 мас. %.

^{*)2} - чисельник: межі вмісту легуючих елементів; знаменник: середнє значення легуючих елементів.

Одержання сплаву для легування та розкиснення сталі здійснювали в індукційній печі промислової частоти з нейтральною футеровкою (плавлений електрокорунд), ємністю тигля 4000 кг. Для захисту розплаву металу від окиснення легуючих елементів киснем атмосфери печі використовували флюс АН-295 у кількості 7-10 мас. % від маси плавки.

Хімічний склад використовуваних у промислових випробуваннях компонентів шихти наведено у табл. 2.

У табл. 3 наведено вміст компонентів у шихті та її маса.

У табл. 4 наведено техніко-економічні показники використання шихти.

Зразки 1-7 мають вміст компонентів, що виходять за межі запропонованого рішення, зразки 8-15 відповідають складу запропонованої шихти, зразок 16 - складу шихти за прототипом.

Таблиця 2

Хімічний склад компонентів шихти

№ з/п	Компонент шихти	Вміст елементів, мас. %													
		C	Mo	W	Cr	V	Co	Ni	S	P	Cu	Si	Mn	O ₂	Fe
1	Окалина швидкоріжучих сталей (суміш марок, табл. 1)	0,37	3,400	6,60	3,10	2,20	4,75	0,22	0,021	0,019	0,15	0,33	0,29	21,30	Решта
2	Окалина й стружка сталей високолегованих хромом	$\frac{0,44^{*1}}{1,05}$	$\frac{0,008}{0,001}$	$\frac{0,11}{-}$	$\frac{17,20}{21,90}$	-	-	$\frac{0,26}{0,17}$	$\frac{0,016}{0,021}$	$\frac{0,015}{0,022}$	$\frac{0,19}{0,26}$	$\frac{0,23}{0,37}$	$\frac{0,22}{0,37}$	$\frac{18,60}{0,37}$	Решта
3	Подрібнений кристалічний кремній і феросиліцій у перерахуванні на кремній	-	-	-	$\frac{-}{0,44}$	-	-	-	$\frac{-}{0,031}$	$\frac{-}{0,060}$	-	$\frac{97,90^{*2}}{66,30}$	-	-	$\frac{0,74}{32,00}$
4	Молібденовий концентрат марки КМо-1	0,27	56,100	2,20	-	-	-	-	0,050	0,025	0,30	SiO ₂ 7,70	-	27,20	Решта ^{*3}
5	Вольфрамовий (шеєлітовий) концентрат марки КШИ	-	1,200	WO ₃ 77,10	-	-	-	-	0,350	0,025	0,07	-	-	-	Решта ^{*4}
6	Вуглецевий відновник (циклонний пил вуглефітного виробництва)	97,80	-	-	-	-	-	-	0,500	0,030	-	-	-	-	Решта зола, волога
7	Металевий порошок	0,97	5,720	6,46	4,15	2,33	1,83	0,27	0,026	0,026	0,13	0,22	0,25	0,27	Решта

*¹ - чисельник: середній вміст елементів в окаліні;

знаменник: середній вміст елементів у стружці;

*² - чисельник: вміст Si у кристалічному кремнії;

знаменник: вміст Si у феросиліції марки ФС 65;

*³-CaO, MgO, Al₂O₃, FeO;

*⁴-CaO, SiO₂, MnO.

Таблиця 3

Вміст компонентів у шихті та її маса

Номер шихти	Вміст компонентів шихти, % мас.							
	Окалина швидкоріжучих сталей	Окалина - і/або стружка сталей високолегованих хромом	Подрібнений кристалічний Si - і/або ФС-65 у перерахуванні на Si	Молібденовий концентрат КМо-1	Вольфрамовий концентрат КШИ	Вуглецевий відновник	Металевий порошок	Маса шихти на одну плавку, кг
Значення показників, що не увійшли до заявленого рішення								
1	8,0	28,3	4,3	0,1	36,50	2,1	20,70	3050
2	8,1	27,7	4,8	0,2	36,00	2,2	21,00	3020
3	8,5	27,3	5,0	0,2	35,60	2,4	21,00	3000
4	38,1	3,4	17,6	12,4	0,09	7,1	21,31	3000
5	39,2	3,3	17,9	12,5	0,08	7,2	19,82	3010
6	41,4	3,0	18,3	12,8	0,05	7,4	17,05	3060
7	42,3	2,9	19,0	13,3	0,05	7,5	14,95	3040
Значення показників, що входять до заявленого рішення								
8	9,0	26,9	5,1	0,3	35,10	2,6	21,00	3010
9	16,0	24,5	7,3	0,5	33,30	2,7	15,70	3050
10	18,9	22,1	8,5	1,8	29,00	3,6	16,10	3150
11	23,0	19,0	9,1	3,3	24,50	4,2	16,90	3020

Продовження таблиці 3

12	28,8	15,2	11,0	5,5	18,30	4,8	16,40	3030
13	33,3	11,3	13,3	7,7	12,40	5,4	16,60	3070
14	35,1	7,4	15,4	10,5	8,60	6,3	16,70	3120
15	37,8	3,5	17,5	12,3	0,10	7,1	21,70	2950
Значення показників прототипу								
16	18,0÷55,0	8,0÷42,0	6,3÷15,8	-	-	-	Решта	2010

Таблиця 4

Техніко-економічні показники використання шихти

Номер шихти	Концентрація молибдену в сплаві, %	Концентрація вольфраму в сплаві, %	Концентрація хрому в сплаві, %	Витрати феромолібдену при виплавці сталі, кг/т	Витрати феровольфраму при виплавці сталі, кг/т	Витрати ферохрому при виплавці сталі, кг/т	Засвоєння молибдену розплавом сталі при виплавці з використанням сплаву, %	Засвоєння вольфраму розплавом сталі при виплавці з використанням сплаву, %	Зниження собівартості виплавки сталі з використанням сплаву, %
Значення показників, що не увійшли до заявленого рішення									
1	1,60	25,55	6,51	15,6	5,45	11,3	99,0	95,0	48,5
2	1,68	25,25	6,42	15,5	5,75	11,7	99,0	94,5	45,8
3	1,70	25,02	6,36	15,4	5,98	12,1	99,0	94,8	42,0
4	9,89	3,76	3,23	10,9	27,36	16,1	95,0	97,0	16,5
5	9,91	3,72	3,20	10,9	27,28	16,3	94,7	97,2	16,2
6	10,02	3,66	3,13	10,7	27,34	16,0	94,3	97,7	15,0
7	10,22	3,58	3,07	10,5	27,42	16,9	94,0	98,0	14,5
Значення показників, що входять до заявленого рішення									
8	1,77	24,72	6,31	15,4	6,28	12,4	98,7	94,0	38,9
9	1,90	23,64	5,95	15,3	7,36	12,8	98,5	94,2	34,7
10	2,78	21,04	5,65	14,7	9,96	13,3	97,9	94,9	30,4
11	3,85	18,42	5,29	14,1	12,58	13,9	97,6	95,3	27,8
12	5,32	14,71	4,82	13,8	16,29	14,2	97,1	95,9	23,3
13	6,77	11,16	4,30	12,2	19,84	14,6	96,2	96,2	19,8
14	8,43	8,81	3,66	11,4	22,19	15,0	95,7	96,6	17,6
15	9,84	3,77	3,26	11,0	27,23	15,5	95,3	96,8	16,9
Значення показників прототипу									
16	-	-	-	18,2-15,9	27,3-14,5	18,2-13,7	84,0-86,0	88,0-92,0	6,0-12,0

Промислові випробування запропонованої шихти для одержання сплаву для легування та розкиснення сталі дозволили виявити переваги порівняно із прототипом:

5 - знизити витрати феромолібдену при виплавці швидкоріжучих сталей з 15,9-18,2 до 11,0-15,4 кг відповідно на 1 т сталі за рахунок уведення до складу шихти молибденового концентрату й окалини швидкоріжучих сталей;

10 - знизити витрати феровольфраму при виплавці швидкоріжучих сталей з 14,5-27,3 до 6,28-27,23 кг відповідно на 1 т сталі за рахунок уведення до складу шихти сплаву вольфрамового концентрату;

- знизити витрати феросплавів хрому з 13,7-18,2 до 12,4-15,5 кг відповідно на 1 тону сталі за рахунок використання в шихті сплаву техногенних відходів: окалини швидкоріжучих сталей, окалини - і/або стружки сталей, високолегованих хромом;

15 - знизити собівартість переділу виплавки сталі із застосуванням сплаву на 16,9-38,9 % за рахунок уведення до складу шихти сплаву техногенних відходів і рудних концентратів молибдену й вольфраму.

Таким чином, запропоноване рішення дозволяє зменшити витрати феросплавів і металевих легуючих матеріалів та знизити собівартість переділу виплавки сталі.

20

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Шихта для одержання сплаву для легування та розкиснення сталі, яка містить окалину швидкоріжучих сталей; окалину і/або стружку сталей, високолегованих хромом, подрібнений феросиліцій і/або кристалічний кремній, металевий порошок, яка **відрізняється** тим, що

додатково містить у своєму складі молібденовий концентрат, вольфрамовий концентрат та вуглецевий відновник, при такому співвідношенні компонентів, у мас. %:

окалина швидкоріжучих сталей	9,0 - 37,8
окалина і/або стружка сталей, високолегованих хромом	3,5 - 26,9
подрібнений кристалічний кремній і/або феросиліцій у перерахуванні на кремній	5,1 - 17,5
молібденовий концентрат	0,3 - 12,3
вольфрамовий концентрат	0,1 - 33,3
вуглецевий відновник	2,7 - 7,1
металевий порошок	решта.

Комп'ютерна верстка М. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601