



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **81124** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
C22C 35/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 14039	(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, подрібнений феросиліцій і/або кристалічний кремній, металевий порошок. Додатково містить молібденовий та вольфрамовий концентрати, хромову руду, технічно чистий п'ятиоксид ванадію, кобальтовий ангідрид і вуглецевий відновник.

UA 81124 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. %

Недоліками цього рішення є:

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

- 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.

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.

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;

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

Ознаками, спільними з рішенням, що заявляється, є наявність у шихті: окалини швидкоріжучих сталей, подрібненого феросиліцію і/або кристалічного кремнію, металевих порошків.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити шихту для одержання сплаву для легування та розкиснення сталі, яка шляхом додаткового введення молібденового й вольфрамового концентратів, хромової руди, технічно чистого п'ятиоксиду ванадію, кобальтового ангідриду та 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.

Суттєвими ознаками рішення, що заявляється, є те, що шихта містить компоненти в такому співвідношенні, мас. %: окалина високолегованих сталей - 9,0-37,8; подрібнений феросиліцій і/або кристалічний кремній у перерахуванні на кремній - 14,4-22,5; молібденовий концентрат - 0,9-25,9; вольфрамовий концентрат - 0,1-34,9; хромові руда - 3,3-7,8; технічно чистий п'ятиоксид ванадію - 0,5-11,7; кобальтовий ангідрид - 0,1-15,3; вуглецевий відновник - 3,8-7,3; металевий порошок - решта.

Відмінними від прототипу ознаками є:

- додаткове введення у склад шихти:

- молібденового концентрату;

- вольфрамового концентрату;

- хромової руди;

- технічно чистого п'ятиоксиду ванадію;

- кобальтового ангідриду;

- вуглецевого відновника;

- використання компонентів у такому співвідношенні, мас. %: окалина високолегованих сталей - 9,0-37,8; подрібнений феросиліцій і/або кристалічний кремній у перерахуванні на кремній - 14,4-22,5; молібденовий концентрат - 0,9-25,9; вольфрамовий концентрат - 0,1-34,9; хромові руда - 3,3-7,8; технічно чистий п'ятиоксид ванадію - 0,5-11,7; кобальтовий ангідрид - 0,1-15,3; вуглецевий відновник - 3,8-7,3; металевий порошок - решта.

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

Подрібнений феросиліцій і/або кристалічний кремній, який є розкиснювачем, у запропонованому рішенні присутній у кількості 14,4-22,5 мас. % та забезпечує попереднє і

глибинне розкиснення розплаву. Вихід за нижню граничну межу потребує додаткових витрат феросплавів кремнію при виплавці сталі. Вихід за верхню граничну межу обумовлює підвищення відновного потенціалу системи рідкофазних реакцій у печі, що, безумовно, знижує вигар тугоплавких легуючих елементів, але, при цьому, суттєво підвищує вигар самого кремнію й підвищує питомі витрати сплаву при виплавці сталі.

Додаткове введення до шихти молібденового і вольфрамового концентратів, хромової руди, технічно чистого п'ятиоксиду ванадію та кобальтового ангідриду призводить до зменшення витрат феросплавів та металевих легуючих матеріалів при виплавці сталі, що, відповідно, знижує її собівартість. Запропонований вміст вищезазначених елементів, у мас. %: 0,9-25,9, 0,1-34,9, 3,3-7,8, 0,5-11,7 та 0,1-15,3, відповідно, забезпечує оптимальне співвідношення компонентів шихти. Вихід за нижні граничні межі не забезпечує необхідну кількість легуючих компонентів при виплавці сталі, що призводить до необхідності компенсувати вміст молібдену, вольфраму, хрому, ванадію та кобальту в сталі феросплавами або металевими легуючими матеріалами, що мають більшу вартість. Вихід за верхні граничні межі значно підвищує концентрації молібдену, вольфраму, хрому, ванадію та кобальту в сплаві та призводить до вигару 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 межах від 3,8 до 7,3 мас. % забезпечує необхідний ступінь попередньої металізації й карбідизації шихти, мінімальний вигар елементів і норму 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 довідновлення 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. Ці види відходів доцільно використовувати по групах відповідних марок сталей: Мо й W-, Мо-W-V- і W-Co-вмісні, які дозволяють найбільш повно утилізувати ці елементи з відходів.

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

Приклад. У промислових умовах у печі непрямого нагрівання, ємністю тигля 4000 кг, із нейтральною футеровкою було здійснено випробування дослідної партії шихти, що заявляється, для одержання сплаву для легування та розкиснення сталі згідно з діючою інструкцією для одержання ливарних розплавів. Як компоненти, що містять тугоплавкі легуючі елементи, використовували окалину високолегованих сталей, дрібнодисперсну стружку й шліфувальний пил силової обробки товарних заготовок і металевий порошок (циклонний пил, що утворюється в електропечах у результаті диспергування розплаву сталі, некондиційний порошок швидкоріжучих сталей). Молібденовий і вольфрамовий концентрати, хромова руда, технічно чистий п'ятиоксид ванадію й кобальтовий ангідрид слугували оксидною легованою сировиною, що підлягає металізації при виплавці сталі.

Хімічний склад використовуваних у промислових випробуваннях компонентів шихти 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.

Розкиснювачем використовували стандартний феросиліцій і кристалічний кремній переважно некондиційних марок за фракційним складом ("семечка" - 5-10 мм, циклонний пил і відсів) для більш досконалого контакту реагентів при перемішуванні шихти.

Шлакоутворювачем і захисним середовищем від вторинного окиснення й рафінування розплаву металу від супутніх домішок сірки й фосфору слугувала синтетична суміш обпаленого вапна, оксидів алюмінію й магнію.

Одержання сплаву для легування та розкиснення сталі здійснювали в печі непрямого нагрівання з ємністю тигля 4000 кг з нейтральною футеровкою. Завалку шихти робили в розігріту до температури 1400-1500 °C піч після ретельного перемішування до одержання однорідної металевої маси. Після попередньої металізації шихти температуру в печі піднімали вище 1550 °C, що після остаточної металізації призводило до розплавлення металу. Остаточне розкиснення дифузійним способом проводили дрібнодисперсними відходами феросиліцію. Після доведення розплаву сплаву до заданого хімічного складу, злив проводили на розливному стенді до одержання чушок масою 20-25 кг. Отриманий сплав використовували у виробництві легованих, інструментальних і швидкоріжучих сталей.

Таблица 1

Хімічний склад компонентів шихти

№ з/п	Шихта	Вміст елементів(з'єднань), мас. %													
		C	Mo	W	Cr	V	Co	Ni	S	P	Cu	Si	Mn	O ₂	Fe
1	Окалина високолегованих	0,44	4,20	5,15	2,65	1,39	0,66	0,27	0,021	0,018	0,37	0,31	0,24	24,30	Решта
2	Подрібнений феросиліцій і/або	-	-	-	$\frac{-}{0,44}$	-	-	-	$\frac{-}{0,031}$	$\frac{-}{0,060}$	-	$\frac{97,90^{*)1}}{66,30}$	-	-	$\frac{0,74}{32,00}$
3	Молібденовий концентрат марки	0,27	56,10	2,20	-	-	-	-	0,050	0,025	0,30	SiO ₂ 7,70	-	27,20	Решта *) ²
4	Вольфрамовий (шеєлітовий) концентрат марки	-	1,20	WO ₃ 77,10	-	-	-	-	0,350	0,025	0,07	-	-	-	Решта *) ³
5	Хромовая руда	-	-	-	Cr ₂ O ₃ 53,00	-	-	-	-	0,080	-	4,27	-	-	Решта *) ⁴
6	Технічно чистий п'ятиоксид ванадію	-	-	-	-	V ₂ O ₅ 98,00	-	-	-	-	-	-	-	-	Решта домішк.
7	Кобальтовий ангідрид	-	-	-	-	-	CoO 97,50	-	-	-	-	-	-	-	Решта домішк.

Продовження таблиці 1

8	Вуглецевий	97,80	-	-	-	-	-	-	0,500	0,030	-	-	-	-	Решта ^{*)5}
9	Металевий порошок	0,97	5,72	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: вміст Si у кристалічному кремнії; знаменник: вміст Si у феросиліції марки ФС 65;

*)² - CaO, MgO, Al₂O₃, FeO

*)³ - CaO SiO₂ MnO

*)⁴ - вміст з'єднань, мас. % MgO-12,0, Al₂O₃-12,8, FeO-15,4, ін. домішки - 2,65;

*)⁵ - зола, волога.

Залежно від вмісту тугоплавких елементів у сплаві його застосовували на відповідних марках сталі (молібден-вольфрамові: типу Р6М5, Р0М5; молібден-вольфрам-ванадієві: Р6М5Ф3; молібден-вольфрам-кобальтові: Р6М5К5 та т. ін.). Залежно від їхньої концентрації в сплаві були визначені відносні витрати сплаву на виплавку сталі. З використанням сплаву для легування й розкиснення сталі з оптимальними межами його витрат випробувана технологія виплавки сталі таких марочних складів: Р6М5-МП, Р6М5Ф3-МП, Р6М5К5-МП, Р18Ф2-МП, Р10К8Ф2М3-МП, Р9М4-МП та ін.

У табл. 2 наведено вміст компонентів у шихті та її маса.

У табл. 3 наведено техніко-економічні показники використання шихти.

Запропонована шихта дозволяє: скоротити переділи виплавки феросплавів тугоплавких і рідкісних легуючих матеріалів рудно- і алюмотермічним способом; поєднати процеси попередньої металізації металооксидних з'єднань тугоплавких елементів і техногенних відходів із рідкофазними реакціями в розплаві сплаву; зменшити витрати технологічної електроенергії; суттєво знизити собівартість продукції, одержаної з використанням сплаву для легування та розкиснення сталі.

Зразки 1-6 мають вміст компонентів, що виходять за межі запропонованого рішення, зразки 7-15 відповідають складу запропонованої шихти, зразок 16 - складу шихти за прототипом.

Промислові випробування розробленої шихти для одержання сплаву для легування та розкиснення сталі дозволили виявити низку переваг у порівнянні з прототипом:

- знизити витрати феросплавів при виплавці швидкоріжучих сталей із застосуванням сплаву в цілому з 155-162 до 65,2-72 кг/т сталі;

Таблиця 2

Вміст компонентів у шихті та її маса

Но- мер ших- ти	Вміст компонентів, % мас.									Маса шихти на одну плавку, кг		
	Окали-на високолег ованих сталей	Подрібн ений фероси ліцій і/або кристалі -чний Si у пере- рахуван ні на Si	Молибде- новий концерн- трат	Вольф- рамовий концерн- трат	Хро- мова руда	Техніч-но чистий п'ятиок- сид ванадію	Кобаль- товий ангід-рид	Вугле- цевий віднов-ник	Метале-вий порошок			
	Значення показників, що не увійшли до заявленого рішення											
	1	7,5	23,3	26,5	0,04	8,2	12,3	12,50	2,7		6,96	3200
	2	8,2	23,1	26,3	0,05	7,9	12,1	13,20	3,3		5,85	3050
	3	8,7	22,9	26,1	0,07	7,9	11,9	15,00	3,6		3,83	3040
	4	37,9	14,0	0,7	35,30	3,2	0,4	0,08	7,5		0,92	3030
	5	38,5	13,5	0,5	35,90	3,0	0,4	0,07	7,6		0,53	3020
	6	40,3	12,1	0,2	36,20	2,5	0,3	0,05	7,7		0,65	3070
	Значення показників, що входять до заявленого рішення											
7	9,0	22,5	25,9	0,10	7,8	11,7	15,30	3,8	3,90	3020		
8	13,1	21,4	25,1	5,20	7,0	8,8	14,10	4,4	0,90	3080		
9	17,3	20,3	23,0	7,10	6,5	6,7	13,30	4,9	0,90	3040		
10	21,2	19,2	22,4	7,20	6,1	4,8	12,70	5,5	0,90	3060		

11	23,8	18,4	21,2	9,90	5,7	3,9	10,20	6,2	0,70	3050
12	25,7	17,9	15,4	17,40	5,5	3,4	7,70	6,4	0,60	3060
13	29,9	16,3	10,1	23,40	4,8	2,9	5,20	6,9	0,50	3020
14	33,5	15,4	5,9	28,30	4,1	2,4	2,70	7,1	0,60	3040
15	37,8	14,4	0,9	34,90	3,3	0,5	0,10	7,3	0,80	3010
Значення показників прототипу										
16	$\frac{18,0 \div 55,}{8,0 \div 42}$	6,3÷45,8	-	-	-	-	-	-	Решта	3000 +3030

*)¹ - чисельник: вміст окалини швидкоріжучих сталей;
знаменник: вміст окалини і/або стружки сталей високолегованих хромом

Таблиця 3

Техніко-економічні показники використання шихти

Но- мер ших- ти	Концен- трація моліб- дену в сплаві, %	Концентра- ція вольфраму в сплаві, %	Концентра- ція хрому в сплаві, %	Концентра- ція ванадію в сплаві, %	Концентра- ція кобальту в сплаві, %	Витрата феросплавів при виплавці сталей з використа- нням сплаву, кг/т	Витрата металевих легуючих елементів при виплавці сталі з використа- нням сплаву, кг/т	Концентра- ція кремнію в сплаві, мас. %	Ступінь утиліза- ції легую- чих елеме- нтів з відходів
Значення показників, ще не увійшли до заявленого рішення									
1	15,60	0,93	3,58	7,09	10,06	69,0	0	21,0	0,85
2	15,46	0,91	3,46	6,99	10,61	68,1	0	20,6	0,87
3	15,25	0,82	3,39	6,88	11,98	67,4	0	19,9	0,87
4	2,15	25,32	2,90	1,55	1,63	72,5	0	14,6	0,89
5	2,04	25,72	2,83	1,57	1,64	73,0	0	14,2	0,9
6	1,96	26,03	2,74	1,58	1,70	73,3	0	14,0	0,91
Значення показників, що входять до заявленого рішення									
7	15,16	0,87	3,37	6,78	12,22	65,2	0	19,4	0,91
8	14,72	4,24	3,15	5,31	11,41	66,0	0	18,9	0,89
9	13,73	5,73	3,16	4,30	10,97	67,3	0	18,3	0,84
10	13,57	6,03	3,19	3,39	10,66	67,5	0	17,7	0,80
11	13,00	7,93	3,15	2,98	8,84	68,0	0	17,0	0,78
12	9,83	12,92	3,16	2,77	6,99	69,5	0	16,6	0,81
13	7,04	17,07	3,09	2,65	5,24	70,0	0	16,1	0,85
14	4,85	20,48	3,01	2,50	3,46	71,1	0	15,7	0,85
15	2,25	25,04	2,92	1,60	1,64	72,0	0	15,1	0,88
Значення показників прототипу									
16	-	-	-	-	-	155,0-162,0	10-15	6,0-12,0	0,65-0,86

- підвищити ступінь утилізації легуючих елементів із техногенних відходів з 0,65-0,86 до 0,78-0,91 за рахунок комбінованого відновлення оксидів легуючих матеріалів з наступним глибоким розкисненням розплаву сплаву;

- підвищити концентрацію молібдену, вольфраму, хрому, ванадію й кобальту в сплаві, відповідно, до 2,25-15,16, 0,87-25,04, 2,92-3,37, 1,60-6,78 і 1,64-12,22 мас. % за рахунок додаткового введення до складу шихти руди, рудних концентратів та ангідридів;

- підвищити ступінь утилізації легуючих елементів із відходів з 0,65-0,86 до 0,88-0,91;

- знизити собівартість виплавки швидкоріжучої сталі з використанням сплаву для легування та розкиснення за рахунок використання техногенних відходів, що містять легуючі елементи, оксидної сировини (хромової руди й концентратів молібдену й вольфраму, ангідридів), а не більш вартісних феросплавів і металевих легуючих матеріалів. Це також призводить до зниження витрат на технологічну енергію.

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

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Шихта для одержання сплаву для легування та розкиснення сталі, яка містить окалину швидкоріжучих сталей, подрібнений феросиліцій і/або кристалічний кремній, металевий порошок, яка **відрізняється** тим, що додатково містить молібденовий та вольфрамовий

концентрати, хромову руду, технічно чистий п'ятиоксид ванадію, кобальтовий ангідрид і вуглецевий відновник, при такому співвідношенні компонентів, у мас. %:

окалина високолегованих сталей	9,0 - 37,8
подрібнений феросиліцій і/або кристалічний кремній	у 14,4 - 22,5
перерахуванні на кремній	
молібденовий концентрат	0,9 - 25,9
вольфрамовий концентрат	0,1 - 34,9
хромову руду	3,3 - 7,8
технічно чистий п'ятиоксид ванадію	0,5 - 11,7
кобальтовий ангідрид	0,1 - 15,3
вуглецевий відновник	3,8 - 7,3
металевий порошок	решта.

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

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