

Винахід відноситься до металургії чорних металів і стосується удосконалення способів розкислення сталі у сталерозливних ковшах.

Відомий спосіб розкислення сталі у ковші в період випуску її із сталеплавильного агрегату шляхом розкислення - легування за рахунок вводу в розплав металу розкислюючих і легуючих елементів чи їх сплавів [Бігаєв А.М. Металургія сталі. - М.: Металургія. 1977. - С. 274-275]. При цьому досягають в основному отримання сталі заданого хімічного складу і якості на рівні вимог, що зазначені в діючих нормативних документах.

Але для відомого способу притаманний один із головних недоліків, пов'язаний з використанням стандартних феросплавів і легуючих які дорого коштують. Це призводить до значного нераціонального окислення деяких з них, збільшення витрати їх, особливо в умовах дефіциту стандартних алюмініймарганецькремнієвих сплавів і відсутності технічних рішень про використання в достатній мірі недефіцитних матеріалів.

Найбільш близьким по технічній суті і досягаемому ефекту являється спосіб розкислення сталі у ковші, що включає використання легуючої суміші на основі відходів феросплавів замість частини стандартних дефіцитних феросплавів [Авт. Св. СРСР № 1321754, кл. С 21 С 7/061 1987]

При реалізації зазначеного способу досягають певного зменшення окислення переважно марганцевих стандартних феросплавів і легуючих, частково підвищення якості сталі, що в цілому задовільно впливає на техніко-економічні показники розкислення сталі у ковші.

Та вищезазначений спосіб має недоліки, які не враховуються в умовах технологічної еволюції, коли дрібні некондиційні марганцеві феросплави фракції до 5,0 мм в теперішній час неможливо відносити і використовувати як недефіцитні матеріали (є різні способи їх переробки і використання з мінімальними втратами марганцю, або без них). Крім того, при рішенні головної задачі - економії марганцевих феросплавів, в окремих випадках окислення марганцю досягає до 25-35% через недосконалість способу. Цей фактор особливо проявляється тоді, коли віддача у ківш марганцевих матеріалів, як перших порцій, так і останніх, реалізується нераціонально. Тобто, при віддачі перших порцій марганець сплавів активно окислюється, бо вступає у взаємодію з попередньо нерозкисленим металом у ковші, і при віддачі останніх порцій марганцевих матеріалів і алюмінія аналогічно вони окислюються, бо не має захисту від окислення верхніх останніх шарів випуску металу і по-падаючого переокисленого шлаку. Аналогічно кремній, що входить до складу введених феросплавів, без додаткового захисту від окислення згоряє в певній кількості. Відповідно вплив такого способу не в повній мірі використовується з метою максимального зниження окислення легуючих елементів у феросплавах за рахунок раціонального її розкислення. Крім того, діючи по способу-прототипу, потрібно готувати суміш двох відповідних компонентів, що пов'язано з деякими технологічними складнощами (організаційними затримками. До недоліків способу - прототипу слід віднести те, що економія стандартних феросплавів на практиці реалізується переважно через використання дрібного некондиційного феромарганця і відсіву шлаку від виробництва сілікомарганця. Тобто переважно беруть на себе роботу по розкисненню сталі із введеної суміші два елементи і марганець і кремній. А як відомо, кремній і марганець при сполучі з киснем по своїй активності віддають перевагу, наприклад, алюмінію. З цього можна зробити висновок, що в плані удосконалення технології і техніко-економічних показників при розкисненні сталі необхідно використовувати ще більш ефективні технічні рішення з залученням активних техногенних недефіцитних матеріалів з вмістом алюмінія.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення способу розкислення сталі у ковші шляхом поєднання нетрадиційного регламенту вводу алюмокремнієвого шлаку, стандартних матеріалів, фізико-хімічних особливостей введених матеріалів і витікаючого у ківш металу з високим рівнем використання розкислюючого потенціалу алюмокремнієвого шлаку, з забезпеченням при його вводити двостадійного захисту від значного окислення традиційних феросплавів і легуючих, що призводить до підвищення якості сталі та комплексної економії стандартних феросплавів і легуючих.

Рішення поставленої задачі досягають тим, що в способі розкислення сталі у ковші, що включає використання відомих стандартних розкислювачів, легуючих шлакометалевих і/або оксидних матеріалів, газоподібних реагентів і способи їх вводу і контролю, алюмокремнієвий шлак використовується в дві стадії з загальною витратою в межах 2,2 - 6,4 кг/т сталі, при цьому на першій стадії в період сходу металу із сталеплавильного агрегату в ківш на струмінь вводять алюмокремнієвий шлак в кількості 55-65%, від загальної витрати до рівня 1/8-1/3 висоти металу в ковші і одночасно вводять стандартні феросплави, легуючі, а потім на другій стадії по ходу заповнення ковша металом до рівня 1/2 - 2/3 вводять решту - 45-35%.

Комплексна економія стандартних феросплавів і легуючих забезпечується в основному за рахунок оптимальної взаємодії параметрів способу з урахуванням введених матеріалів у сталерозливний ківш. Так, при вводити у ківш на першій стадії алюмокремнієвого шлаку, а не марганецькремнієвих феросплавів, забезпечується значно прискорене і поглиблене розкислення сталі, цьому сприяє хімічний склад алюмокремнієвого шлаку і хіміко-фізичні властивості сталі, випускаємої із сталеплавильного агрегату, а також позитивні кінетичні і тепломасо-обмінні процеси, що відбуваються в цей час у ковші. За цих умов недефіцитний алюмокремнієвий шлак за рахунок поверхнево-активного алюмінія і кремнія розкислює метал в значній мірі. Присаджувані потім марганецькремнієві феросплави окислюються незначно. Аналогічно проявляє себе присадка алюмокремнієвого шлаку на другій стадії вводу. В цей період його складові (алюміній і кремній) активно знімають окисленість сталі другої половини плавки і особливо останніх порцій випуску плавки, значно насичених киснем шлакового покриву. Таким чином завдяки взаємодії вищеприведених особливостей рекомендованого способу, на відміну від прототипу, проявляється ефект комплексної економії феросплавів і легуючих, еквівалентної сумарному вмісту кремнію, алюмінію і марганцю. Крім того, сама економія матеріалів з вміщеними переліченими елементами є наслідком практично не часткової заміни стандартних нестандартними матеріалами, як по прототипу, а взаємодії присадок алюмокремнієвого шлаку в кількості, еквівалентній по вмісту залишкового алюмінія для заданої марки сталі і кризного угару його. Таким чином, економія марганецькремнієвих феросплавів і алюмінію забезпечується при реалізації даного способу за

рахунок оптимізації його регламенту і віддачі головної розкислюючої і легуючої функції алюмокремнієвому шлаку і відповідною витратою. За цих умов наступні введені феросплави окисляються значно менше. А тому при виплавці деяких марок сталі з вмістом кремнію до рівня напівспокійних ($\text{Si} < 0,15\%$) відпадає потреба в додатковій присадці феросіліція. А при виплавці спокійних марок в більшості випадків відпадає потреба в додатковому вводі стандартного алюмінію, бо залишковий алюміній знаходиться на рівні 0,02%. Вміст марганцю коректується відповідно до умов низького угару і меж вмісту по нормативним документам. Підвищення якості сталі досягають за рахунок пониження температурного та хімічного градієнта в сталі по висоті ковша, по вмісту залишкового алюмінію. Цього досягають шляхом значного покращення комплексної взаємодії параметрів регламентованого способом розкислення сталі у ковші. Технологічна частина однієї із складових ефекту пояснюється тим, що за рахунок двох-стадійного вводу алюмокремнієвого шлаку і його високих фізико-хімічних якостей досягають делокалізації окислення алюмінію по висоті ковша в термін випуску і повного розкислення плавки у ковші.

Такі умови найбільш ефективно впливають на можливість комплексної економії феросіліція, марганцевих феросплавів, алюмінію, підвищення якості сталі.

Запропоноване технічне рішення за сукупністю ознак вочевидь не виявляється з Існуючого рівня техніки тому, що досі був невідомий вплив суттєвих ознак цього винаходу на досягнення технічного результату.

Запропонований спосіб пройшов випробування в дослідно-промислових умовах. Сталь виплавляли в 500 т мартенівських печах, опалюваних переважно природним газом і мазутом, з продувкою шихтових матеріалів киснем зверху. В безпродувні періоди плавки кисень для інтенсифікації процесу використовували у факел.

Після розплавлених шихтових матеріалів поліровки, доводки отримували металевий розплав, відповідний головним параметрам плавки періоду попереднього розкислення в печі і випуску замовлених марок сталі по температурі, вмісту вуглецю, сірки, фосфору, оксидів заліза (ΣFeO). В цих умовах в піч на шлакометалевий розплав висипали механічним способом попередньо прожарений алюмокремнієвий шлак для часткового розкислення сталі і фіксації вмісту вуглецю, з витратою в межах 2,2-6,4 кг/т сталі в термін до 10 хвилин до випуску плавки із мартенівської печі. Випускали плавку з використанням роздвоєного жолобу в два сталерозливних ковша місткістю по 250т кожний. При наповненні сталерозливних ковшів металом з рівня 1/8 - 1/3 вводили 55-65% алюмокремнієвого шлаку від загальної витрати і одночасно відповідно до заданої марки вводили необхідну кількість сілікомарганця, 45% - феросіліція. Потім на другій стадії розкислення по ходу заповнення ковша металом до рівня 1/2-2/3 вводили решту 45-35% алюмокремнієвого шлаку.

Період випуску металу становив 15-20 хв. Після витримки сталі у ковшах в межах 10-15 хв її розливали у виливниці з масою зливків 8,0 - 10,5 т. Далі сталі зливали проходили циклічні типові технологічні операції властиві переділу сталь-прокат по діючим технологічним інструкціям. Алюмокремнієвий шлак в середньому вміщує 21,0-31,5% алюмінію, 30-50 Al_2O_3 , 12-25% SiC , $< 5\%$ SiO_2 . Використовували його при віддачі у ківш з максимальною фракцією 100 мм. Вигрузка у ківш забезпечувалась із бункерів-дозаторів. В період опробування відпрацьовувались в параметри запропонованого винаходу. Виплавляли вуглецеві напівспокійні і спокійні рядові, якісні та відповідальні марки сталі.

Результати опробування запропонованого способу і прототипу приведені в таблиці.

Аналіз представлених у таблиці даних свідчить про практичне досягнення рішення поставленої задачі. Зазначені у формулі запропонованого винаходу параметри є оптимальними і при взаємодії їх в умовах реалізації забезпечують досягнення максимального ефекту. Використання алюмокремнієвого шлаку з загальною витратою в дві стадії в кількості меншій нижньої межі, наприклад, 2, 1 кг/т сталі призводить до зниження розкислюючого ефекту, що проявляється в зменшенні залишкового алюмінію в середньому на 0,001 %. Використання алюмокремнієвого шлаку в кількості більшій верхньої межі, наприклад 6,5 кг/т сталі, призводить до зниження якості сталі по характеристиці забруднення глиноземними оксидами до 1,7 балів, при середньому рівні 1.5 балів. Віддача у сталерозливний ківш на струмінь металу в період першої стадії алюмокремнієвого шлаку в кількості наприклад, 54% від загальної витрати з рівня 1/9 висоти металу в ковші призводить до недостатнього розкислення металу цим недефіцитним матеріалом, що проявляється в зменшенні економії стандартних FeSi , FeMn , Al в середньому на 0,4% (абс.). Використання алюмокремнієвого шлаку у сталерозливному ковші на струмінь металу в період першої стадії в кількості, наприклад, 66% від загальної витрати з рівня 1/8-1/2 висоти металу у ковші призводить до збільшення градієнта температури металу у ковші до 1-2°C, через нераціональне відношення збільшеної концентрації введених матеріалів до маси випущеної сталі.

Віддача у сталерозливний ківш на струмінь металу алюмокремнієвого шлаку в період другої стадії присадки на рівні 2/5 металу у ковші в кількості, наприклад, 44% від загальної витрати призводить до зменшення чистоти рафінування металевою розплав від вмісту кисню, що негативно впливає на зниження градієнта вмісту (Al) залишкового в металі, порядку на 0,001%. Використання алюмокремнієвого шлаку у сталерозливному ковші на струмінь металу в період другої стадії присадки з рівня наприклад з 1/2 - 3/4 висоти металу у ковші в кількості, наприклад 36% від загальної витрати призводить до додаткового окислення введеного матеріалу, в кількості до 0.2 кг/т. Це пояснюється, головним чином, запізнілою присадкою алюмокремнієвого шлаку, який частково може попасти в перекишений кінцевий шлак.

Промислове випробування запропонованого способу показало, що якість прокату не поступається якості прокату по прототипу. Загальні витрати на розкислення (легування) сталі в порівнянні з прототипом зменшуються на 10-15%.

Середні результати опробування запропонованого способу та прототипу

Середні результати опробування запропонованого способу та прототипу

№№ пп	Варіанти спо- собів і марка виплав сталі (кількість плавов)	Введення розкислювально діючих та легучих матеріалів кгт						
		в піч		в ковш				
		Al-Si - шлак	Al-Si - шлак I стадія	SiMn	FeSi 45%	AlSi - шлак II стадія	Сумиш відсіву шлаку SiMn і неконд дрібних мар- ганц феросп- лавів	Al - відливки
Запропонова- ний спосіб	20 тр/16/	40	26	53	33	17	-	-
Прототип	20 тр/4/	40		3	46	-	4,7	10

Продовження таблиці

№№ пп	Вміст основних оціночних елементів в сталі %			Економія стан- дартного FeSi 45% кг/т	Економія стан- дартного FeMn кг/т	Економія стан- дартного Al кг/т	Зниження градієнта температури металу у ковши, °С	Зниження градієнта вмісту (Al) залишкового % абс
	Si	Mn	Al (залишок)					
Запропонова- ний спосіб	0,19	0,49	0,026	13	15	1,0	6	0,003
Прототип	0,20	0,51	0,02	-	-	-		-