**Григор'єв Станіслав Михайлович. Розробка та удосконалення ресурсозберігаючих технологій одержання тугоплавких легуючих сплавів : Дис... д-ра наук: 05.16.02 - 2008.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Григор’єв С.М. Розробка та удосконалення ресурсозберігаючих технологій одержання тугоплавких легуючих сплавів. - Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.16.02 - Металургія чорних і кольорових металів та спеціальних сплавів. - Державний вищій навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», Донецьк, 2008.  Вирішено актуальну науково-технічну проблему теоретичного та методологічного обґрунтування наукових і технологічних основ ресурсозберігаючого виробництва тугоплавких легуючих матеріалів виходячи з особливостей взаємодії рудних концентратів і техногенних відходів з відновниками в гетерогенних- і в системах рідкофазних реакцій, що дозволяє знизити витрати дорогих елементів за рахунок підвищення ступеня їхнього засвоєння та утилізації з техногенних відходів при виплавці сталі. Розроблено ресурсозберігаючі технології одержання тугоплавких легуючих матеріалів.  Досліджена термодинаміка та кінетика металізації молібдену вуглецем, і дрібнодисперсних відходів швидкоріжучої сталі вуглецем та кремнієм з утворенням карбідо- і силіцидоутворюючих з’єднань, і на цій основі розроблені ефективні технології одержання нових легуючих матеріалів. Комплексними лабораторними дослідженнями та промисловими випробуваннями установлена доцільність використання методів порошкової металургії при одержанні ресурсозберігаючих легуючих матеріалів. Досліджені та оптимізовані технологічні параметри відновлення молібденового концентрату і виплавки сплаву із техногенних відходів та послідуючим їх використанням при виплавці спеціальних сталей. Основні результати роботи знайшли практичне застосування при одержанні нових легуючих матеріалів з тугоплавкими металами та виплавки сталі з їх використанням. | |
| |  | | --- | | У дисертації вирішена актуальна науково-технічна проблема **теоретичного й методологічного обґрунтування наукових і технологічних основ ресурсозберігаючого виробництва тугоплавких легуючих матеріалів виходячи з особливостей взаємодії рудних концентратів і техногенних відходів з відновниками в гетерогенних - і в системах рідкофазних реакцій, що дозволяє знизити витрату дорогих елементів за рахунок підвищення ступеня їхнього засвоєння й утилізації з техногенних відходів при виплавці сталі. Розроблено ресурсозберігаючі технології одержання тугоплавких легуючих матеріалів.**  Основні наукові положення й практичні результати полягають у наступному.  1. З аналізу літератури виплаває, що в розробках ресурсозберігаючих технологій виробництва тугоплавких легуючих матеріалів на основі рудних концентратів і металооксидних відходів перевага віддається металізованим брикетам і таблеткам у гетерогенних системах, що дозволяє одержувати матеріали для використання в сталеплавильному виробництві. Основним способом переробки забруднених техногенних відходів залишається рафінуюча плавка із застосуванням шлакоутворювачів, інертних газів, вакууму і їхнього сполучення. Тому питання підвищення ефективності використання й утилізації тугоплавких легуючих елементів з техногенних відходів вимагають подальших досліджень. При цьому необхідно розробити тугоплавкі матеріали з якісно новими технологічними властивостями, що задовольняють сучасним вимогам сталеплавильного виробництва.  2. Отримали розвиток наукові основи процесів відновлення молібденових концентратів і металооксидних відходів швидкоріжучої сталі в складних гетерогенних системах, які використовувалися для вдосконалення технології відновлення молібденових концентратів у шахтних електричних печах і розробки промислових параметрів металізації окалини швидкоріжучої сталі в нагрівальних печах.  3. Методом математичного аналізу побудована діаграма термодинамічної рівноваги в системі Мо-О-С, у якій визначені області й умови існування основних вуглецевих і кисневих сполучень Мо, що покладено в основу вдосконалення технології одержання й складу КММ. Уперше інтеграли за узагальненою формулою обчислювали методом Сімпсона. Оптимальний ступінь відновлення КММ (63-77) % при залишковій масовій частці вуглецю (3-7) % дозволяє виключити використання конвертованого природного газу і сумістити довідновлення з розчиненням Мо в розплаві сталі. Засвоєння Мо при легуванні конвертерної 09ХМ і мартенівської сталі 38ХНМ складає (94-95) %.  Введення КММ у рідку ванну й у ківш забезпечує засвоєння Мо на (3-5) % вище стандартного феромолібдену й значно знижує шкідливі домішки.  4. Підвищення якості КММ і розширення областей його застосування досягається вакуумнотермічним рафінуванням і обробкою низькотемпературною плазмоутворюючою сумішшю з відношенням О/СН4 = (0,49-0,51), що дають можливість значно знизити концентрацію легкоплавких кольорових металів, S, P і досягти практично 100% ступеня відновлення, причому останній спосіб підвищує вміст Мо до 97,55 % мас., щільність до 10,17 г/см3.  5. Встановлено, що пряме відновлення Мо, W і Cо в системі (Fe, Mo, W, Cr, Co, V) - (О) - (С) оцінюється з великою ймовірністю паралельного протікання реакцій карбідоутворення.  Металізація окалини швидкоріжучої сталі здійснюється через складні оксикарбіди й карбіди. Тугоплавкі елементи присутні у твердих розчинах заліза, інтерметалоїдах і лише (5-10) % у карбідах W2C і Mо2C. Залишковий кисень зв'язаний в основному із залізом, вуглець присутній у карбідах Mo2C, FeW2C, W2C, Fe3C.  6. Одержання низьковуглецевого сплаву СіР у розплаві з високим вмістом кремнію протікає через стадію утворення силіцидів Fe5Si3, FеSi2, WSi2. Фазові й речовинні перетворення протікають через утворення карбосиліцида Fe8Si2C з різними параметрами решітки при виплавці сплаву СіР з відносно низьким вмістом кремнію.  Залежно від вмісту розкислювача й легуючих елементів найбільш прийнятні межі використання сплаву СіР при виплавці швидкоріжучих сталей перебувають у межах від 10 до 475 кг/т. Для зниження або виключення витрати навуглецевувача й розкислювача визначені оптимальні масові частки вуглецю й кремнію в сплаві (ТУ14-143-87-90) – (2,0-4,5) і (1,0-4,5) % відповідно.  При виплавці порошкової швидкоріжучої сталі в результаті присадки сплаву марки СіР1 за ТУ14-143-87-90 у кількості (45-75) кг/т сталі знижується масова витрата Cr на (2-3) % , Mo на (3-4) %, W на (30-36) %, V на (7-8) %.  7. Використання шлаку АВЛ у складі рафінувальної суміші при одержанні сплаву СіР знижуються витрати стандартного флюсу АН-295 у середньому на (24-37) % мас. Найкращі результати виходу придатного (95,5-97,0) % досягнуті при масовій частці кремнію в сплаві (3,6-10,5) %.  Введення до складу рафінувальної суміші шлаку АВЛ по ТУ48-0514-34-87 у кількості (3-17) % підвищує концентрацію тугоплавких елементів у сплаві на (1,26-7,14) кг/т сплаву СіР за рахунок відновлення й додаткового витягу з оксидів тугоплавких елементів і металевих вкраплень з компонента, що вводиться знову, при цьому відзначене деяке підвищення ступеню десульфурації сплаву (ТУ14-146-87-90).  8. Розроблено технологію виплавки сплаву СіР в електродугових печах з вугільною футеровкою СКБ-6069 під шлаками із флюсу АН-295, що задовольняє вимогам ТУ14-146-87-90, з використанням забрудненого S (0,12-0,18 % мас.) пилу силового шліфування товарних заготівель. Установлено оптимальне співвідношення окалини й пилу силового шліфування, рівне 1,0-(0,66-1,0). Підвищення концентрації Cr у сплаві марок СіР1...СіР4 до 6,0 % мас. досягається введенням до складу шихти окалини - і /або стружки силового шліфування високохромистих сталей 95Х18, Х23.  Стабілізація хімічного складу й вмісту P у сплаві на рівні менш 0,05 % мас. дозволила підвищити витрати сплаву до (150-200) кг/т сталі. Це дало можливість підняти верхню граничну межу вмісту С у сплаві до 6,0 % мас., скоротити або виключити витрати графіту в якості навуглецевувача при виплавці сталі, що покладено в основу розробки уточненого варіанту технічних умов на сплав СіР ТУ14-143-427-90.  9. В якості додаткового елемента розкислення звареного шва використовують відходи виробництва карбідкремнієвих виробів у кількості (6,0-10,5) % мас. Це дозволило одержати надлишковий щодо стандартної марки сталі вміст вуглецю й кремнію: (0,52-0,62) і (2,8-4,5) %. Використання в якості легуючих компонентів окалини сталей 95Х18, 12Х18Н10Т і циклонного пилу сталі 13Х13М1НФ забезпечує можливість одержання порошку з відносно високим вмістом Cr і Ni при низькому залишковому вмісті S і P: (0,018-0,021) і (0,024-0,030) % мас.  Застосування порошку при виготовленні зварювальних електродів дозволяє підвищити ступінь засвоєння провідних елементів звареним швом металу з (86-92) до (98-100) % у порівнянні з використанням порошку технічного оксиду хрому й стандартних феросплавів.  10. При одержанні спеченої заготівлі масою 1850кг досягнута щільність склала 92% абсолютної щільності плавленої сталі Р6М5К5.  При введенні металізованої окалини й спеченого циклонного пилу в капсулах під тверду шихту з витратою (400-600) кг/т у сталі утвориться (3,2-3,5) % мас. шлаків, що задовольняє вимогам, пропонованим до шихтових матеріалів у порошковому виробництві швидкоріжучих сталей.  Запропонований спосіб утилізації легуючих елементів з окалини, циклонного пилу й некондиційного порошку у власному виробництві забезпечує ступінь наскрізного витягу (у середньому): Cr - 94,1; Mo - 95,7; W - 96,3; Co - 97,0 і V - 92,2 %, що істотно знижує витрату феросплавів і металевих легуючих матеріалів.  11. Оптимізація параметрів одержання металізованих паспортних брикетів дозволила досягти ступеня відновлення провідних елементів (88-99) % при їхніх мінімальних втратах і реалізації процесу при температурах (1173-1473) К на діючих і потужностях, що вивільнилися, нагрівальних печах. Установлено функціональну залежність між тепловим режимом процесу металізації шихти, складом кінцевого продукту й втратою легуючих елементів.  12. Визначено температурний режим водневого відновлення окалини прецизійних сплавів типу НМ і НК, що забезпечує ступінь відновлення більше 99%. Фазові й речовинні перетворення протікають через утворення g-Fe, FeNi і твердого розчину Мо в g-Fe, які в інтервалі температур (1173-1373)К металізації й введенні в розплав сплаву при (1779-1813)К не мають помітної леткості. Це забезпечує засвоєння легуючих елементів на (93-96)%.  13. Розроблено склади шихти для одержання лігатур для легування й розкислення прецизійних сплавів 29НК і 79НМ, що містять техногенні відходи власного виробництва. Одержання й використання металізованих продуктів відрізняється високою економічною ефективністю. Підвищується ступінь засвоєння Ni і Co (при виплавці сплаву 29НК) з 0,94 до (0,98-0,99), та Ni і Мо з (0,86-0,92) до (0,95-0,98) і істотно скорочується час плавки індукційної печі при виплавці прецизійних сплавів.  14. За період з 1986 по 1991 рік на устаткуванні цеху залізного порошку (згодом цеху відновленого феромолібдену) ДАЗу (нині ЗАлКу) виготовлено 5606,4т КММ.  Фактичний ефекту від оптимізації технології виробництва КММ за 1986-1989р. склав 134837руб. (222063 доларів США).  Фактичний економічний ефект від використання 30,7т сплаву СіР1 у порошковому виробництві швидкоріжучої сталі дорівнює 59543руб. (98063 долари США), а застосування лігатури при виплавці 4000т конвертерної сталі забезпечило ефект 4,2 млн.руб. (у цінах 1992р.). Частка здобувача 2,52 млн.руб. (60 %). | |