

Винахід відноситься до електрометалургії і може бути використаний для плавки та переплаву чорних і кольорових металів, і сплавів в електродугових печах постійного струму.

Відомий спосіб одержання хромовмісних сплавів, переважно феросплавів і лігатур, що включає завантаження і розплавлення в електродуговій печі шихти, що містить відновлювач, добавки, які флюсують, і хромовмісну сировину, випуск металу і шлаку з печі (М.А. Рісе «Виробництво феросплавів». М., 1985р., стор.199-252).

У відомому способі одержання хромистих феросплавів і лігатур розплавлення шихти проводять в електродугових печах за допомогою електричної дуги перемінного струму. Хромовмісна сировина використовуваної шихти складається в основному з хромистої руди та/або оборотних відходів виробництва хромистих феросплавів. Як добавку, яка флюсує, використовують окис кремнію.

Недоліком відомого способу одержання хромистих феросплавів і лігатур є низький ступінь витягу хрому та інших компонентів, які легують, а також обмежені технологічні можливості способу.

При розплавленні шихти електричною дугою перемінного струму дуговий розряд має переривчастий характер, розряд двічі за період гасне і знову запалюється через часту зміну полярності електродів у динамічному режимі. Розряд, який виникає, є нестійким з малою довжиною дуги, у результаті чого відбувається її обривання або коротке замикання. Градієнт товща дуги значно змінюється протягом усієї плавки, у результаті чого регулювати температурні режими та окисно-відновні процеси на різних періодах плавки неможливо. Тому ступінь витягу хрому й інших металів із хромовмісної сировини є низькою. Розподіл струмів між паралельними ланцюгами всередині пічного простору відбувається по ланцюгах, що замикаються безпосередньо між електродами і верхньою частиною шихти. При такому розподілі струмів відбувається спочатку розплавлення лише верхньої частини шихти, а інша частина розплавляється за рахунок конвекційної теплопередачі. Ефективність використання теплової потужності дуги для цільового технологічного процесу є низькою, що обмежує технологічні можливості процесу виплавки хромистих сплавів. При цьому глибина проникнення дуги перемінного струму у ванну до розплаву металу значно менша за глибину ванни, тому ефективного перемішування металу не відбувається і не забезпечується необхідне усереднення температури металу і хімічного складу, що також лімітує окисно-відновні процеси в рідкому металі і шлаку, що не дозволяє забезпечити повний витяг хрому та інших металів із шихти.

Крім того, відносно коротка дуга перемінного струму і її нестійкий характер обумовлюють локальний перегрів металу як у процесі проплавлення шихти, так і в період металургійної обробки розплаву металу, що приводить до підвищеного вигару хрому.

Шихтові матеріали містять достатньо велику кількість окислів кремнію, у результаті чого при розплавленні шихти утворюються магнезіально-кремнеземисті високов'язкі шлаки, що лімітують дифузійні процеси на границі метал-шлак. Завдяки цьому ступінь витягу хрому і інших легуючих компонентів шихти є низькою, а також не забезпечується рафінування металу від шкідливих домішок, унаслідок чого отриманий сплав має низьку якість.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу одержання хромистих сплавів, переважно феросплавів і лігатур, у якому використання нових режимів проведення процесів розплавлення шихтових матеріалів, а також нових компонентів у складі шихти дозволяє регулювати температурне поле розплаву, інтенсифікувати відновлювальні процеси в розплаві, що забезпечує підвищення ступеня витягу хрому та інших металів із хромовмісної сировини, а також розширення технологічних можливостей способу.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі одержання хромистих сплавів, переважно феросплавів та лігатур, що включає завантаження і розплавлення в електродуговій печі шихти, що містить відновлювач, добавки, які флюсують і хромовмісну сировину, випуск металу і шлаку з печі, який відрізняється тим, що розплавлення шихти здійснюють електричною дугою постійного струму, а хромовмісна сировина у своєму складі містить 30-90% шлаків окисного періоду плавки легованих хромистих сталей.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю суттєвих ознак і технічним результатом, що досягається, полягає в наступному.

Одночасне розплавлення шихти із складу, що заявляється, та використання розплавлення цієї шихти електричної дуги постійного струму підвищує ступінь витягу металів і розширює технологічні можливості способу. Обумовлено це наступним.

Завдяки стійкості дуги постійного струму, що характеризується однією силовою лінією струму, відсутністю загасань дуги і повторних її запалювань, енергія дуги більш ефективно використовується в печі. Створюються умови, при яких поряд із протіканням хімічних реакцій інтенсифікуються відновлювальні процеси в печі, що забезпечує підвищення ступеня витягу цільового продукту із шихти. Стійкий режим горіння дуги постійного струму дозволяє виключити локальний перегрів металу в початковий період розплавлення шихти.

Завдяки тому, що розплавлений метал контактує тільки з анодною плямою дуги, де щільність струму і питомий тепловий потік на порядок нижче, ніж у катодній плямі, зменшується випар металу і шлаку, що також приводить до підвищення ступеня витягу хрому й інших металів із шихтових матеріалів.

Наявність стабільної дуги постійного струму дозволяє регулювати температурні режими різних періодів плавки, унаслідок чого надається можливість проводити окисно-відновні процеси в оптимальних умовах, що забезпечує розширення технологічних можливостей способу.

Внаслідок того, що потік дуги постійного струму проходить по всій глибині розплаву, він взаємодіє з власним магнітним полем і створює в металі електромагнітні сили, що викликають спрямований турбулентний потік і перемішування розплаву. У цих умовах температурне поле вирівнюється конвекційною теплопередачею через розплав, а висока швидкість руху металу не дозволяє його локального перегріву.

Таким чином, забезпечується інтенсифікація окисно-відновних процесів у розплаві металу і зниження вигару хрому і легуючих металів.

Уведення до хромовмісної сировини шихтових матеріалів шлаків окисного періоду плавки легованих хромистих сталей, що містять до 20-30% окису кальцію й окису магнію, сприяє формуванню основних рідиннорухливих шлаків, завдяки чому інтенсифікуються дифузійні процеси на границі метал-шлак при використанні дуги постійного струму, що сприяє більш повному засвоєнню металів із шихтових матеріалів і

видаленню шкідливих домішок з розплавів. Шлаки окисного періоду плавки хромистих сталей містять, мас. %: окис хрому - 5,0-35,0; окис кремнію - 15,0-35,0; окис кальцію-5,0-40,0; окис магнію-4,0-15,0; окис алюмінію - 1,0-2,0; окиси заліза - 1,0-6,0; окиси марганцю 1,0-5,0. Шлаки також мають металеву частку, яка складає 1,0-40,0% від ваги окисних шлаків і містить: хрому - 0,1-6,0%; нікелю - 0,3-12,0%, молібдену - 0,1-4,0%; вольфраму - 0,1-6,0%; залізо - решта.

Експериментальне встановлене, що оптимальний зміст шлаків у хромовмісній сировині складає 30-90%. Кількість, склад шлаків та їх співвідношення з іншими компонентами шихти залежить від типу хромистого сплаву, який виплавляється. Якщо шлаків у хромистій сировині міститься менш ніж 30%, спостерігається зниження основності шлаків, що формуються у печі, а якщо їх міститься більш ніж 90% утворюється велика кількість відвальних шлаків, що знижує вихід гідного продукту при виплавці хромистих сплавів.

Спосіб одержання хромистих сплавів, переважно феросплавів і лігатур, реалізується в електродуговій печі, функціональна схема якої представлена на фіг.

Електродугова піч постійного струму, що реалізує запропонований спосіб одержання хромистих сплавів, містить корпус 1, з футеровкою 2. Над корпусом 1 розташований звід 3, у якому встановлено графітований електрод 4, кінематичне зв'язаний з механізмом переміщення 5 і електричне з'єднаний із джерелом 6 постійного струму. У зводі 3 виконані проріз 7 для завантаження шихти і проріз 8 для відводу газів, що утворюються. У корпусі 1 виконаний отвір 9 для випуску металу і шлаку, а також робоче вікно 10 для введення у піч додаткових матеріалів та періодичного відводу шлаку. Через падину печі пропущені два подових електроди 11, які з'єднані із джерелом 6 постійного струму.

Спосіб одержання хромистих сплавів здійснюється в такий спосіб. У дугову піч постійного струму через проріз 7, виконаний у зводі 3 печі, завантажують шихтові матеріали. За допомогою механізму переміщення 5 графітований електрод 4 опускають вниз і при досягненні заданої відстані від шихтових матеріалів зупиняють. Потім включають джерело 6 постійного струму і створюють напругу між графітованим електродом 4 і подовими електродами 11, у результаті чого запалюється електрична дуга постійного струму. В міру розплавлення та осідання шихтових матеріалів графітований електрод опускають, для підтримання оптимальної відстані до шихти. Розплавлення шихти ведуть за рахунок тепла дуги постійного струму до повного розплавлення шихти й утворення розплавів шлаку і металу. Після відповідної металургійної обробки розплаву, що утворився, для одержання хімічного складу хромистого сплаву, що задається, електричну піч відключають від джерела 6 і проводять злив шлаку і металу через отвір 9, який виконаний в корпусі 1.

Приклади виконання способу.

Приклад 1. Спосіб одержання хромистого сплаву, наприклад, високовуглецевого ферохрому.

У робочий простір дугової електропечі постійного струму типу ДСПТ-12-І1 завантажують шихтові матеріали. Шихта містить: кокс (відновлювач) - 1000кг, вапно (добавка, яка флюсує) - 450кг, хромовмісну сировину, що складається з хромової руди в кількості 4400кг, і шлаків окисного періоду плавки легованих хромистих сталей у кількості 3800кг. Шлаки окисного періоду мають у своєму складі, мас. %: С - 0,8, Cr_2O_3 - 33,5, Сг (метал) - 4,5, СаО - 28,5, MgO - 10,4, SiO_2 - 18,0, Al_2O_3 - 3,6, FeO-4,8.

За допомогою механізму 5 переміщення графітований електрод 4 переміщують вниз і при досягненні необхідної відстані від шихти електрод 4 зупиняють. Потім включають джерело 6 постійного струму і створюють напругу 150В. Між графітованим електродом 4 і подовими електродами 11 виникає дуга постійного струму. За рахунок струму, що, проходить через усю масу шихти, відбувається інтенсивне нагрівання шихти та її проплавлення. Завантаження і проплавлення шихти може бути здійснене в декілька прийомів. Після проплавлення останньої порції шихти проводять розкислення металу введенням до розплаву силікоалюмінію марки АК-45 у кількості 30кг і витримують при температурі 1600°C протягом 15хв. Потім через отвір 9 зливають одночасно метал і шлак до ковша, у який попередньо завантажують алюміній у кількості 20кг/на тону розплаву. Отриманий вуглецевий ферохром містить, мас. %: вуглець - 7,3, хром - 65,0, залізо - решта. Ступінь витягу хрому із шихтових матеріалів складає 98,5%. Ступінь витягу хрому відповідно до прототипу складає 87%.

Приклад 2. Спосіб одержання хромистої лігатури.

Аналогічно способу, описаному в прикладі 1, в електропіч завантажують шихту наступного складу, мас. %: кокс (відновлювач) - 500кг, вапно (добавка, що флюсує) - 250кг, хромовмісна сировина, що складається з відходів легованих хромонікелевих сталей у кількості 500кг і шлаків окисного періоду плавки хромистих сталей у кількості 12000кг. Шлаки мають наступний склад, мас. %: С - 0,3, Cr_2O_3 - 20,8, СаО - 20,8, MgO - 10,7, SiO_2 - 20,1, Al_2O_3 - 6,7, FeO - 4,8, шлаки також містять металеву частку наступного складу у кількості 15% від ваги шлаку та мають наступний склад: Сг - 4,2, Ni -10,5, Мо -3,3, W- 1,5, Fe - решта. За допомогою механізму 5 переміщення графітований електрод 4 переміщують вниз і при досягненні необхідної відстані від шихти електрод зупиняють. Потім включають джерело 6 постійного струму і створюють напругу 150В. Між графітованим електродом 4 і подовими електродами 11 запалюють дугу постійного струму. Після розплавлення шихти отриманий розплав розкислюють введенням 100кг силікоалюмінію марки АК-45 і витримують при температурі 1650°C протягом 20хв. Потім через отвір 9 у печі зливають одночасно метал і шлак у ківш, у який, попередньо завантажують алюміній у кількості 2,5тонн/кг розплаву. Одержують хромонікелеву лігатуру наступного складу, мас. %: вуглець -0,1, хром - 17,5, нікель - 8,2, кремній - 2,1, марганець - 1,8, молібден -2,3, вольфрам - 1,85, залізо - решта. Ступінь витягу хрому із шихтових матеріалів складає 95,6%, нікелю - 99,0%, молібдену - 98,5, вольфраму - 98,7. Ступінь витягу металів відповідно до прототипу складає, %: нікелю - 86,5, молібдену - 88,5, вольфраму - 87,8.

Реалізація способу одержання хромистих сплавів здійснюється на стандартному електротехнічному устаткуванні при використанні загальнодоступних матеріалів, більшість з яких випускається промисловістю згідно до загальноприйнятих ДСТУ.

Використання запропонованого рішення при виробництві хромистих сплавів дозволить також підвищити продуктивність процесу, знизити питомі енергетичні витрати, знизити собівартість цільового продукту, а також розширити сировинну базу при виробництві хромистих феросплавів і лігатур.

