

Винахід відноситься до чорної металургії, а саме до позапічної обробки порошкоподібними реагентами.

Відомий порошковий дріт для позапічної обробки сталі, що містить кальцій в алюмінієвій оболонці з співвідношенням масових часток кальцію та алюмінію 37:63 ["Сталь", 1998, №5, с.18-22]. Якщо виходити з діаграми стану кальцій-алюміній, можливо припустити, що при такому співвідношенні між кальцієм та алюмінієм повинне утворюватися міцне сполучення CaAl_2 , або його розчини в надлишковому кальцію чи надлишковому алюмінію. Але в дійсності, при занурюванні в рідкий метал алюмінієва оболонка розплавляється, взаємодіє зі шлаком, кальцій та алюміній не встигають утворити міцне сполучення, і опісля розплавлення оболонки в металі кальцій вже знаходиться у вигляді пари, що призводить до погіршення засвоєння Ca, барботажу та викидає металу.

Найбільш близьким по технічній суті та досягаємому ефекту до заявляемого є дріт для позапічної обробки сталі, що складається з сталеві оболонки та порошкового заповнювача, який містить в собі кальцій та кремній, причому в заповнювачі вміст кальцію становить 15...30мас.% ["Металл и литье Украины", 2000, №1-2, с.17-20]. Введення кальцію в рідку сталь в сплав з кремнієм дозволяє знизити пружність дисоціації парів кальцію й пари останнього встигають прореагувати в глибині розплаву. Цим самим досягається в певній мірі глибинна пасивація кальцію й процес обробки сталі перебігає спокійно, без барботажу та викидів, що дозволяє підвищити ступінь використання кальцію. Але цей дріт теж має ряд недоліків. При вказаному вмісту кальцій з кремнієм утворює хімічно неміцну сполуку CaSi_2 , до того ж при вмісту кальцію 25...30мас.% температура розплавлення такої сполуки відносно низька (близько 1000°C), що призводить до підвищеного вигару, низького ступеню засвоєння кальцію та підвищеним витратам дроту. При такому вмісту кальцію в заповнювачі, його вміст в дроті, як правило, не перевищує 20мас.%, що також призводить до підвищених витрат дроту. В заповнювачі дроту також не визначено співвідношення між кальцієм та кремнієм, і в разі недотримання означених меж співвідношення між цими елементами сплав буде неоднорідним, окремі його частки можуть бути перенасичені кальцієм, а інші містити його недостатньо, що призводить до нестабільних результатів при використанні дроту. В дроті також не визначено співвідношення між складовими частками, що не дає змогу стабільно забезпечувати необхідну жорсткість дроту для його введення на достатню глибину, щоб реакцією взаємодії кальцію з розплавом був охоплений максимальний об'єм металу в ковші. Невизначеність між вмістом кальцію в порошковому заповнювачі та вмістом заповнювача в дроті не дозволяє синхронізувати час вивільнення кальцію в розплав з часом розплавлення сплаву, що може призводити до утворення пари кальцію всередині дроту та розриванню оболонки на недостатній глибині і, як слід, зниженню ефективності використання кальцію.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення дроту для позапічної обробки металургійних розплавів шляхом встановлення означеного вмісту кальцію в складі заповнювача, визначенням меж співвідношення між вмістом кальцію в заповнювачі та самого заповнювача в дроті, встановленням залежностей як між складовими частками порошкового заповнювача, так і всього дроту в цілому. Рішення цієї задачі дає змогу по мірі занурювання дроту в метал утворювати в середині дроту міцну однорідну кальційкремнієву сполуку з відносно високою температурою розплавлення (понад 1300°C), досягати глибинної пасивації кальцію, охопити реакцією взаємодії кальцію з розплавом максимальний об'єм металу в ковші, синхронізувати в часі процеси вивільнення кальцію в розплав і розплавлення утвореного в заповнювачі сплаву. Це дозволяє значно підвищити ефективність використання кальцію, забезпечуючи повну глобуляризацию неметалевих включень і знизити витрати дроту.

Суть винаходу полягає в тому, що в дроті для позапічної обробки металургійних розплавів, який складається із сталеві оболонки та порошкового заповнювача, що містить в собі кальцій та кремній, вміст кальцію в заповнювачі становить 36...56мас.%, причому відношення між кальцієм та кремнієм знаходиться в межах (0,6...1,3):1, а співвідношення між вмістом кальцію в заповнювачі і вмістом самого заповнювача в дроті складає величину 0,7...1,2. Кальцій в заповнювачі може знаходитися у вигляді сплаву з кремнієм, також 10...50мас.% кальцію може знаходитися в дроті у чистому вигляді. Співвідношення між складовими частками дроту може бути встановлено наступним, мас. %:

порошковий заповнювач 45-61

сталева оболонка 39-55

Загальними з прототипом суттєвими ознаками є:

- сталева оболонка;

- порошковий заповнювач, що містить кальцій та кремній.

Відрізняючими від прототипу суттєвими ознаками є:

- вміст кальцію в заповнювачі становить 36...56мас.%;

- відношення між кальцієм та кремнієм в заповнювачі знаходиться в межах (0,6...1,3):1;

- співвідношення між вмістом кальцію в заповнювачі і вмістом самого заповнювача в дроті складає величину 0,7...1,2.

Додатковими суттєвими ознаками є:

- кальцій в заповнювачі знаходиться у вигляді сплаву з кремнієм;

- 10...50мас.% кальцію знаходиться в дроті у чистому вигляді;

- співвідношення між складовими частками дроту встановлено наступним, (мас. %):

порошковий заповнювач 45-61

сталева оболонка 39-55

Наведені вище ознаки є необхідними й достатніми для всіх випадків, на які розповсюджується область застосування винаходу.

Між суттєвими ознаками і технічним результатом - підвищенням ступеня використання кальцію, повній глобуляризацией неметалевих включень і зниженням витрат дроту - існує причинно-наслідковий зв'язок, який пояснюється наступним чином. По мірі занурювання дроту з означеним вмістом кальцію в метал в середині дроту утворюється міцна однорідна кальційкремнієва сполука (типу CaSi , або Ca_2Si) з відносно високою температурою розплавлення (понад 1300°C) та досягається майже повна глибинна пасивація кальцію. Причому кальцій в заповнювачі може використовуватися у вигляді сплаву з кремнієм. Але через надмірну трудність отримання сплаву з таким вмістом кальцію в промислових масштабах, 10...50мас.% кальцію в склад заповнювача надається в чистому вигляді і сплав з означеним вмістом кальцію утворюється в середині дроту по мірі його надходження в

розплав. Внаслідок цього знижується активність та пружність пари кальцію й підвищується температура його випаровування з металургійного розплаву. Використання в складі заповнювача кальцію з відношенням до кремнію в межах (0,6...1,3):1 дозволяє по мірі надходження дроту в рідку сталь значно знизити швидкість та інтенсивність випаровування кальцію. Сплав з таким співвідношенням між кальцієм та кремнієм однорідний і в глибині розплаву не утворюється локальних зон, перенасичених кальцієм, або навпаки. В локальній зоні взаємодії з розплавом кальцій розчиняється, піддаючи повній глобуляризації всі неметалеві включення. Визначене співвідношення між вмістом кальцію в порошковому заповнювачі і вмістом самого заповнювача в межах 0,7...1,2 синхронізує в часі процеси вивільнення кальцію в розплав і розплавлення утворюваного сплаву заповнювача, не допускаючи утворення пари кальцію в середині дроту або вивільнення заповнювача в рідку сталь в твердому стані. В разі недотримання означених меж співвідношення між кальцієм та кремнієм утворюваний сплав буде неоднорідним, окремі його частки можуть бути перенасичені кальцієм, а інші містити його недостатньо, що призводить до піроефекту, викидам та нестабільним результатам при використанні дроту. Визначене співвідношення між складовими частками дроту стабільно забезпечує необхідну жорсткість дроту для його введення на достатню глибину, щоб реакцією взаємодії кальцію з розплавом був охоплений максимальний об'єм металу в ковші. Процес обробки рідкої сталі дротом зі всіма вказаними параметрами перебігає спокійно, без викидів та барботажу. Все це дозволяє значно підвищити ступінь використання кальцію, зменшуючи пилогазоутворення. Недотримання вказаного співвідношення між складовими частками дроту не дасть змогу стабільно забезпечувати необхідну жорсткість дроту для його введення на достатню глибину і призведе до окремих зон розплаву не охоплених реакцією взаємодії з кальцієм, що значно знизить ефективність використання кальцію. Співвідношення між вмістом кальцію в порошковому заповнювачі та вмістом заповнювача в дроті у вказаних межах обумовлено тим, що як воно буде менш, ніж 0,7, сплав вивільнятиметься в розплав у твердому стані і будуть додаткові втрати на підігрів та розплавлення матеріалу, підвищений вигар кальцію. Якщо ж вказане співвідношення буде більш, ніж 1,2, це призведе до утворення пари кальцію всередині дроту та розриванню оболонки на недостатній глибині, піроефекту, викидам і, як слідство, зниженню ефективності використання кальцію, підвищеним витратам дроту та надмірному пилогазовиділенню. При використанні дроту з наведеними параметрами вміст кальцію в ньому може становити 18...39мас.%, що значно знизить витрати дроту.

Таким чином, щоб значно підвищити ступінь використання Ca, глобуляризувати всі неметалеві включення та знизити витрати дроту необхідно використовувати дріт із усіма вказаними співвідношеннями, тобто між порошковим заповнювачем і сталевою оболонкою, між кальцієм і кремнієм в заповнювачі та між вмістом кальцію в заповнювачі і вмістом заповнювача в дроті.

Готують порошковий дріт наступним чином. Металеву стрічку профілюють в жолобоподібну оболонку. Дозованими порціями з бункеру заповнюють оболонку порошком кальційкремнієвого сплаву, який рівномірно розподіляється по жолобу оболонки. Якщо є необхідність використовувати в складі дроту чистий кальцій, то використовують два бункери. Потім за допомогою роликів клітей обтискають оболонку і формують замок. Готовий дріт намотується на котушку і поставляється у відділення обробки сталі.

На одному з металургійних комбінатів проведені випробування запропонованого дроту. Заповнення дроту Ø15 мм складає 260г/м. (кальцію - 40%мас., кремнію - 50%мас.), співвідношення між кальцієм і кремнієм в заповнювачі становило 0,8:1, співвідношення між порошковим заповнювачем і сталевою оболонкою становило, мас. %: 60:40. Дріт вводили за допомогою трайбапарату в стальківш на установці доводки металу після усереднювальної продувки під час виробництва сталі 1008. Витрати дроту склали 150м на 130-т ківш (0,3кг/т сталі). Проведено 10 обробок сталі. В середньому вміст кальцію в готовому металі (проба на МБЛЗ) становить 0,0020%мас., засвоєння - 27,8%мас.. Всі неметалеві включення глобуляризувано, метал повністю розливається на МБЛЗ та має підвищені ливарні та механічні властивості.

На цьому ж комбінаті використовується також сілікокальцієвий дріт (СК30). Заповнення такого дроту Ø15 мм складає 280г/м, вміст порошкового заповнювача в дроті становить 62%мас.. Для внесення такої ж кількості кальцію, цього дроту необхідно ввести 180м на 130-т ківш або 0,39кг/т сталі, що на 30% відн. більше ніж заявляемого дроту. Засвоєння кальцію із СК30 а проведених обробках склало 15% (готовий метал) при виробництві сталі 1008 і для досягнення такого ж рівню кальцію в готовому металі, як і при використанні заявляемого дроту, дроту - прототипу необхідно вводити ще на 85% більше. При розливанні сталей, оброблених цим дротом, на МБЛЗ інколи затягувало розливальні стакани, що свідчить про неповну глобуляризацію неметалевих включень.