

(19) C2 (11) 82783 (13) UA

(98) вул.Дзержинського, 35-б, корп.1, кв.13, м.Дніпропетровськ, 49027, Україна

(85) null

(74) null

(45) [2008-05-12]

(43) [2007-09-25]

(24) 2008-05-12

(22) 2006-12-04

(12) null

(21) a200612777

(46) 2008-05-12

(86)

(30)

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВОГО РОЗПЛАВУ, ЗОКРЕМА РОЗПЛАВУ СТАЛІ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ железоуглеродистого РАСПЛАВА, В ЧАСТНОСТИ РАСПЛАВА СТАЛИ METHOD for production of iron-carbon melt, IN PART I CULAR of STEEL melt

(56) SU, 709 688, A, 15.01.1980 1 SU, 1 151 220, A, 15.04.1985 1 UA, 37 264, C2, 15.05.2001 1 UA, 72 276, C2, 15.02.2005 1 UA, 7 3 760, C2, 15.09.2005 1 Заявка UA, a200500401, A, 15.12.2006 1 RU, 2 095 423, C1, 10.11.1997 2 Заявка RU, 2004127460, A, 20.04.2005 2 EP, 0 217 331, A2, 08.04.1987 2 EP, 1 431 403, A1, 23.06.2004 2 WO, 00/70101, A1, 23.11.2000 2 JP, 63-047308, A, 29.02.1988 2 US, 4 886 246, A, 12.12.1989 2

(71)

(72) UA Неклеса Анатолій Тимофійович UA Неклеса Анатолий Тимофеевич UA Neklesa Anatolii Tymofiiiovych RU Новинський Вадим Владиславович RU Новинский Вадим Владиславович RU Novinskii Vadim Vladislavovich

(73) UA Неклеса Анатолій Тимофійович UA Неклеса Анатолий Тимофеевич UA Neklesa Anatolii Tymofiiiovych

Изобретение относится к отрасли черной металлургии, а именно к способу получения железоуглеродистого расплава, в частности расплава стали. Способ получения железоуглеродистого расплава, в частности расплава стали, согласно с которым на слой угля в плавильной печи подают в ее пристенную область смесь углеродсодержащего и железосодержащего материалов и формируют ее под углом природного укоса. Массовое соотношение углеродсодержащего материала и железосодержащего материала находится в пределах 0,2-0,4. Восстановительный реактор загружают комковым железосодержащим материалом двумя температурными зонами, разделенными колосниками. Выше уровня железосодержащего материала формируют заданный слой углеродсодержащего материала для коррекции состава газа, который поступает из плавильной печи. Материал в плавильной печи продувают кислородсодержащим и нагретым в плазмотронах косвенного действия кислородсодержащим и природным газом. Полученный в плавильной печи восстановительный газ подают в верхнюю часть реактора. Определяют состав и температуру газа в верхней части реактора, сопоставляют эти значения параметров с заданными и, при изменении значений концентрации восстановителей или температуры более чем на 10 %, корректируют их значение затратами газа из плазмохимических газогенераторов. Отходный из нижней части реактора отработанный газ подают на дожигание в реактор предварительного подогрева железосодержащего материала. Изобретение обеспечивает целеустремленное использование высокого восстановительного потенциала отходного газа, который образует твердофазное восстановление достаточным количеством восстановительного газа, и поэтому позволяет уменьшить размеры и затраты восстановительного газа в предложенном способе.

Винахід належить до галузі чорної металургії, а саме до способу одержання залізовуглецевого розплаву, зокрема розплаву сталі. Спосіб одержання залізовуглецевого розплаву, зокрема розплаву сталі, за яким на шар вугілля в плавильній печі подають у її пристінну область суміш вуглецевмісного й залізвмісного матеріалів і формують її під кутом природного укосу. Масове співвідношення вуглецевмісного матеріалу і залізвмісного матеріалу перебуває в межах 0,2-0,4. Відновлювальний реактор завантажують грудковим залізвмісним матеріалом двома температурними зонами, розділеними колосниками. Вище рівня залізвмісного матеріалу формують заданий шар вуглецевмісного матеріалу для корекції складу газу, який надходить з плавильної печі. Матеріал у плавильній печі продувають кисневмісним й нагрітим у плазмотронах непрямої дії кисневмісним і природним газом. Отриманий у плавильній печі відновлювальний газ подають у верхню частину реактора. Визначають склад і температуру газу у верхній частині реактора, зіставляють ці значення параметрів з заданими і, при зміні значень концентрації відновників або температури більш ніж на 10 %, корегують їх значення витратою газу з плазмохімічних газогенераторів. Відхідний із нижньої частини реактора відпрацьований газ подають на допалювання в реактор попереднього підігріву залізвмісного матеріалу. Винахід забезпечує цілеспрямоване використання високого відновлювального потенціалу відхідного газу, що утворює твердофазне відновлення достатньою кількістю відновлювального газу, й тому дозволяє зменшення розмірів й витрати відновлювального газу в запропонованому способі.

The invention relates to the field of ferrous metallurgy, in particular to a method for production of iron-carbon melt, in particular steel melt. A method for production of iron-carbon melt, in particular steel melt, according to which on the layer of coal in the melting furnace a mixture of carbonaceous and iron-bearing materials is supplied to its wall-adjacent area and it is formed under the angle of natural aslope. The mass ratio of carbonaceous and iron-bearing materials is within the ratio of 0.2-0.4. The reducer is charged with lump iron-bearing material with two temperature zones divided by furnace-bars. Higher than the level of iron-bearing material the set layer of carbonaceous material is formed for correction of gas composition, which comes out from the melting furnace. Material in the melting furnace is blown through with oxygen-containing and heated at plasmatrons of indirect action oxygen-containing and natural gases. Reducing gas produced in the melting furnace is supplied to the overhead part of reactor. The composition and temperature of gas in the upper part of reactor is determined, these values of parameters are compared with set and, in the case of change of values of reducing agents concentration or temperature more than by 10 %, their value is corrected by the gas consumption from plasma chemical gas-producer units. Outgoing from the reactor bottom part exhaust gas is supplied for afterburning to the reactor of preliminary heating of iron-bearing material. The invention provides the purposeful use of high reducing potential of reducing gas, that forms solid phase reducing by the enough quantity of the reducing gas, and therefore allows reduction of the sizes and reducing gas consumption in the proposed method.

1. Спосіб одержання залізовуглецевого розплаву, зокрема розплаву сталі, який включає завантаження в зону плавильної газифікації грудкового вуглецевмісного матеріалу й грудкового залізовмісного матеріалу через окремі живильники, що входять у верхню зону плавильного пристрою, плавлення й відновлення цього матеріалу в плавильному пристрої з попереднім відновленням залізовмісного матеріалу у відновлювальному реакторі за допомогою відновлювального газу, утвореного в зоні плавильної газифікації, який **відрізняється** тим, що як плавильний пристрій використовують плавильну піч, при цьому вуглецевмісний і залізовмісний матеріали подають у плавильну піч з заданим масовим співвідношенням, причому спочатку на поді плавильної печі створюють шар вуглецевмісного матеріалу, на який подають залізовмісний і вуглецевмісний матеріал, отриману суміш формують у плавильній печі під кутом, рівним куту природного укосу. шляхом подачі її через щілиноподібну порожнину в кришці плавильної печі у вигляді вільнопадаючого струменя, який направляють у пристінну область плавильної печі, паралельно завантажують відновлювальний реактор залізовмісним матеріалом по двох температурних зонах, розділених колосниками, причому масу верхнього шару залізовмісного матеріалу визначають, виходячи з необхідного кінцевого середньозваженого ступеня металізації, при цьому вище рівня залізовмісного матеріалу формують заданий шар вуглецевмісного матеріалу для корекції складу газу, який надходить з плавильної печі, продувають вказаний матеріал у плавильній печі кисневмісним й нагрітим у плазмотронах непрямої дії кисневмісним і природним газом, подають одержаний у плавильній печі відновлювальний газ у верхню частину відновлювального реактора, визначають склад і температуру газу у верхній частині відновлювального реактора, зіставляють їх значення з заданими значеннями цих параметрів і, при зміні концентрації відновників або температури більш ніж на 10 %, корегують їх значення витратою газу з плазмохімічних газогенераторів, повторюють цикли подачі матеріалів у плавильну піч залежно від маси одержуваного металу, а газ, що відходить з відновлювального реактора, подають на допалювання для його утилізації в реактор попереднього підігріву залізовмісного матеріалу.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що масове співвідношення вуглецевмісного матеріалу і залізовмісного матеріалу, які завантажують у плавильну піч, перебуває в межах 0,2-0,4.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що у відновлювальний реактор і плавильну піч завантажують грудковий залізовмісний матеріал, попередньо підігрітий у реакторі попереднього підігріву.

4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що попередньо відновлений між колосниками відновлювального реактора залізовмісний матеріал завантажують у плавильну піч.

5. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що попередньо відновлений між колосниками залізовмісний матеріал повторно завантажують у відновлювальний реактор у зону, розташовану над колосниками.

Винахід відноситься до безкоксового виробництва залізвуглецевого розплаву, зокрема сталі з грудкоподібних залізовмісних матеріалів або окатишів.

Відомий спосіб одержання чавуну із залізовмісного окисного матеріалу, який включає його попереднє відновлення з одержанням губчастого заліза в шахтній печі и наступне розплавлювання в плавильному газифікаторі з одночасним одержанням відновлювального газу за рахунок підведення твердого вуглецевмісного матеріалу й кисню або кисневмісного газу, подачу отриманого в плавильному газифікаторі відновлювального газу в шахтну піч, відвід від неї колошникового газу, очищення його від CO_2 і H_2O , нагрівання і повернення його в шахтну піч [Заявка Японії №63-47308, заявл. 18.08.86, №61-192462, опубл.29.02.88].

Здійснення відомого способу пов'язане із труднощами, що виникають при нагріванні колошникового газу до температури відновлення перед подачею в шахтну піч. Відновлення залізовмісного матеріалу відбувається в інтервалі температур від 750 до 850°C, а розвинути такі температури в теплообміннику за одну ступінь нагрівання дуже складно, у зв'язку із чим для досягнення необхідної температури потрібно ускладнювати процес додатковими заходами по нагріванню.

Найбільш близьким по технічній сутності й результату, що досягається (прототип), прийнятий спосіб одержання рідкого чавуну або рідких сталевих напівпродуктів із дрібнозернистого залізовмісного матеріалу, що включає його подачу й розплавлювання в зоні плавильної газифікації, у якому при підведенні вуглецевмісного матеріалу й кисневмісного газу одночасно одержують відновлювальний газ у шарі із твердих носіїв вуглецю, відповідно до винаходу, дрібнозернистий залізовмісний матеріал подають у плавильний газифікатор за допомогою кисневого пальника з утворенням високотемпературної зони горіння, центрально вище шару із твердих носіїв вуглецю, при цьому в зону плавильної газифікації додатково вводять грудковий вуглецевмісний матеріал і грудковий залізовмісний матеріал через підвідні трубопроводи, які входять у верхню зону плавильного газифікатора, а за допомогою відновлювального газу, утвореного в зоні плавильної газифікації, здійснюють попереднє відновлення залізовмісної руди, причому відновлювальний газ, що виходить із плавильного газифікатора, підводять на відновлення неочищеним від пилу [Патент України №37264, заявл.18.07.1996, опубл.15.15.2001, бюл. №4, 2001].

Однак даний спосіб не забезпечує якості відновленого металу через обов'язкову наявність у відновлювальному газі оксидів, які пов'язані з технологією спалювання газів.

В основу винаходу поставлене завдання створення способу одержання залізвуглецевого розплаву, зокрема розплаву сталі, шляхом використання технологічних можливостей плазмових технологій для високотемпературного нагрівання залізрудного матеріалу й утворення відновлювального газу, стосовно до процесів прямого одержання розплаву заліза, використання вугілля, як енергоносія й відновника, для компенсації теплового балансу й корекції складу газу в процесі відновлювальної плавки й попереднього відновлення, і за рахунок цього оптимізувати роботу двох використовуваних при виплавці металу агрегатів, знизити температуру введення відхідного із плавильної печі відновлювального газу до величини, прийнятної для відновлення залізовмісного матеріалу, шляхом продувки матеріалу зверху вниз через шар вугілля й у результаті зменшити витрати на процес прямого одержання металу й, при цьому, проводити реакцію відновлення стабільно й ефективно.

Поставлене завдання вирішується тим, що в способі для одержання залізвуглецевого розплаву, зокрема розплаву сталі, який включає завантаження в зону плавильної газифікації грудкового вуглецевмісного матеріалу й грудкового залізовмісного матеріалу через окремі живильники, що входять у верхню зону плавильного пристрою, плавку й відновлення цього матеріалу в плавильному пристрої, з попереднім відновленням залізовмісного матеріалу у відновлювальному реакторі за допомогою відновлювального газу, утвореного в зоні плавильної газифікації, згідно винаходу, як плавильний пристрій використовують плавильну піч, при цьому вуглецевмісний і залізовмісний матеріали подають в плавильну піч із заданим масовим співвідношенням, причому спочатку на поді плавильної печі створюють шар вуглецевмісного матеріалу, на який подають залізовмісний і вуглецевмісний матеріал, отриману суміш формують у плавильній печі під кутом, рівним куту природного укосу, шляхом подачі її через щілиноподібну порожнину в кришці плавильної печі у вигляді вільно падаючого струменя, який направляють у пристінну область плавильної печі, паралельно завантажують відновлювальний реактор залізовмісним матеріалом по двох температурних зонах, розділених колосниками, причому масу верхнього шару залізовмісного матеріалу визначають, виходячи з необхідного кінцевого середньозваженого ступеня металізації, при цьому вище рівня залізовмісного матеріалу формують заданий шар вуглецевмісного матеріалу для корекції складу газу, який надходить із плавильної печі, продувають матеріал у плавильній печі кисневмісним і нагрітим у плазмотронах непрямої дії кисневмісним і природним газом, подають отриманий у плавильній печі відновлювальний газ у верхню частину відновлювального реактора, визначають склад і температуру газу у верхній частині відновлювального реактора, зіставляють їхні значення з заданими значеннями цих параметрів і, при зміні концентрації відновлювального газу або температури більше, ніж на 10%, корегують їх значення витратою газу із плазмохімічних газогенераторів, повторюють цикли подачі матеріалів у плавильну піч залежно від маси одержуваного металу, а газ, що виходить із відновлювального реактора, подають на допалювання для його утилізації в реактор попереднього підігріву залізовмісного матеріалу. Масове співвідношення вуглецевмісного матеріалу до залізовмісного матеріалу, які завантажують у плавильну піч, перебуває в межах 0,2-0,4. Відновлювальний реактор і плавильну піч завантажують залізовмісним матеріалом попередньо підігрітим у реакторі попереднього підігріву. Попередньо відновлений між колосниками відновлювального реактора залізовмісний матеріал завантажують у плавильну піч. Попередньо відновлений між колосниками залізовмісний матеріал повторно завантажують у відновлювальний реактор у зону, розташовану над колосниками.

Задане масове співвідношення вуглецевмісного матеріалу (вугілля) до залізовмісного матеріалу (окатиші) прийнято в межах 0,2-0,4 з умови забезпечення припустимої концентрації сірки й вуглецю в одержуваному металі.

Первісне завантаження шару вугілля в плавильну піч забезпечує зниження спікання шихти на поді печі. На шар вугілля в плавильній печі подають у пристінну область печі суміш вуглецевмісного й залізовмісного матеріалів і формують її під кутом природного укосу з тим, щоб канал відхідного із печі газу перебував з боку стінки, протилежній завантаженню. Похила поверхня суміші (шихти) являє собою газопроникну поверхню, через яку проходять газові потоки. Присутність вуглецевмісного матеріалу (вугілля) у печі при настільки високій температурі дозволяє знизити витрату енергії на тону гарячого металу в порівнянні з відомими процесами.

Безперервне нагрівання шихти з рівномірним температурним профілем досягають за рахунок симетричної установки плазмотронів непрямої дії відносно поздовжньої осі печі під кутом до поду печі і подачі кисневмісного газу над передбачуваною верхньою межею розплаву.

У зв'язку з верхньою подачею відновлювального газу у відновлювальний реактор і нижній відводом відпрацьованого газу, залізовмісний матеріал формують двома температурними зонами. Спочатку завантаження матеріалу роблять у порожнину, утворену рознесеними по висоті реактора двома колосниками, а потім завантажують іншу масу матеріалу вище верхнього колосника, виходячи з необхідного кінцевого середньозваженого ступеня металізації цієї порції матеріалу в процесі твердофазного відновлення. Вище рівня заповненого матеріалу формують шар вугілля для корекції складу газу, що надходить з плавильної печі. Нагрітий нижній шар матеріалу, розташований між колосниками, який по закінченню процесу являє собою попередньо відновлений матеріал, направляють у плавильну піч або на твердофазне відновлення у зону відновлювального реактора, розташовану вище верхнього колосника, а верхній металізований матеріал - для наступного використання у якості товарного продукту. Відхідний із відновлювального реактора газ подають на допалювання для його утилізації в реактор попереднього підігріву залізовмісного матеріалу.

При здійсненні способу згідно із запропонованим винаходом матеріал нагрівають, розплавляють і відновлюють із використанням плавильної печі, а твердофазне відновлення здійснюють у вертикальному відновлювальному реакторі. Обидва агрегати мають загальну стінку, а внутрішні поверхні кришок служать стінкою каналу для перепуску відновлювального газу із плавильної печі в відновлювальний реактор. На пристрій, у якому може бути здійснений запропонований винахід, не накладаються обмеження. Винахід може бути здійснений в різних типах устаткування при прямому одержанні розплаву заліза з перепуском без значних теплових втрат гарячого відновлювального газу із плавильної печі в відновлювальний реактор, з верхньою подачею газу в відновлювальний реактор і нижнім відводом відпрацьованого газу.

Спосіб здійснюється таким чином.

При здійсненні способу сирий грудковий залізовмісний матеріал попередньо нагрівають. На під плавильної печі поміщають шар вугілля, потім у плавильну піч подають окатиші й вугілля через роздільні живильники з масовим співвідношенням вуглецевмісного матеріалу до залізовмісного матеріалу в межах 0,2-0,4. Матеріал подають у плавильну піч через щілиноподібну порожнину в кришці у вигляді вільно падаючого струменя, що направляють у пристінну область плавильної печі, і в такий спосіб формують отриману суміш у плавильній печі під кутом, рівним куту природного укосу.

Паралельно завантажують відновлювальний реактор підігрітими окатишами. У зв'язку з верхньою подачею відновлювального газу через стовп окатишів і нижнім відводом відпрацьованого газу, окатиші розташовують по двох температурних зонах. Спочатку окатиші завантажують у нижню частину реактора в порожнину, утворену рознесеними по висоті реактора двома колосниками. Потім завантажують окатиші вище верхнього колосника, виходячи з необхідного кінцевого середньозваженого ступеня металізації цієї порції матеріалу в процесі твердофазного відновлення. Вище рівня шару окатишів формують шар вугілля, призначеного для корекції складу газу, що надходить із плавильної печі.

У плавильній печі симетрично під кутом до поду встановлюють плазмотрони непрямої дії. Запускають плазмотрони в плавильній печі й через фурми, встановлені над передбачуваною верхньою межею розплаву, вдувають повітряно-кисневу суміш.

Під дією високотемпературних плазмових струменів залізовмісний матеріал плавиться, і рівень спочатку завантаженого в піч матеріалу зменшується. Підтримують рівень шихти в печі постійним, за рахунок дозавантаження необхідної маси вугілля й окатишів залежно від маси одержуваного металу. До суміші, що завантажуються, додають допоміжні добавки, такі як вапно, що діє, як агент, який видаляє сірку й фосфор. Продувають матеріал у плавильній печі кисневмісним і нагрітим у плазмотронах непрямої дії кисневмісним і природним газом. Подають отриманий у плавильній печі відновлювальний газ у верхню частину відновлювального реактора. Тому що на початковому етапі температура й хімічний склад газу не відповідає процесу твердофазного відновлення, склад газу коректують відновлювальним газом, отриманим у плазмохімічних газогенераторах. Відновлювальний газ проходить через шар вугілля й стовп окатишів і відводиться в нижній частині відновлювального реактора. З'являється можливість використання відновлювального газу, що утворюється з вугілля. За рахунок підвищення загальної кількості відновлювального газу забезпечується його високий відновлювальний потенціал. Коли температура й склад газу досягають заданого значення, відключають плазмохімічні газогенератори, а при зміні концентрації відновлювального газу або температури більш ніж на 10%, знову коректують склад газу додатковою подачею газу із плазмохімічних газогенераторів, що включаються. Склад газу контролюють газоаналізаторами, а температуру - термopарами.

Таким чином, для забезпечення стабільності протікання процесу металізації окатишів, необхідно підтримувати достатню кількість відновлювального газу.

Після закінчення процесу металізації окатишів спочатку видаляють шар відпрацьованого вуглецевмісного матеріалу, потім випускають шар окатишів з нижньої зони відновлювального реактора, обмеженої двома колосниками, і після цього випускають металізовані окатиші з верхньої температурної зони, у якій гарантована повна задана металізація. Шар окатишів з нижньої температурної зони направляють у відновлювальний реактор для додаткової металізації або в плавильну піч. Відхідний газ із відновлювального реактора направляють на допалювання для його утилізації в реактор попереднього підігріву окатишів.

Приклад конкретного виконання.

Одержання розплаву сталі й металізованих окатишів здійснювалося на установці прямого одержання сталі, що складається із плавильної печі об'ємом 2,2м³ і відновлювального реактора об'ємом 3,0м³, що мають одну загальну стінку з вогнетривкої цегли й з'єднані між собою каналом для перепуску газу із плавильної печі у відновлювальний реактор. У нижніх бічних частинах плавильної печі встановлені по два плазмотрони непрямої дії потужністю по 0,5МВт, спрямованих під кутом до поду печі. Відновлювальний реактор постачений двома плазмохімічними газогенераторами, відновлювальні гази з яких направляють у його верхню частину.

Як вихідні матеріали для одержання сталі й металізованих окатишів використовувалися окатиші ЦГЗКа й вугілля (антрацит) донецького басейну.

Хімічний склад окатишів

Fe _{мет.} %	Fe _{ок.} %	FeO, %	SiO ₂ , %	CaO, %	MgO, %
63,4	87,2	3,3	5,3	3,16	0,88

Для одержання 2 т сталі використовувалася шихта наступного складу:

Найменування	Кількість, т
Окатиші	3,5
Антрацит	1,53
Вапно	0,28
Плавильний шпат	0,01

Спочатку на під плавильної печі завантажують 440кг антрациту, потім у піч спільно подають окатиші, попередньо підігріті до 400-600°C, і антрацит через роздільні живильники з масовим співвідношенням антрациту до окатишів 0,25.

Матеріали подають у плавильну піч через щілиноподібну порожнину в кришці й формують суміш окатишів і вугілля в печі під кутом, рівним куту природного укосу. Первісна маса завантаження окатишів і вугілля на вугільне підсіпання становить 1,9т (1,37т окатишів і 0,53т вугілля).

Одночасно із плавильною піччю завантажують відновлювальний реактор попередньо підігрітими окатишами. Спочатку 1,4т вихідних окатишів завантажують у нижню частину відновлювального реактора, потім установлюють колосники й завантажують наступну порцію окатишів масою 4,4т. Зверху окатишів засипають 700кг вугілля.

Після завантаження плавильної печі й відновлювального реактора включають плазмотрони плавильної печі й подають повітря, природний газ і кисень. Установлюють загальні витрати на 4 плазмотрони й 4 форсунок:

природний газ	- 28 г/с;
повітря	- 320 г/с;
кисень	- 85 г/с.

Під впливом плазмових струменів і кисню, що вдувається, відбувається горіння вугілля й плавлення окатишів, у результаті чого зменшується рівень спочатку завантаженого матеріалу. Через 5-10хв. від початку плавки починають дозавантаження окатишів і вугілля, що залишилися. Вапно й плавиковий шпат уводяться разом з окатишами. Отриманий у плавильній печі відновлювальний газ подають у верхню частину відновлювального реактора. По ходу плавки температура відхідного газу зростає від 200°C до 1100°C, при цьому хімічний склад газу також змінюється. Тому що на початковому етапі температура й хімічний склад газу не відповідає умовам інтенсивного протікання процесів твердофазного відновлення, які відбуваються у відновлювальному реакторі, склад і температуру газу, що відходить із плавильної печі, коректують відновлювальним газом, отриманим у плазмохімічних газогенераторах. Після початку плавки для корекції температури й хімічного складу відновлювального газу включають додатково 2 плазмотрони в плазмохімічних газогенераторах із загальною витратою:

природний газ	- 7г/с;
повітря	- 115г/с;
кисень	- 8г/с.

У результаті роботи коригувальних плазмотронів температура газу у верхній частині відновлювального реактора перебувала на рівні 1030-1050°C. При цьому газ у верхній частині відновлювального реактора мав наступний хімічний склад:

H ₂ , %	N ₂ , %	CO, %	CO ₂ , %
24	26	47	3

Вміст відновників (H₂+CO) у відновлювальному газі склав 65±5%.

Температуру відновлювального газу регулюють або відключенням плазмотронів плазмохімічних газогенераторів, або зменшенням їхньої потужності, а склад відновлювального газу коректують шляхом зміни подачі природного газу через плазмотрони.

Тривалість плавки в плавильній печі становить 1 годину. Після закінчення плавки розкривають лютку й випускають метал і шлак. Після цього цикл плавки в плавильній печі повторюють. Металізовані окатиші вивантажують із відновлювального реактора з періодичністю через дві плавки. Ступінь металізації (Fe_{мет}/Fe_{заг}) окатишів після двох годин відновно-теплової обробки становить 82-84%. Склад сталі, одержуваної в плавильній печі, наведений нижче.

Хімічний склад сталі

C, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %	Fe, %
0,06-0,08	0,0025-0,005	0,01-0,05	0,008-0,012	0,008-0,02	99,7-99,9

Хімічний склад металізованих оксидів

Feмет, %	FeO, %	Fe ₂ O ₃ , %	Fe ₂ Si, %	Ступінь металізації, %
62,7	20,0	—	75,8	82,7
65,2	13,2	2,7	77,3	84,3

Винахід дозволяє цілеспрямовано використовувати високий відновлювальний потенціал відхідного газу, дозволяє забезпечити стадію відновлення достатньою кількістю відновлювального газу й тому застосовувати установки з меншими розмірами й меншими витратами.