

Винахід відноситься до способу виробництва переробного чавуну або рідкої первинної сталевий продукції з шихтових матеріалів, що містять залізну руду, у доменній печі, у який CO_2 практично вилучають з принаймні часткового потоку колошниковий газу, що виходить з шахтної печі з відновною атмосферою, і цей частковий потік, у відповідному разі, підігрівають і подають до доменної печі як відновний газ і до пристрою для здійснення цього процесу.

Цей спосіб є відомим з викладеної заявки Німеччини DE4421673A1. У цей спосіб колошниковий газ після того, як CO_2 вилучено, змішують з гарячим азотом або гарячим газом, що містить азот, або гарячим газом, що містить аргон, і таким чином нагрівають до більш ніж 800°C . У цей спосіб нагрітий колошниковий газ, з якого практично вилучено CO_2 , подають до доменної печі через розподільну трубу гарячого повітря. Нагрівання колошниковий газу повинно здійснюватися надзвичайно швидко, щоб запобігти реакції газу CO відповідно до рівноваги Будуара і щоб запобігти реакції газу H_2 через гетерогенну реакцію водяного газу, які призводять до значної затримки способу та технології пристрою.

Патент США №3954444A1 відноситься до способу прямого відновлення залізних руд. У цей спосіб частину відновного газу вилучають з шахтної печі, обробляють і по тому подають назад до шахтної печі. У цьому разі у конкретному варіанті здійснення відновний газ можна також вводити до шахтної печі як відновний агент. Знов таки, у цей спосіб відновлювання газу є трудомістким і таким, що спричиняє затримку способу та технології пристрою.

Зважаючи на недоліки відомих технічних рішень, задача цього винаходу полягає у розробці способу та пристрою для здійснення цього процесу, котрий у порівнянні з відомими технічними рішеннями, призводить до поліпшеного енергетичного балансу та поліпшеного управління процесом.

Задача винаходу вирішується через відрізняльну частину пункту 1 щодо запропонованого способу і через відрізняльну частину пункту 5 щодо запропонованого пристрою.

Запропонована ознака, а саме: введення нагрітого колошниковий газу до нижньої зони шахти доменної печі - призводить до значних переваг в управлінні технологічним процесом у порівнянні з відомими технічними рішеннями.

Пропонується, зокрема, повне повторне використання у технологічному процесі колошниковий газу з шахтної печі. Колошниковий газ з доменної печі подають для повторного використання, краще з метою використання його відновних властивостей. У запропонований спосіб частковий потік цього колошниковий газу можна вводити до доменної печі, а ще один частковий потік можна використовувати, приміром, для виробництва енергії. Важливо, однак, щоб колошниковий газ вилучався після того, як він пройшов через шахтну піч, а не так, щоб, скажімо, частковий потік відгалужується у доменній печі, як у відомих технічних рішеннях. У порівнянні з відомими технічними рішеннями спосіб, що пропонується, забезпечує набагато ефективніше нагрівання шихти у шахтній печі, що є важливим критерієм роботи.

У варіанті здійснення винаходу, якому віддається особлива перевага, до доменної печі вводять увесь колошниковий газ з шахтної печі.

Далі, подача газу у такий спосіб, котру за цим винаходом здійснюють над розпаром, знижує теплове навантаження на розпар і заплевики та покращує газову проникність цієї зони та злив рідкої фази.

Вибір місця, де колошниковий газ слід подавати до нижньої зони шахти доменної печі, залежить, головним чином, від складу колошниковий газу у конкретному технологічному процесі.

Оскільки кожний колошниковий газ має конкретний склад, який зазвичай є притаманним процесу, з якого його отримують, для визначення цієї точки введення газу до шахти доменної печі, яка забезпечить роботу доменної печі в оптимальній точці роботи, слід користуватися відомими конструктивними рішеннями.

Щодо зазначеної точки у шахті доменної печі, де колошниковий газ слід вводити до доменної печі, можна відзначити таке.

Точка введення зазвичай розташована з точки зору її положення вище зони когезії або вище зони прямого відновлювання і, отже, у шахті доменної печі. Місце, де колошниковий газ слід подавати до шахти доменної печі, залежить, з одного боку, від температури та складу колошниковий газу та, з другого боку, від роботи доменної печі. Найважливішим фактором є ефект, що досягається у результаті введення колошниковий газу.

Вплив колошниковий газу на шихтові матеріали процесу доменної печі, котрий є вирішальним у цьому відношенні для припасування складу колошниковий газу, полягає, з одного боку, в підвищенні відносної частини опосередкованого відновлення через подачу відновного газу, і у такий самий спосіб відносна частина прямого відновлення, яке у доменній печі призводить до небажаного витрачання вуглецю та високого витрачання енергії на процес, зменшується у процесі, і, з другого боку, у значно вищій швидкості нагрівання і, відтак, меншому розкладенню руди, що пов'язано також з більшим реакційним об'ємом у завантажувальній зоні доменної печі.

У варіанті здійснення винаходу, якому віддається перевага, температура колошниковий газу перед тим, як його подають до доменної печі, перевищує 750°C , краще, якщо в межах між 750°C та 1100°C , ще краще, якщо між 800°C та 920°C , а ще краще, якщо між 820°C та 880°C , і цей газ вводять до доменної печі у нижньому кінці шахти доменної печі для відновлення вюститу.

У цьому процесі у місці, де газ вводять до звичайної відомої доменної печі, у зовнішніх шарах завантажувальної зони доменної печі досягаються температури 1100°C і нижче, у варіанті здійснення винаходу, якому віддається перевага, - нижче за 1000°C , а у варіанті здійснення винаходу, якому віддається особлива перевага, - нижче за 900°C .

У варіанті здійснення винаходу, якому віддається особлива перевага, запропонований спосіб виробництва переробного чавуну або рідкої первинної сталевий продукції передбачає використання плавильного газифікатора, що перетворює частинки чавуну на переробний чавун і протягом процесу створює відновний газ. Цей відновний газ є особливо придатним для подальшого використання у відновній шахтній печі та ще служить основою для колошниковий газу, котрий для цілей винаходу вводять до нижньої зони шахти доменної печі.

За ще однією ознакою винаходу колошниковий газ практично без CO_2 нагрівають до температури вище за

800°C шляхом неповного спалення.

У такий спосіб неповне спалення призводить до коригування вмісту $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ у колошниковому газі, щоб у такий спосіб відповідно припасувати, як описано, склад колошникового газу, що має вводитися до доменної печі, і, зокрема, зменшити осаджування вуглецю у доменної печі. Зменшення присутності розподіленого у дрібних кількостях вуглецю сприятливо впливає на енергетичний баланс процесу.

Робота на основі складу колошникового газу, типового для конкретного процесу, призводить не лише до зменшення витрачання коксу через те, що колошниковий газ вводять до доменної печі у нижній зоні шахти доменної печі, а ще й до того, що ступінь окислення колошникового газу, що вводять, припасовується до конкретної зони доменної печі, до якої колошниковий газ має вводитися, і у такий спосіб робота доменної печі оптимізується.

Якщо нагрітий колошниковий газ до того ввели до доменної печі через звичайну лінію гарячого повітря і він неминуче мав особливо низький рівень CO_2 та H_2O , то введення газу у місці, значно вище за звичайну лінію гарячого повітря на шахті доменної печі, означає, що особливо бажаним є підвищений вміст CO_2 та H_2O .

Запропонований спосіб нагрівання колошникового газу, який практично не містить CO_2 , шляхом неповного спалення, замінює відомий спосіб, у який колошниковий газ має нагріватися гарячим азотом або гарячим газом, що містить азот та аргон, що являє собою витратнішу форму нагрівання колошникового газу. Принаймні неповна реакція колошникового газу через неповне окислення призводить до значного підвищення температури цього газу. Отже, дарма що вміст CO_2 та H_2O у колошниковому газі знову підвищується після вилучення CO_2 вище за потіком, вже відомого з попередніх технічних рішень, це підвищення знаходиться у межах, визначених взаємозалежністю між складом газу та місцем, де колошниковий газ вводять до шахти доменної печі. Далі, підвищення вмісту CO_2 та H_2O є досить низьким, що унеможливорює визначення будь-якого значного зниження відновлювальної дії у порівнянні з останніми відомими технічними рішеннями.

Подальші переваги цього способу є такими:

Той факт, що місце, де газ подають до доменної печі, змінено у порівнянні з відомими технічними рішеннями, уможливорює нагрівання колошникового газу у простий спосіб неповного спалення до потрібної температури, оскільки у принципі рівні CO_2 та H_2O не спричиняють будь-якого несприятливого впливу. У такий спосіб можна позбавитися трудомісткого способу нагрівання колошникового газу шляхом змішування з гарячим газоподібним азотом або аргонном, як це робиться у відомих технічних рішеннях. Підвищення рівня опосередкованого відновлення у процесі доменної печі призводить до значної економії енергії, результатом чого є те, що доменну піч можна експлуатувати у значно поліпшеній робочій точці щодо енергетичного та масового балансу.

Ще за однією ознакою винаходу колошниковий газ, з якого CO_2 вилучено, у додаток до того, що його частково спалюють, рекуперативно та (або) регенеративно попередньо нагрівають.

У цьому разі рекуперативне та (або) регенеративне нагрівання та неповне спалювання припасують одне до одного та до усього процесу, уможливаючи таким чином особливо ефективне та просте встановлення вмісту $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$.

Після визначення місця, де колошниковий газ має вводитися до доменної печі, вмісту $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ у колошниковому газі встановлюють контрольовану зміною параметрів вилучення CO_2 та (або) попереднього нагрівання та (або) неповного окислення у спосіб, придатний для роботи доменної печі.

Двоступеневе нагрівання колошникового газу, а саме: рекуперативне та (або) регенеративне попереднє нагрівання та наступне неповне спалювання дозволяє запобігти наявності металевго пилу та надмірного осадження вуглецю у доменної печі.

У варіанті здійснення винаходу, якому віддається особлива перевага, колошниковий газ, з якого CO_2 та H_2O вилучено, перед його частковим спалюванням рекуперативно або регенеративно попередньо нагрівають до температури у межах між 300-600°C, краще між 400-500°C.

Таке рішення забезпечує особливо раціональну конфігурацію технологічного процесу, яка відрізняється, зокрема, особливо кращим припасуванням попереднього нагрівання до часткового спалення. Рекуперативний та (або) регенеративний характер попереднього нагрівання означає, що вміст $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ у колошниковому газі врят чи або лише мінімально підвищується, що може статися на користь у продовженні процесу.

Необмежувальний приклад варіанту здійснення винаходу детальніше пояснюється нижче з посиланням на схематичне креслення, на якому:

Фіг. схематично показує запропонований пристрій і схематичну послідовність способу виробництва переробного чавуну або рідкої первинної сталевго продукції з шихтових матеріалів, що містять залізну руду.

Пристрій для прямого відновлення, призначений як відновна шахтна піч, позначено позицією 1. Її відновна зона 2 завантажується згори через живильну лінію 3 грудкуватими завантажувальними матеріалами, що містять окис заліза, разом, якщо застосовано, з добавками, що не згоріли, через живильну лінію 4. Шахтна піч 1 з'єднана з плавильним газифікатором 5, у якому з носіїв вуглецю та газу, що містить кисень, виробляють відновний газ. Відновний газ подають до шахтної печі 1 через живильну лінію 6, газоочисний та (або) газоохолоджувальний пристрій 7, передбачений у живильній лінії 6.

Плавильний газифікатор 5 має подачу 8 для твердих грудкуватих носіїв вуглецю, живильну лінію 9 для повернення пилу та живильну лінію 10 для газів, що містять кисень, та живильні лінії 11, 12 для носіїв вуглецю, рідких або газоподібних при кімнатній температурі, приміром, вуглеводів, і добавок, що згоріли. У плавильному газифікаторі 5 розплавлений переробний чавун 14 та розплавлений шлак 15 збирають під зоною розплавлення/газифікації 13 та випускають через льотки 16, 17.

Грудкувату руду, яку вже відновлено з отриманням губчастого чавуну у шахтній печі 1 у відновній зоні 2, передають разом з добавками, що вже спалені у відновній зоні 2, через лінії 18, що з'єднують доменну піч 1 з плавильним газифікатором 5, до плавильного газифікатора, приміром, за допомогою вивантажувальних шнеків (не показані).

До верхньої частини шахтної печі 1 приєднують лінію 19 для випуску колошникового газу, який створюють у відновній зоні 2. Цей колошниковий газ, що має температуру приблизно 200-400°C, подають до скрубера

CO₂ 21 через газоочисний пристрій 20, і на вході до цього скрубера газ температура приблизно дорівнює навколишній температурі. Хімічний склад колошникового газу є практично таким:

	CO ₂	CO	H ₂	N ₂ +залишок
Об'ємна частка, %	35	40	20	5

Після того, як він вийшов зі скрубера CO₂, колошниковий газ, що тепер практично не містить CO₂, має практично такий склад:

	CO ₂	CO	H ₂	N ₂ +залишок
Об'ємна частка, %	2	60	30	8

По тому колошниковий газ подають до рекуператора або регенератора 22, де його нагрівають до температури приблизно 450°С. Далі очищений колошниковий газ, що практично не містить CO₂, подають до реактора 23, де його частково спалюють у середовищі, що містить кисень, зокрема, у чистому кисні, що подають через лінію 33. У цьому процесі температура газу досягає приблизно 850 °С. Частково спалений має практично такий склад:

	CO ₂	CO	H ₂	N ₂ +залишок
Об'ємна частка, %	5	58	29	8

По тому нагрітий колошниковий газ подають через лінію 24 до кільцевого трубопроводу 25 доменної печі 26 та вводять до доменної печі у нижній зоні шахти доменної печі. Окисли заліза разом із коксом і добавками подають до доменної печі, що може бути будь-якої звичайної конструкції, зверху через живильну лінію 27. Розплавлений переробний чавун 28 та розплавлений шлак 29 випускають у звичайний спосіб через льотки 30, 31. Гаряче повітря подають через живильну лінію 32.

Запропоновані спосіб і пристрій забезпечують такі переваги:

- Суттєве ефективне підвищення продуктивності при виробництві чавуну в існуючій доменній печі через процес прямого відновлення, оскільки колошниковий газ, що виходить з процесу прямого відновлення, використовується з вигодою у доменній печі, і у такий спосіб колошниковий газ, що виробляють під час процесу прямого відновлення, використовують для додаткового виробництва переробного чавуну в існуючих доменних печах.

- Підвищення продуктивності доменної печі завдяки підвищенню ступеня відновлення через опосередковане відновлення газом шихти і, відтак, поліпшення теплового балансу в заплечиках і поді доменної печі.

- Ефективніший випад грудкуватих добавок, якщо їх використовують безпосередньо у доменній печі.

