



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **106940** (13) **C2**
(51) МПК (2014.01)
C21B 13/00
F27B 21/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2013 08705	(72) Винахідник(и):	Тецумото Масахіко (US), Асторія Тодд (US)
(22) Дата подання заявки:	15.12.2011	(73) Власник(и):	МІДРЕКС ТЕКНОЛОДЖИЗ, ІНК., 2725 Water Ridge Parkway, Suite 100, Charlotte, NC 28217, United States of America (US)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	27.10.2014	(74) Представник:	Михайлюк Ганна Валентинівна, реєстр. №184
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	61/423,173, 13/305,876	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	RU 2100446 C1, 27.12.1997 US 8425650 B2, 23.04.2013
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	15.12.2010, 29.11.2011		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	US, US		
(41) Публікація відомостей про заявку:	11.11.2013, Бюл.№ 21		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	27.10.2014, Бюл.№ 20		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/US2011/065012, 15.12.2011		

(54) СПОСІБ ТА СИСТЕМА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЗАЛІЗА ПРЯМОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТА/АБО РІДКОГО МЕТАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ БУРОГО ВУГІЛЛЯ**(57) Реферат:**

Даний винахід надає спосіб виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу з використанням вуглецевого матеріалу з високим вмістом вологи, який включає наступні етапи: вуглецевий матеріал з високим вмістом вологи агломерують з матеріалом, що містить оксид металу, для формування агломерату, який підходить для процесів прямого відновлення та/або виготовлення рідкого металу. Спосіб також включає етап, на якому дистиллюють вуглецевий матеріал з високим вмістом вологи. Спосіб також включає етап, на якому виконують сухе гасіння вуглецевого матеріалу, одержаного з етапу дистилювання. Також додатково спосіб включає етап, на якому вуглецевий матеріал з високим вмістом вологи висушують за допомогою енергії від гарячого відхідного газу від печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу перед етапом дистилювання.

UA 106940 C2

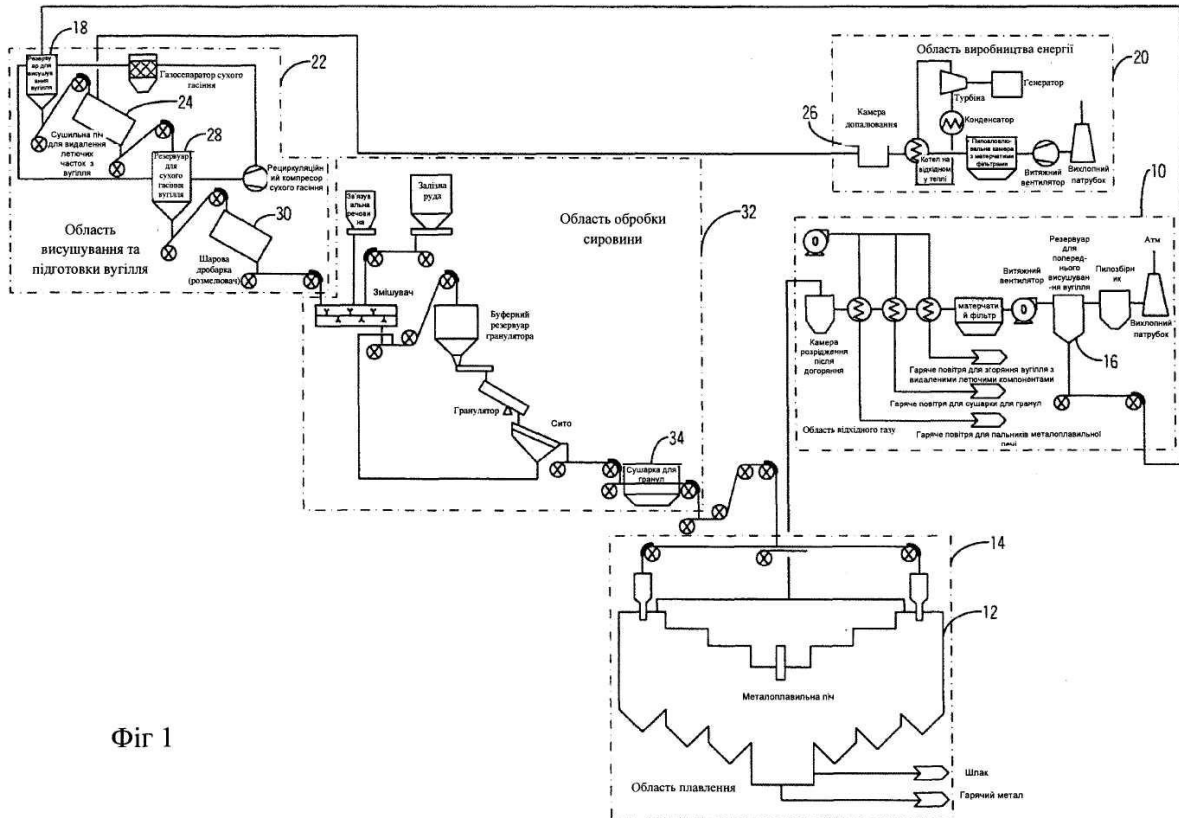


Fig 1

Перехресні посилання на споріднені заявки

[0001] Дана патентна заявка / даний патент заявляє перевагу пріоритету заявки на тимчасовий патент США № 61/423173, що подана 15 грудня 2010р. та озаглавлена "Спосіб та система для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкий метал з використанням бурого вугілля", зміст якої повною мірою включено в дану заявку за допомогою посилань. Дана патентна заявка / даний патент також є частковим подовженням заявки на патент США, що одночасно перебуває під розглядом, № 13/305876, що подана 29 листопада 2011р. та озаглавлена "Електрична піч для виробництва розплавленого металу, що має здатність повторно використовувати матеріал", зміст якої повною мірою включено в дану заявку за допомогою посилань.

Галузь техніки, до якої належить винахід

[0002] Даний винахід належить в цілому до способу та системи для виробництва заліза прямого відновлення (ЗПВ) та/або рідкого металу з використанням бурого вугілля, тобто лігніту та напівбітумінозного вугілля, наприклад. Переважно, цей спосіб та система можуть бути використані для високоефективного виробництва енергії, та ЗПВ та/або рідкий метал можуть бути використані для накопичення енергії та легко піддаються транспортуванню.

Передумови винаходу

[0003] Лігніт має загальний вміст вуглецю близько 25-35 С, вміст води, який іноді досягає близько 66 мас.мас.%, вміст попелу близько 6-19 мас.мас.%, та вміст тепла, що складає близько 10-20 МДж/кг (тобто близько 9-17 мільйонів БТО на коротку тону) у розрахунку на суху безпопільну масу (СБМ). Заради порівняння, бітумінозне вугілля має загальний вміст вуглецю близько 60-80 мас.%, вміст попелу близько 6-12 мас.%, та теплотворну здатність близько 24-35 МДж/кг у розрахунку на СБМ. Напівбітумінозне вугілля має загальний вміст вуглецю, вміст попелу, та теплотворну здатність між лігнітом та бітумінозним вугіллям, та містить приблизно 15-30 мас.% води. Слід відзначити, що всі ці діапазони вмістів є лише необмежувальними прикладами (як використовується у даному технічному описі). Лігніт має високий вміст легкої речовини, завдяки чому його легше перетворити на газ та рідкі нафтопродукти, ніж інші види вугілля більш високого гатунку. Однак, високий вміст води лігніту та його схильність до самозаймання може викликати труднощі при транспортуванні та зберіганні.

[0004] Через свою низьку щільність енергії, лігніт неефективно транспортувати та його не продають в широкому обсязі на світових ринках у порівнянні з іншими видами вугілля більш високого гатунку. Лігніт часто використовують як паливо для електростанцій, побудованих поруч з вугільними шахтами. Електростанція в Латроб-Валли, що в Австралії, та електростанція Монтічелло, що належить компанії Лумінант та розташована в Техасі, є прикладами електростанцій, що використовують енергію горіння лігніту та розташовані поблизу вугільної шахти.

[0005] Лігніт не має достатньої стійкості для того, щоб його можна було використовувати в доменній печі як кокс, навіть якщо з лігніту видалено летючі компоненти. Лігніт містить менше зв'язаного вуглецю, що ускладнює його використання в процесі прямого відновлення (ПВ) та інших процесах виготовлення заліза, як вуглецевого матеріалу, агломерованого з матеріалом, що містить оксид заліза.

[0006] Напівбітумінозне вугілля подібно до лігніту та зазвичай має вміст води близько 20-30 мас.%. Високий вміст води напівбітумінозного вугілля також приводить до того, що його щільність енергії менша, ніж в інших видів вугілля більш високого гатунку. Крім того, напівбітумінозне вугілля не має достатньої стійкості для того, щоб його можна було використовувати в доменній печі як кокс, навіть якщо з нього видалено летючі компоненти.

[0007] Таким чином, звичайні способи та системи для виробництва ЗПВ та/або рідкого металу зазвичай використовують коксівне або високосортне вугілля, але не використовують лігніт (тобто буре вугілля), напівбітумінозне вугілля та ін. Лігніт використовують лише для місцевого, низькоефективного виробництва енергії. Низька ефективність цього виробництва енергії походить від того факту, що частина енергії вугілля повинна використовуватись для випаровування води для того, щоб висушити лігніт та напівбітумінозне вугілля.

Суть винаходу

[0008] Однак, згідно зі способами та системами даного винаходу можна виробляти енергію та ефективно та раціонально виробляти ЗПВ та/або рідкий метал, використовуючи лігніт, напівбітумінозне вугілля, та ін. Таким чином забезпечують накопичення енергії та легке транспортування.

[0009] В одному прикладі варіанту здійснення даний винахід надає спосіб виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу, використовуючи вуглецевий матеріал з високим вмістом води, який включає наступні етапи: вуглецевий матеріал з вуглецевого

матеріалу з високим вмістом води агрегують з матеріалом, що містить оксид металу, для формування агрегату, який підходить для процесів прямого відновлення та/або виготовлення рідкого металу. Спосіб також включає етап, на якому дистиллюють вуглецевий матеріал з високим вмістом води. Спосіб додатково включає етап, на якому виконують сухе гасіння вуглецевого матеріалу, отриманого на етапі дистилювання. Ще додатково спосіб включає етап, на якому вуглецевий матеріал з високим вмістом води висушують за допомогою енергії від гарячого відхідного газу від печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу перед етапом дистилювання. Необов'язково, спосіб включає етап, на якому вуглецевий матеріал з високим вмістом води висушують безпосередньо за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу. Необов'язково, спосіб включає етап, на якому вуглецевий матеріал з високим вмістом води висушують опосередковано за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу. Необов'язково, спосіб включає етап, на якому вуглецевий матеріал з високим вмістом води висушують за допомогою газу з низьким вмістом кисню перед етапом дистилювання. Необов'язково, спосіб включає етап, на якому вуглецевий матеріал з високим вмістом води висушують за допомогою відхідного газу від установки для виробництва енергії перед етапом дистилювання. Спосіб також включає етап, на якому енергію виробляють за допомогою частини вуглецевого матеріалу з високим вмістом води. Спосіб також включає етап повторного використання газу з низьким вмістом кисню перед етапом агрегування. Переважно, вуглецевий матеріал з високим вмістом води містить одне з наступного: буре вугілля, лігніт та напівбітумінозне вугілля. Переважно, вуглецевий матеріал з високим вмістом води містить щонайменше 20 мас.% води. Необов'язково, спосіб також містить етап використання газифікованої частини вуглецевого матеріалу з високим вмістом води з етапу дистилювання для виробництва енергії та використання залишкової частини вуглецевого матеріалу з високим вмістом води як відновника в процесі прямого відновлення та/або виробництва рідкого металу. Необов'язково, процес прямого відновлення та/або виробництва рідкого металу включає етап використання відновлювальної та/або плавильної печі для виробництва розплавленого металу з агрегатів, яка містить один або більше отворів, розташованих в нижній частині печі для вибіркового видалення частини сировини з печі, так що пласт або шар сировини має наперед визначені характеристики протягом певного часу. Необов'язково, процес прямого відновлення та/або виробництва рідкого металу включає етап використання відновлювальної та/або плавильної печі для виробництва розплавленого металу з агрегатів і одночасного подавання газу, що містить кисень, з пальника допалювання до внутрішньої частини печі, таким чином викликаючи займання газу, що містить оксид вуглецю, утвореного з шару агрегату, та використання там теплового випромінювання для впливу на зниження нагрівання шару агрегату.

[0010] В іншому прикладі варіанту здійснення даний винахід надає систему для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу з використанням вуглецевого матеріалу з високим вмістом води, яка містить: засоби для агрегування вуглецевого матеріалу з вуглецевого матеріалу з високим вмістом води з матеріалом, що містить оксид металу, для формування агрегату, який підходить для процесів прямого відновлення та/або виготовлення рідкого металу. Система також містить засоби для дистилювання вуглецевого матеріалу з високим вмістом води. Крім того, система містить засоби для сухого гасіння вуглецевого матеріалу, отриманого на етапі дистилювання. Крім того, система також містить засоби для висушування вуглецевого матеріалу з високим вмістом води за допомогою енергії від гарячого відхідного газу від печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу перед етапом дистилювання. Необов'язково, система містить засоби для висушування вуглецевого матеріалу з високим вмістом води безпосередньо за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу. Необов'язково, система містить засоби для висушування вуглецевого матеріалу з високим вмістом води опосередковано за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу. Необов'язково, система містить засоби для висушування вуглецевого матеріалу з високим вмістом води за допомогою газу з низьким вмістом кисню перед етапом дистилювання. Необов'язково, система містить засоби для висушування вуглецевого матеріалу з високим вмістом води за допомогою відхідного газу від установки для виробництва енергії перед етапом дистилювання. Крім того, система також містить засоби для виробництва енергії за допомогою частини вуглецевого матеріалу з високим вмістом води. Крім того, система також містить засоби для повторного використання газу з низьким вмістом кисню перед етапом агрегування. Переважно, вуглецевий матеріал з високим вмістом води містить одне з наступного: буре вугілля, лігніт та напівбітумінозне

вугілля. Переважно, вуглецевий матеріал з високим вмістом води містить щонайменше 20 мас.% води. Необов'язково, система також містить засоби для використання газифікованої частини вуглецевого матеріалу з високим вмістом води з етапу дистилювання для виробництва енергії та використання залишкової частини вуглецевого матеріалу з високим вмістом води як відновника в процесі прямого відновлення та/або виробництва рідкого металу. Необов'язково, процес прямого відновлення та/або виробництва рідкого металу включає етап використання відновлювальної та/або плавильної печі для виробництва розплавленого металу з агломератів, яка містить один або більше отворів, розташованих в нижній частині печі для вибіркового видалення частини сировини з печі, так що пласт або шар сировини має наперед визначені характеристики протягом певного часу. Необов'язково, процес прямого відновлення та/або виробництва рідкого металу включає етап використання відновлювальної та/або плавильної печі для виробництва розплавленого металу з агломератів і одночасного подавання газу, що містить кисень, з пальника допалювання до внутрішньої частини печі, таким чином викликаючи займання газу, що містить оксид вуглецю, утвореного з шару агломерату, та використання там теплового випромінювання для впливу на зниження нагрівання шару агломерату.

[0011] В подальшому прикладі варіанту здійснення даний винахід надає спосіб для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу з використанням лігніту, напівбітумінозного вугілля та ін., який включає наступні етапи: лігніт або напівбітумінозне вугілля висушують за допомогою енергії від гарячого відхідного газу від печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу; необов'язково, лігніт або напівбітумінозне вугілля висушують за допомогою газу з низьким вмістом кисню; лігніт або напівбітумінозне вугілля дистилують; виконують сухе гасіння вуглецевого матеріалу з етапу дистилювання; та вуглецевий матеріал агломерують з матеріалом, що містить оксид металу, для формування агломерату, який підходить для процесів прямого відновлення та/або виготовлення рідкого металу. Необов'язково, спосіб також включає етап, в якому лігніт або напівбітумінозне вугілля висушують безпосередньо за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу. Необов'язково, спосіб також включає етап, на якому лігніт або напівбітумінозне вугілля висушують опосередковано за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу. Крім того, спосіб також включає етап, на якому повторно використовують газ з низьким вмістом кисню між етапами сухого гасіння та висушування. Необов'язково, крім того, спосіб включає етап, на якому лігніт або напівбітумінозне вугілля висушують за допомогою відхідного газу з установки для виробництва енергії.

[0012] В ще одному прикладі варіанту здійснення даний винахід надає систему для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу з використанням лігніту, напівбітумінозного вугілля та ін., яка містить: засоби для висушування лігніту або напівбітумінозного вугілля за допомогою енергії від гарячого відхідного газу від печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу; необов'язково, засоби для висушування лігніту або напівбітумінозного вугілля за допомогою газу з низьким вмістом кисню; засоби для дистилювання лігніту або напівбітумінозного вугілля; засоби для сухого гасіння вуглецевого матеріалу з етапу дистилювання; та засоби для агломерування вуглецевого матеріалу з матеріалом, що містить оксид металу, для формування агломерату, який підходить для процесів прямого відновлення та/або виготовлення рідкого металу. Необов'язково, система також містить засоби для висушування лігніту або напівбітумінозного вугілля безпосередньо за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу. Необов'язково, система також містить засоби для висушування лігніту або напівбітумінозного вугілля опосередковано за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу. Крім того, система також містить засоби для повторного використання газу з низьким вмістом кисню між етапами сухого гасіння та висушування. Необов'язково, система також містить засоби для висушування лігніту або напівбітумінозного вугілля за допомогою відхідного газу з установки для виробництва енергії.

[0013] В ще одному прикладі варіанту здійснення даний винахід надає спосіб для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу з використанням лігніту, напівбітумінозного вугілля та ін., який включає наступні етапи: етап, на якому лігніт або напівбітумінозне вугілля висушують за допомогою енергії від гарячого відхідного газу від печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу; необов'язково, етап, на якому лігніт або напівбітумінозне вугілля висушують за допомогою газу з низьким вмістом кисню; необов'язково, етап, на якому енергію виробляють за допомогою частини лігніту або

напівбітумінозного вугілля; етап, на якому вуглецевий матеріал виробляють за допомогою частини лігніту або напівбітумінозного вугілля; та етап, на якому вуглецевий матеріал агломерують з матеріалом, що містить оксид металу, для формування агломерату, який підходить для процесів прямого відновлення та/або виготовлення рідкого металу. Спосіб також включає етап, на якому дистиллюють щонайменше частину лігніту або напівбітумінозного вугілля; та етап, на якому виконують сухе гасіння вуглецевого матеріалу з етапу дистилювання. Необов'язково, спосіб також включає етап, на якому лігніт або напівбітумінозне вугілля висушують безпосередньо за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу. Необов'язково, спосіб також включає етап, на якому лігніт або напівбітумінозне вугілля висушують опосередковано за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу. Крім того, спосіб також включає етап, на якому повторно використовують газ з низьким вмістом кисню між етапами сухого гасіння та висушування. Крім того, спосіб включає етап, на якому лігніт або напівбітумінозне вугілля висушують за допомогою відхідного газу з установки для виробництва енергії.

[0014] В ще одному прикладі варіанту здійснення даний винахід надає спосіб для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу з використанням вуглецевого матеріалу з високим вмістом води, який включає наступні етапи: етап, на якому вуглецевий матеріал з високим вмістом води висушують за допомогою енергії від гарячого відхідного газу від печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкий метал; необов'язково, етап, на якому енергію виробляють за допомогою частини вуглецевого матеріалу з високим вмістом води; етап, на якому вуглецевий матеріал виробляють за допомогою частини вуглецевого матеріалу з високим вмістом води; та етап, на якому вуглецевий матеріал агломерують з матеріалом, що містить оксид металу, для формування агломерату, який підходить для процесів прямого відновлення та/або виготовлення рідкого металу. Вуглецевий матеріал з високим вмістом води містить щонайменше приблизно 20 мас.% води. Спосіб також включає етап, на якому дистиллюють щонайменше частину вуглецевого матеріалу з високим вмістом води; та етап, на якому виконують сухе гасіння вуглецевого матеріалу з етапу дистилювання. Необов'язково, спосіб включає етап, на якому вуглецевий матеріал з високим вмістом води висушують безпосередньо за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу. Необов'язково, спосіб включає етап, на якому вуглецевий матеріал з високим вмістом води висушують опосередковано за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу. Необов'язково, спосіб також включає етап, на якому вуглецевий матеріал з високим вмістом води висушують за допомогою відхідного газу з установки для виробництва енергії.

[0015] В іншому прикладі варіанту здійснення даний винахід надає спосіб для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу, використовуючи лігніт, напівбітумінозне вугілля та ін., який включає наступні етапи: етап, на якому виконують дистилляцію лігніту або напівбітумінозного вугілля; етап, на якому виконують сухе гасіння вуглецевого матеріалу з етапу дистилювання; та етап, на якому виконують агломерування вуглецевого матеріалу з матеріалом, що містить оксид металу, для формування агломерату, який підходить для процесів прямого відновлення та/або виготовлення рідкого металу. Спосіб також включає етап, на якому лігніт або напівбітумінозне вугілля висушують за допомогою енергії з гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу. Необов'язково, спосіб також включає етап, на якому лігніт або напівбітумінозне вугілля висушують за допомогою газу з низьким вмістом кисню. Необов'язково, крім того, спосіб включає етап, на якому лігніт або напівбітумінозне вугілля висушують безпосередньо за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу. Необов'язково, крім того, спосіб включає етап, на якому лігніт або напівбітумінозне вугілля висушують опосередковано за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу. Крім того, спосіб також включає етап, на якому повторно використовують газ з низьким вмістом кисню між етапами сухого гасіння та висушування. Необов'язково, крім того, спосіб включає етап, в якому лігніт або напівбітумінозне вугілля висушують за допомогою відхідного газу з установки для виробництва енергії.

Стислий опис графічних матеріалів

[0016] Даний винахід зображено та описано в даній заявці, в необмежувальних варіантах здійснення з посиланням на різноманітні графічні матеріали, на яких подібні номери для посилань використовують для позначення подібних етапів способу / компонентів системи, при

необхідності, та на яких:

[0017] На фіг. 1 зображено схематичну діаграму, яка ілюструє один приклад варіанту здійснення системи для виробництва ЗПВ/рідкого металу з використанням бурого вугілля, згідно даного винаходу.

5 Детальний опис винаходу

[0018] В області 10 відхідного газу, лігніт, напівбітумінозне вугілля та ін. спочатку заздалегідь висушують до наперед визначеного вмісту води і одночасно уникають самозаймання, використовуючи енергію від гарячого відхідного газу з нагрівальної, відновлювальної та/або плавильної печі, такої як сушильна піч, відновлювально-нагрівальна піч (ВНП), та/або металоплавильна піч 12, розташованої в області 14 плавлення та ін. Цей процес виконують в резервуарі 16 для попереднього висушування вугілля. Енергію з гарячого відхідного газу можна використовувати або безпосередньо (тобто гарячий відхідний газ перебуває в контакт з вугіллям) або опосередковано (тобто гарячий відхідний газ відділений від вугілля теплообмінною поверхнею та/або іншим придатним теплообмінним середовищем). У способі безпосереднього висушування утворюють контакт вугілля з гарячим відхідним газом (наприклад, в резервуарі типу шахтної печі, такому, як резервуар, подібний до того, який використовують в MIDREX® Process, за допомогою псевдорозріджених шарів, за допомогою сушильної машини конвеєрного типу та ін.). Однак, гарячий відхідний газ може містити достатньо кисню для того, щоб спричинити проблеми, викликані займанням вугілля, якщо вугілля надто сильно висушують. В даному випадку можна застосовувати опосередковане висушування вугілля з використанням відповідної конструкції обладнання (наприклад, в резервуарі або сушильній печі, де відпрацьований газ тече по трубах та вугілля залишається з боку корпусу обладнання та ін.). В даному випадку опосередкованого висушування вугілля можна підтримувати в атмосфері з низьким вмістом кисню, та енергію з гарячого відхідного газу все ще можна використовувати для попереднього висушування вугілля. Одна можлива проблема полягає в поводженні з матеріалом частково висушеного лігніту або напівбітумінозного вугілля. При виникненні проблем, пов'язаних з займанням або поводженням з насипним матеріалом частково висушеного лігніту або напівбітумінозного вугілля, етап попереднього висушування можна усунути та можна застосовувати інший спосіб опосередкованого висушування. В цьому випадку все висушування можна завершити у вузлі, який працює в умовах низького вмісту кисню (як описано в наступному абзаці). Газ з низьким вмістом кисню частково нагрівають за допомогою енергії з гарячого відхідного газу та повторно використовують.

[0019] Заздалегідь висушений лігніт, напівбітумінозне вугілля, або ін., потім подають до другої сушильної системи 18 (наприклад, до резервуару типу шахтної печі, такого, як резервуар, подібний до того, який використовують в MIDREX® Process, обертової сушильної печі, псевдорозріджених шарів, сушильної машини конвеєрного типу та ін.), яка висушує лігніт або напівбітумінозне вугілля достатньою мірою для високоефективного виробництва енергії в області 20 виробництва енергії. Дана друга сушильна система 18 розташована, наприклад, в області 22 висушування та підготовки вугілля. Лігніт, напівбітумінозне вугілля, або ін., можуть бути висушені таким чином, щоб містити менш, ніж 5 мас.% води. Це виробництво енергії є високоефективним, оскільки відхідне тепло з нагрівальної, відновлювальної та/або плавильної печі було використано для усунення води, тому не відбувається втрати енергії через приховане тепло, необхідне для випарювання води або через явне тепло, що переноситься водяним паром у відпрацьованому газі. Газ з низьким вмістом кисню використовують як середовище для сушки у другій сушильній системі 18 для запобігання самозайманню лігніту або напівбітумінозного вугілля. Як альтернатива, може бути використано непряме сушіння за допомогою сушильної печі з трубою або ін. У випадку, коли неможливо заздалегідь висушити лігніт або напівбітумінозне вугілля через проблеми, пов'язані з поводженням з матеріалом, це є єдиним працюючим приладом для висушування вугілля.

[0020] Висушений лігніт або напівбітумінозне вугілля з другої сушильної системи 18 подають до установки 24 для деструктивної дистиляції, такої як обертова сушильна піч та/або карусельна піч. Випарений легкозаймистий газ з установки 24 для деструктивної дистиляції спалюють або подають до камери 26 допалювання та використовують для утворення гарячого газу або пару, який підходить для виробництва енергії.

[0021] Існуючі енергетичні установки, що використовують лігніт або напівбітумінозне вугілля також мають системи попереднього висушування, які нагрівають відхідним газом енергетичної установки. Однак, відхідний газ з енергетичної установки не має достатньо енергії для висушування лігніту або напівбітумінозного вугілля належним чином, або лігніт або напівбітумінозне вугілля можуть бути висушені належним чином за рахунок енергії, яка могла б

бути використана для виробництва енергії. Тому ефективність виробництва енергії є низькою.

[0022] Далі, гарячий вуглецевий матеріал з установки 24 для дистиляції подають до системи 28 сухого гасіння (наприклад, до резервуару типу шахтної печі, такого, як резервуар, подібний до того, який використовують в MIDREX® Process, обертової сушильної печі, псевдорозріджених шарів, сушильної машини конвеєрного типу та ін), яка охолоджує вуглецевий матеріал, так що його можна використовувати на подальших етапах обробки. Газ з низьким вмістом кисню використовують для охолодження гарячого вуглецевого матеріалу. Після охолодження дистильованого вуглецевого матеріалу гарячий газ з низьким вмістом кисню використовують для висушування лігніту або напівбітумінозного вугілля в другій сушильній системі 18, яка описана вище. Газ з низьким вмістом кисню потім очищують таким чином, що його можна повторно використовувати в системі 28 сухого гасіння.

[0023] Можна досягнути високої енергоефективності всієї системи, оскільки даний винахід усуває більшість вологи в лігніті або напівбітумінозному вугіллі, використовуючи відхідне тепло з нагрівальної, відновлювальної та/або плавильної печі 12 для повторного використання енергії, видаленої з дистильованого вуглецевого матеріалу. Баланс тепла та матеріалу для області відхідного газу, області висушування лігніту або напівбітумінозного вугілля та області виробництва енергії є переважними.

[0024] Ще одна перевага даного винаходу полягає у використанні дистильованого вуглецевого матеріалу як відновника для виробництва відновленого металу та/або рідкого металу, який можна обробляти для виготовлення листів, брусків, та/або блюму та ін. Дистильований вуглецевий матеріал має кілька переваг у порівнянні з вугіллям (особливо пряме використання лігніту або напівбітумінозного вугілля) при використанні в нагрівальних, відновлювальних та/або плавильних печах. Деякими з переваг є менший коефіцієнт змішування вуглецевого матеріалу в агломератах, поліпшені фізичні якості сирих та відновлених агломератів, вища продуктивність нагрівальної, відновлювальної та/або плавильної печі, та менший ризик низькотемпературної корозії у системі відхідного газу через менший вміст водню.

[0025] Енергія з лігніту або напівбітумінозного вугілля "зберігається" в металевих виробах та її можна легше транспортувати у порівнянні з лігнітом або напівбітумінозним вугіллям.

[0026] Згідно зі способами та системами даного винаходу, охолоджений вуглецевий матеріал з видаленими летючими компонентами подають до розмелювальної системи 30, такої як розмелювач з гранулюючим барабаном або розмелювач з молотковою дробаркою. Потім, розмелений вуглецевий матеріал агломерують з матеріалом, що містить оксид металу, наприклад, але не обмежуючись наступними прикладами: оксид заліза, оксид цинку, оксид нікелю, колошниковий пил, пил кисневого конвертера, пил електричної дугової печі та ін., в області 32 обробки сировини. Агломерати висушують (при необхідності) в сушарці 34 для гранул, та потім подають до нагрівальної печі 12 для відновлення та/або плавлення. Нагрівальна піч 12 містить, але не обмежується наступним: карусельну піч, електричну дугову піч (ЕДП), піч з зануреною дугою, металоплавильну піч та ін. Відновлювальна та плавильна піч може бути, наприклад, піччю, як описано заявці на патент США № 13/305876, WO 2009/131148, що належить тому ж правовласнику чи подібною.

[0027] Таким чином, даний винахід поєднує установку для виробництва енергії з нагрівальними, відновлювальними та плавильними печами та дозволяє ефективно перетворювати лігніт або напівбітумінозне вугілля в металеві вироби, які можна легко транспортувати.

[0028] Установка для виробництва енергії вигідно використовує енергію відпрацьованого відхідного газу з нагрівальної, відновлювальної та/або плавильної печі, оскільки лігніт або напівбітумінозне вугілля можуть бути висушені, та сприяє високої ефективності виробництва енергії.

[0029] Нагрівальна, відновлювальна та/або плавильна піч отримує вигоду від використання дистильованого вуглецевого матеріалу як відновника та від отримання електроенергії від установки для виробництва енергії.

[0030] Згідно з даним винаходом всю необхідну енергію може постачати лігніт або напівбітумінозне вугілля. Однак, в деяких особливих випадках, наприклад, з менш масштабними установками, в яких втрата тепла порівняно вища, або з вугіллям з меншим вмістом летючої речовини або в будь-якому випадку, в якому необхідне більш високе відновлення тепла, необхідна набагато більша ефективність для досягнення загальної необхідної енергії при використанні лише вугілля, інакше установці буде потрібне інше джерело тепла, таке як природний газ або електричний струм, який подають ззовні установки. В подібних випадках також можна використовувати, регенеративні пальники або регенеративну піч. Наприклад, подібний регенеративний пальник можна нагрівати гарячим відхідним газом з нагрівальної,

відновлювальної та/або плавильної печі або регенеративний пальник можна нагрівати частиною енергії з системи для дистиляції лігніту, напівбітумінозного вугілля і т. ін.

[0031] В свою чергу, металоплавильна піч, яку використовують у поєднанні з різними варіантами здійснення даного винаходу може бути, наприклад, піччю, як описано в заявці на патент США № 13/305876, WO 2009/131148, або іншій що належить тому ж правовласнику. Ця піч є, наприклад, неперекидною електричною піччю. Піч є дуговою піччю, що має, наприклад, по суті прямокутну форму поперечного перерізу у вигляді зверху/знизу. Скати для завантаження сировини та канали для відпрацьованого газу приєднані до верхньої стінки печі або через неї. Електроди, які виконують функцію нагрівачів, вставлені через верхню стінку печі. Переважно, кожен з цих електродів з'єднаний з підйомачем електродів, який використовують для введення електродів до внутрішньої частини печі або виведення електродів з внутрішньої частини печі. Скати для завантаження сировини розташовані поблизу обох бокових стінок печі, з електродами, розташованими поблизу центральної лінії печі. Декілька скатів для завантаження сировини та декілька електродів можуть бути рознесені вздовж довжини печі. Пальники допалювання також вставлені через верхню стінку печі. Декілька каналів для відпрацьованого газу та декілька пальників допалювання можуть бути рознесені вздовж довжини печі. Переважно, канали для відпрацьованого газу розташовані ближче до скатів для завантаження сировини, ніж електроди, для того, щоб запобігати виходу окислювального відпрацьованого газу, утвореного після вторинного згоряння, до електродів, таким чином зменшуючи пошкодження електродів.

[0032] Верхня стінка печі переважно має східчасту конфігурацію або іншу форму схилу, спрямованого від скатів для завантаження сировини до електродів з обох сторін. Кожен східець даної східчастої конфігурації містить по суті горизонтальну поверхню східця та по суті вертикальний присхідець. Пальники допалювання проходять через по суті вертикальні присхідці в по суті горизонтальній конфігурації, так що газ, що містить кисень, ефективно вводять поблизу шарів агломерату. Слід відзначити, що пальники допалювання також можуть проходити через по суті горизонтальні поверхні східців в по суті вертикальній конфігурації.

[0033] В бокових стінках /нижній стінці печі, біля центральної лінії та на відстані від скатів для завантаження сировини (тобто на відстані від пластів сировини), розташований отвір для випуску металу та отвір для випуску шлаку для полегшення випуску розплавленого металу та розплавленого шлаку. Слід відзначити, що отвір для випуску металу та отвір для випуску шлаку можуть бути розташовані в будь-якому бажаному місці в нижній частині печі. Ці отвори можуть бути розташовані в центрі черені печі. Електроди переважно є електродами трифазного змінного струму, що мають бажаний тепловий ККД, які зазвичай використовують у сталеливарних електричних дугових печах. Наприклад, може бути використана система з шести електродів, що складається з трьох пар електродів, кожен з яких є однофазним. Верхній кінець кожного електроду переважно занурений в шари агломерату, розташовані на пластах сировини, або занурений в розплавлений шлак, протягом виконання операції плавлення. Як результат, плавлення можна прискорити завдяки впливу теплового випромінювання та омичного нагрівання, та можна мінімізувати пошкодження внутрішніх поверхонь печі, які не захищені пластами сировини.

[0034] Згідно даного винаходу, нижня частина печі містить множинність випускних бункерів, розташованих в різних місцях під сировиною та шарами агломерату. Ці випускні бункери вибірково експлуатують протягом процесу або автономно для випускання наперед визначеної кількості сировини (що містить агломерати та дрібні фракції) з печі, так що можна керувати потоком матеріалу та положенням зони плавлення в печі. Операцію випуску виконують за допомогою плаского ковзного затвору та гвинтового конвеєру, розташованих під випускними бункерами. При використанні декількох пласких ковзних затворів з кожним випускним бункером матеріал можна випускати з певних частин печі за допомогою відкривання одного або більше пласких ковзних затворів одночасно.

[0035] Протягом експлуатації необхідно керувати потоком матеріалу та положенням зони плавлення в печі для підтримувати організованої безперервної експлуатації печі. Таким чином, на додаток до використання випускних бункерів, скати для завантаження сировини оснащені зовнішніми скатами, що містять подавальні канали, які можуть бути висунуті або іншим чином розташовані у вертикальному напрямі. Кожний скат для завантаження сировини містить бункер для зберігання сировини, внутрішній скат, з'єднаний з бункером, та зовнішній скат, який може бути висунутий або іншим чином розташований у вертикальному напрямі на внутрішньому скаті. Нижню частину шару агломерату можна відрегулювати таким чином, щоб вона розпочиналась у бажаному положенні, шляхом переміщення зовнішніх скатів та подавальних каналів у вертикальному напрямку, в залежності від кута схилу шару агломерату.

[0036] Таким чином, даний винахід надає систему та спосіб для регулювання нижньої частини шару агломерату незалежно від зміни кута схилу та кута осипання пласта сировини та шару через відокремлення та/або накопичення дрібних фракцій. Стабільний потік матеріалу з точки подавання до зони плавлення можна створити та підтримувати для довгострокової експлуатації. Ця експлуатація, особливо при видаленні дрібних фракцій з-під точки подавання, є надзвичайно ефективною. Хоча агломерати просіюють безпосередньо після попадання в подавальний бункер, попадання певної кількості дрібних фракцій в печі є неминучим. Ці дрібні фракції схильні до відокремлення та/або накопичування безпосередньо в точці подавання. Хімічний склад цього матеріалу подібний до матеріалу, який подають, або є частково відновленим. Навіть якщо він частково відновлений, він зазвичай має добру рівновагу між окиснювачем та відновлювачем та зазвичай може бути використаний повторно. Один спосіб повторного використання заявленого матеріалу полягає в його простому змішуванні з новим матеріалом, який подають, що потрапляє до агломераційного обладнання, без потреби в новому обладнанні. Інший спосіб повторного використання заявленого матеріалу полягає в спрямуванні заявленого матеріалу до нового подавального бункеру та подавального скату, розташованих навпроти випускальної сторони печі. Як і раніше, краща форма печі є прямокутною, де жаростійкість захищена подаванням заліза прямого відновлення на двох з чотирьох сторін. Складно захистити випускальну сторону печі за допомогою підтримування шару заліза прямого відновлення, оскільки випускальна сторона печі повинна забезпечувати гарний потік гарячого металу та/або шлаку з випускальних отворів. Отже, бажано захистити випускальну сторону печі за допомогою водяного охолодження. Як альтернатива, подавання заявленого матеріалу до цієї сторони печі також може захистити жаростійкість та зменшити втрати тепла у порівнянні з водяним охолодженням.

[0037] Якщо кількість видаленого матеріалу є надто великою, то печі буде потрібна така ж площа попереднього відновлення з двох сторін, наприклад, для подавання матеріалу. Однак, кількість видаленого матеріалу значно менша за кількість нової подачі та може бути частково зменшена. Таким чином, розплавлення повторно використаного матеріалу можна досягнути за допомогою утворення масиву на шарі шлаку та гарячого металу під новим бункером для повторного використання.

[0038] Один важливий аспект даного типу електричної плавильної печі полягає в утворенні пінистого шлаку, який утворюється частково завдяки газу, виділеного під час реакції відновлення. Матеріал може біти повторно використаний в області, яка розташована біля електрода (наприклад, між парою електродів), що приводить до утворення газу CO протягом реакції відновлення, а також до утворення пінистого шлаку. CaO можна додавати до повторно використаного матеріалу для того, щоб досягнути доброго позбавлення від сірки. Якщо замість CaO до потворно використаного матеріалу додати вапняк (CaCO_3) або доломіт (CaCO_3 та MgCO_3), то пінистий шлак можна утворити за допомогою CO_2 , який є результатом реакції. Вапняк або доломіт також можна завантажити в піч незалежно від повторно використаного матеріалу.

[0039] Хоча даний винахід було зображено та описано в даній заявці з посиланням на кращі варіанти здійснення та їх особливі приклади, спеціалістам в даній галузі буде очевидно, що інші варіанти здійснення та приклади можуть виконувати подібні функції та/або досягти подібних результатів. Всі подібні еквіваленти варіантів здійснення та прикладів знаходяться в межах ідеї та обсягу даного винаходу, передбачені даним винаходом та повинні бути охоплені в наступних пунктах формули винаходу.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу з використанням вуглецевого матеріалу з високим вмістом води, який включає наступні етапи, на яких: вуглецевий матеріал з високим вмістом води висушують за допомогою енергії гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу, виконують дистилювання вуглецевого матеріалу з високим вмістом води, виконують сухе гасіння вуглецевого матеріалу, одержаного з етапу дистилювання, вуглецевий матеріал з високим вмістом води агломерують з матеріалом, що містить оксид металу, для формування агломерату, та агломерат використовують в процесі прямого відновлення та/або виробництва рідкого металу.
2. Спосіб за п. 1, який додатково включає наступний етап, на якому:

вуглецевий матеріал з високим вмістом води висушують безпосередньо за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу.

3. Спосіб за п. 1, який додатково включає наступний етап, на якому:

5 вуглецевий матеріал з високим вмістом води висушують опосередковано за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу.

4. Спосіб за п. 1, який додатково включає наступний етап, на якому:

10 вуглецевий матеріал з високим вмістом води висушують за допомогою газу з низьким вмістом кисню.

5. Спосіб за п. 1, який додатково включає наступний етап, на якому:

енергію виробляють за допомогою частини вуглецевого матеріалу з високим вмістом води.

6. Спосіб за п. 5, який додатково включає наступний етап, на якому:

15 вуглецевий матеріал з високим вмістом води висушують за допомогою відхідного газу з установки для виробництва енергії.

7. Спосіб за п. 1, який додатково включає наступний етап, на якому: повторно використовують газ з низьким вмістом кисню.

8. Спосіб за п. 1, в якому вуглецевий матеріал з високим вмістом води містить одне з наступного: буре вугілля, лігніт та напівбітумінозне вугілля.

20 9. Спосіб за п. 1, в якому вуглецевий матеріал з високим вмістом води містить щонайменше 20 % води.

10. Спосіб за п. 1, який додатково включає наступний етап, на якому:

25 газифіковану частину вуглецевого матеріалу з високим вмістом води з етапу дистилювання використовують для виробництва енергії та залишкову частину вуглецевого матеріалу з високим вмістом води використовують як відновник в процесі прямого відновлення та/або виробництва рідкого металу.

11. Спосіб за п. 1, в якому процес прямого відновлення та/або виробництва рідкого металу включає етап використання відновлювальної та/або плавильної печі для виробництва розплавленого металу з агломератів і одночасного подавання газу, що містить кисень, з

30 пальника допалювання до внутрішньої частини печі, таким чином викликають займання газу, що містить оксид вуглецю, утвореного з шару агломерату, та використання там теплового випромінювання для впливу на зниження нагрівання шару агломерату.

12. Система для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу з використанням вуглецевого матеріалу з високим вмістом води, яка містить:

35 засоби для висушування вуглецевого матеріалу з високим вмістом води за допомогою енергії гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу,

засоби для дистилювання вуглецевого матеріалу з високим вмістом води,

засоби для сухого гасіння вуглецевого матеріалу, одержаного з етапу дистилювання,

40 засоби для агломерування вуглецевого матеріалу з високим вмістом води з матеріалом, що містить оксид металу, для формування агломерату, та

засоби для використання агломерату в процесі прямого відновлення та/або виробництва рідкого металу.

13. Система за п. 12, яка додатково містить:

45 засоби для висушування вуглецевого матеріалу з високим вмістом води безпосередньо за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу.

14. Система за п. 12, яка додатково містить:

50 засоби для висушування вуглецевого матеріалу з високим вмістом води опосередковано за допомогою гарячого відхідного газу з печі для виробництва заліза прямого відновлення та/або рідкого металу.

15. Система за п. 12, яка додатково містить:

засоби для висушування вуглецевого матеріалу з високим вмістом води за допомогою газу з низьким вмістом кисню.

55 16. Система за п. 12, яка додатково містить:

засоби для виробництва енергії за допомогою частини вуглецевого матеріалу з високим вмістом води.

17. Система за п. 12, яка додатково містить:

60 засоби для висушування вуглецевого матеріалу з високим вмістом води за допомогою відхідного газу з установки для виробництва енергії.

18. Система за п. 12, яка додатково містить:

засоби для повторного використання газу з низьким вмістом кисню.

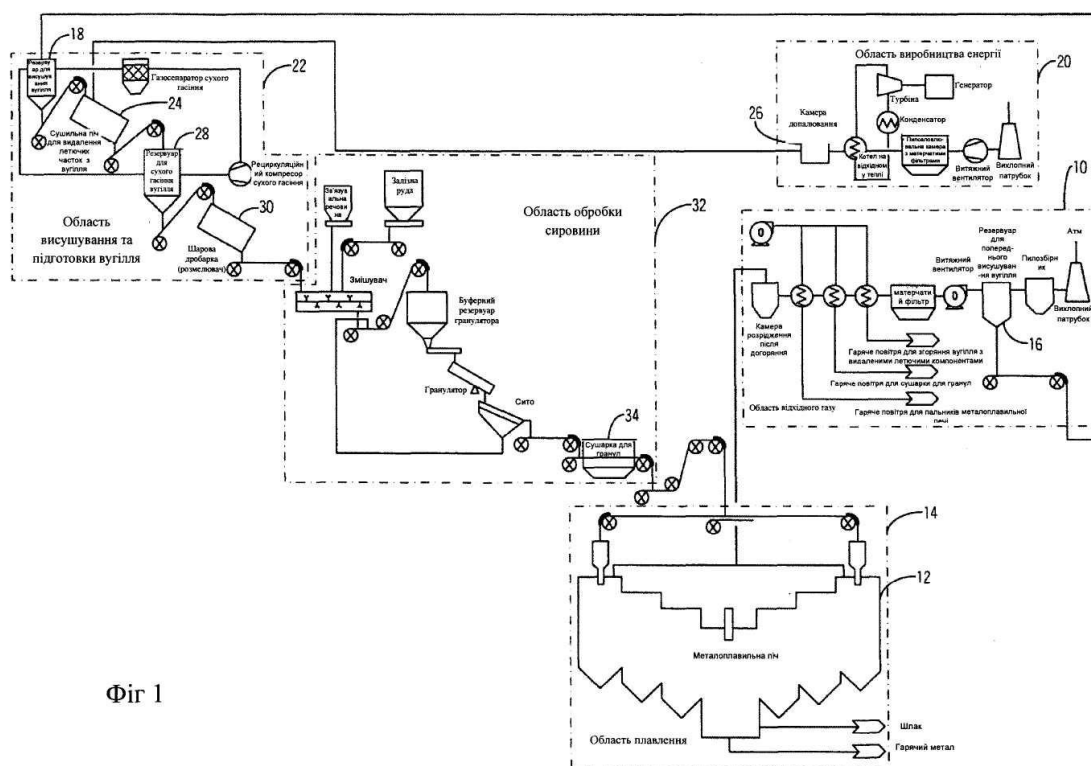
19. Система за п. 12, в якій вуглецевий матеріал з високим вмістом вологи містить одне з наступного: буре вугілля, лігніт та напівбітумінозне вугілля.

20. Система за п. 12, в якій вуглецевий матеріал з високим вмістом вологи містить щонайменше 20 % вологи.

21. Система за п. 12, яка додатково містить:

засоби для використання газифікованої частини вуглецевого матеріалу з високим вмістом вологи з засобів дистиляції для виробництва енергії та використання залишкової частини вуглецевого матеріалу з високим вмістом вологи як відновника в процесі прямого відновлення та/або виробництва рідкого металу.

22. Система за п. 12, в якій процес прямого відновлення та/або виробництва рідкого металу включає етап використання відновлювальної та/або плавильної печі для виробництва розплавленого металу з агломератів і одночасного подавання газу, що містить кисень, з пальника допалювання до внутрішньої частини печі, таким чином викликаючи займання газу, що містить оксид вуглецю, утвореного з шару агломерату, та використання там теплового випромінювання для впливу на зниження нагрівання шару агломерату.



Фіг 1

Комп'ютерна верстка В. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601