



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105847** (13) **C2**
(51) МПК**C22B 1/14** (2006.01)**C22B 1/16** (2006.01)**C22B 1/20** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

(21) Номер заявки: а 2012 12502	(72) Винахідник(и): Кривенко Сергій Вікторович (UA), Тарасов Володимир Петрович (UA), Ожогін Володимир Володимирович (UA), Тарасов Олексій Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 02.11.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.06.2014	
(41) Публікація відомостей про заявку: 25.09.2013, Бюл.№ 18	(73) Власник(и): Кривенко Сергій Вікторович, вул. Чкалова, 2-г, м. Маріуполь, Донецька обл., 87535 (UA), Тарасов Володимир Петрович, пр. Металургів, 25, кв. 136, м. Маріуполь, Донецька обл., 87500 (UA), Ожогін Володимир Володимирович, вул. Блажевича, 67, кв. 66, м. Маріуполь, Донецька обл., 87524 (UA), Тарасов Олексій Володимирович, вул. Котовського, 9/27-а, кв. 28, м. Київ, 04060 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.06.2014, Бюл.№ 12	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 11 516 U; 15.12.2005 UA 75 825 C2; 15.05.2006 RU 2 448 170 C2; 20.04.2012 RU 2 460 812 C1; 10.09.2012 CN 1160084 A; 24.09.1997 EP 1 772 527 A1; 02.10.2006 JP 61-288022 A; 18.12.1986 US 5 885 328 A; 23.03.1999 Вегман Е.Ф. Теория и технология агломерации. - М.: Металлургия, 1974. - С. 222-225 Ефименко Г.М. и др. Подача топлива в агломерационную шихту на аглофабрике ЗСМЗ по двухслойной схеме // Сталь. - 1974. - № 10. - С. 876-878

(54) СПОСІБ АГЛОМЕРАЦІЇ ЗАЛІЗОРУДНИХ МАТЕРІАЛІВ**(57) Реферат:**

Винахід належить до галузі чорної металургії, а саме - до способу агломерації залізорудних матеріалів, та може бути використаний в металургійній, гірничорудній і інших галузях, де необхідно грудкування сипучих матеріалів. Спосіб агломерації залізорудних матеріалів включає дозування компонентів аглошихти, їх змішування, завантаження шихти на аглострічку і спікання з використанням збагаченого киснем повітря, причому шар шихти на аглострічці формують з магнітозбагачених сталеплавильних відходів крупністю від 0,5 до 10 мм, змішаних з паливом і флюсом, а також можливе формування вказаного верхнього шару шихти на нижньому шарі

UA 105847 C2

шихти з вологістю 6-9 мас. %. Винахід забезпечує підвищення продуктивності агломераційного процесу на 52,6-55,9 %_{відн.}, зниження витрат енергоресурсів, підвищення міцності одержаного агломерату на 17,9-23,0 %_{відн.}.

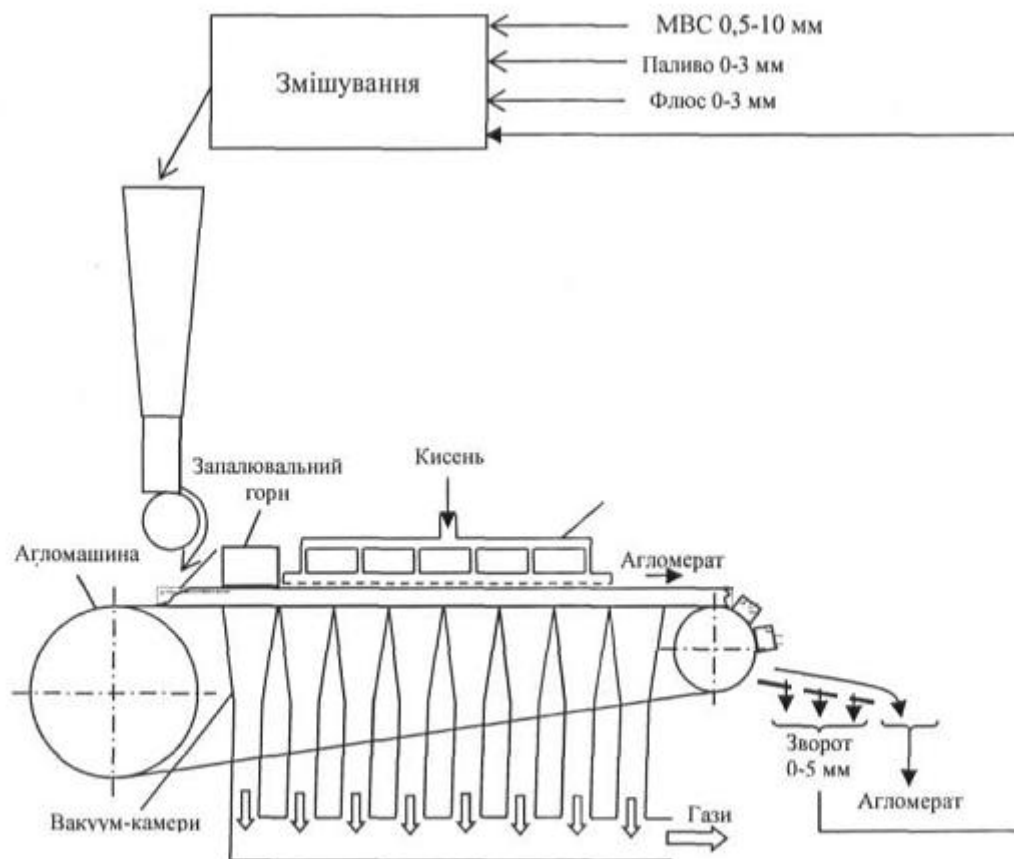


Fig. 1

Винахід належить до галузі чорної металургії, а саме - до способу агломерації залізорудних матеріалів, та може бути використаний в металургійній, гірничорудній та інших галузях, де необхідно грудкування сипких матеріалів.

Відомий спосіб агломерації магнітних продуктів переробки мартенівських шлаків (магнітозбагачених відходів сталеплавильних фракції менше 10 мм, далі - МВС) [Русанов Р.І. Удосконалення технології агломерації з метою переробки збагаченого мартенівського шлаку. Спец. 05.16.02 - Металургія чорних металів: Автореф. дис. канд. техн. наук: Маріуполь, Приазовський держ. техн. ун-т., 2004. - 18 с]. МВС додають до традиційних компонентів шихти (аглоруди, концентрату, палива, вапняку, звороту і т.д.), а потім змішують, огрудковують і спікають на агломашині. У відомому способі внаслідок використання більше однорідного, за крупністю МВС, що включає більше 65 мас. % фракцій розміром більше 1,6 мм, досягають збільшення газопроникності шару, який спікається, і інтенсифікації процесу спікання. Крім того, забезпечують значну економію палива за рахунок вторинного окиснення металу, що входить до МВС; підвищують вміст заліза в агломераті, знижують витрату флюсів в аглошихту за рахунок додавання СаО, що міститься в МВС.

Разом з тим відомий спосіб утилізації МВС не можна визнати оптимальним оскільки шихту огрудковують з додаванням вологи. При спіканні волога шихти випаровується з подальшою конденсацією у шарі і утворенням зони перезволоження, яка має низьку газопроникність. Крім того, на випар вологи при спіканні потрібні додаткові витрати тепла від горіння палива шихти. При підвищеному вмісті МВС в шихті відомий спосіб їх утилізації стає менш ефективним внаслідок надмірного зростання крупності частинок і газопроникності шару. Через недостатню інтенсивність горіння палива температури в зоні горіння недостатні для отримання агломерату хорошої міцності.

Відомий спосіб агломерації залізорудних матеріалів, в якому з метою поліпшення розподілу тепла по висоті шару здійснено двошарове спікання огрудкованої шихти [Ефименко Г.М. Подача топлива в агломерационную шихту на аглофабрике ЗСМЗ по двухслойной схеме / Г.М. Ефименко, В.В. Дябин, Б.И. Колокольцов // Сталь. - 1974. - № 10. - С. 876-878]. У верхній шар завантажують шихту з великим вмістом палива, ніж у нижній. Для кожної шихти шару здійснений окремий тракт дозування, змішування, огрудкування і завантаження на аглострічку.

У відомому способі суттєво ускладнений процес підготовки шихт до спікання. У шихту кожного шару при огрудкуванні додають гігроскопічну вологу до 6-8 мас. %, яка суттєво погіршує газопроникність шару, який спікається. Крім того, кількість доданих дрібнодисперсних фракцій (концентрат, шлам і т.д.) обмежена через погіршення грудкованості шихти, зниження газопроникності шару і продуктивності аглопроцесу.

Найбільш близьким до винаходу є відомий спосіб агломерації залізорудних матеріалів, що включає підготовку залізо- та флюсовмісних компонентів шихти та палива, їх дозування, змішування, зволоження, огрудкування, завантаження на аглострічку і спікання з використанням збагаченого киснем повітря [Вегман Е.Ф. Теория и технология агломерации - М.: Металлургия, 1974. - 288 с; С. 222-224].

Відомий спосіб агломерації забезпечує високу продуктивність агломашин за рахунок інтенсифікації процесів горіння палива, викликаного використанням кисню. При цьому різко прискорюється спікання, підвищується ступінь видалення сірки, поліпшується якість агломерату за рахунок підвищення температури в зоні горіння палива і зменшення витрати газів, що знижує швидкість охолодження розплаву, зменшується кількість скла в агломераті і внутрішні напруження в ньому.

Разом з тим в даному способі присутній складний і недостатньо ефективний процес підготовки шихти до спікання, що включає вологе огрудкування при використанні шихти, що складається з МВС і палива, що мають низькі адгезійні властивості відносно один до одного. Паливо незадовільно накочується на МВС, іноді має місце самогрудкування і утворення локальних неоднорідностей в огрудкованій шихті, що погіршують процес спікання і якість агломерату. Крім того, використання вологи для огрудкування знижує інтенсивність горіння палива в шарі, що погіршує ступінь використання кисню шихти і збільшує його вміст у відхідних з шару газах.

В основу винаходу поставлена задача розробки способу агломерації залізорудних матеріалів, в якому за рахунок виключення гігроскопічної вологи при підготовці магнітозбагачених сталеплавильних відходів до спікання і більш раціонального розподілу тепла від горіння палива по висоті шару забезпечують збільшення їх вмісту в аглошихті, а також продуктивності агломераційного процесу зі зниженням витрат енергоресурсів.

Для вирішення поставленої задачі в способі агломерації залізорудних матеріалів, що включає дозування компонентів аглошихти, їх змішування, завантаження шихти на аглострічку і

спікання з використанням збагаченого киснем повітря, відповідно до винаходу, шар шихти формують з магнітозбагачених сталеплавильних відходів крупністю від 0,5 до 10 мм, змішаних з паливом і флюсом.

При цьому в способі агломерації залізорудних матеріалів шар шихти формують на огрудкованій агломераційній шихті вологістю 6-9 мас. %, покладеної на аглострічку.

Пропонований спосіб дозволяє одержувати більш високу міцність верхньої частини агломераційного шару, огрудковувати залізорудні матеріали без додавання гігроскопічної вологи, збільшити частку МВС в шихті, знизити енергетичні витрати на підготовку шихти.

Суть способу спікання агломерату пояснюється кресленнями, Фіг. 1 - схема промислової реалізації способу спікання агломерату з формуванням цільного шару, Фіг. 2 - схема промислової реалізації способу спікання агломерату з формуванням подвійного шару шихти.

Суть винаходу полягає в наступному.

Максимальну ефективність агломераційного процесу досягають різким зниженням вмісту гігроскопічної вологи в шихті з одночасним збільшенням інтенсивності горіння палива в шарі, який спікається. Випаровування вологи з агломераційної шихти вимагає додаткової теплоти і затримує підвищення температури в зоні інтенсивного нагрівання. Згідно з винаходом агломераційна шихта складається з МВС крупністю 0,5-10 мм з додаванням твердого палива. Крім того, для забезпечення заданої основності агломерату можливе додавання флюсу. МВС містить більше 65 мас. % фракцій крупністю більше 1,6 мм. Крупність палива і флюсу менше 3 мм. Шар, сформований з такої шихти, має достатню високу газопроникність для забезпечення потрібної кількості кисню для горіння палива в ньому. Тому в поліпшенні газопроникності шару огрудкуванням з додаванням гігроскопічної вологи немає необхідності. Відповідно, усунення випаровування вологи з шару підвищує швидкість нагрівання шихти до температури займання палива.

Однак відсутність зони перезволоження в шарі, який спікається, при незмінному розрідженні під ним суттєво підвищує швидкість рухомих газів. У результаті значного зростання винесення газами тепла із зони горіння палива максимальна температура в ній знижується і якість агломерату різко погіршується. При зниженні розрідження під шаром відбувається нерівномірне по висоті спікання і в більш 1/3 висоти зверху шару частки шихти погано спікаються і знижується міцність верхньої частини шару агломерату. Крім того, продуктивність аглопроцесу по виходу придатного знижується.

Для підвищення температури в шарі, який спікається, особливо в його верхній частині, необхідно збільшити інтенсивність горіння палива шихти. З цією метою всмоктуване в шар повітря збагачують киснем більше 25 мас. %. Крім того, зниження вмісту азоту у вхідному повітрі сприяє зменшенню виносу тепла із зони горіння палива.

У МВС міститься велика кількість частинок металу. Під час спікання відбувається вторинне окиснення заліза зі значним екзотермічним тепловим ефектом. При цьому виникає ефект термічної стабілізації агломерату зі зниженням кількості склоподібних фаз у ньому, що додатково сприяє поліпшенню механічної міцності агломерату і його відновлюваності.

Особливо інтенсивно вторинне окислювання заліза відбувається в середовищі з підвищеним вмістом кисню. Тому в пропонованому способі забезпечується істотне поліпшення механічної міцності і відновлюваності агломерату при одночасному зниженні витрати твердого палива шихти.

Таким чином, при спіканні шихти з МВС, змішаними з паливом і, можливо, флюсом, з використанням збагаченого киснем повітря продуктивність агломераційного процесу значно зростає і покращується міцність агломерату. Рекомендований вміст кисню в повітрі, що всмоктується в шар, 25÷40 мас. %.

При підвищенні вмісту кисню в повітрі, що всмоктується в шар, понад 40 мас. % треба підвищувати вміст палива в агломераційній шихті, щоб дорогий кисень використовувати для згоряння палива шихти, а не втрачати з відхідними газами. При цьому підвищений вміст палива в шихті при згорянні в середовищі з підвищеним вмістом кисню розвиває надмірно високу температуру в зоні горіння. В результаті шихта плавиться і погіршується газопроникність шару, продуктивність агломераційного процесу і відновлюваність агломерату. Новий вміст палива в агломераційній шихті визначають шляхом розрахунку теплового балансу процесу спікання.

В існуючих умовах попередньої підготовки залізорудних матеріалів забезпечити агломераційні фабрики МВС в повному обсязі скрутно. У зв'язку з цим згідно з винаходом на аглострічці формують подвійний по висоті шар, в нижній частині якого волога огрудкована шихта, а у верхній - МВС, змішані з паливом і флюсом.

Процес спікання верхньої частини шару здійснюють з використанням збагаченого киснем повітря. Початкова температура газів, що відходять із верхньої частини шару, що спікається,

після запалювання палива шихти становить $\approx 300-500\text{ }^{\circ}\text{C}$ і поступово збільшується більше $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ в міру опускання зони горіння до частини шару з вологою шихтою. Це дозволяє попередньо підігріти вологу шихту нижньої частини шару і знизити вплив зони перезволоження на погіршення газопроникності. Час попереднього підігрівання вологої нижньої частини шару

теплом відхідних газів залежить від часу спікання верхньої частини. При висотах частин шару 100 мм верхньої та 100 мм нижньої час спікання верхньої шихти складає ≈ 2 хв. Цей час дозволяє повністю усунути зону перезволоження при спіканні вологої частини шару.

При досягненні зоною горіння палива, змішаного з МВС і флюсом, висоти вологої шихти відбувається утворення зони горіння палива в ній. У зв'язку з тим, що використання збагаченого киснем повітря для спікання вологої шихти нижньої частини шару впливає на продуктивність не суттєво і кисень використовується не раціонально, то подальший процес спікання аналогічний традиційної технології і можливий без використання кисню.

При спіканні шихти, однаковою по всій висоті шару, внизу присутній надлишок тепла, сприяючий нераціональному використанню палива. Для підвищення ефективності аглопроцесу в подвійному шарі, який спікається, можливе застосування шихт з різним вмістом твердого палива. Вміст палива для кожної шихти визначають на основі зонального теплового балансу.

Формування на аглострічці подвійного шару з вологою шихтою зверху, а внизу із суміші МВС з паливом, не забезпечує виробництво агломерату хорошої якості. Це пояснюється наступним. Запалювання нижньої частини шару здійснюється теплом, що надходить із зони горіння палива вологої шихти. При цьому вміст кисню в відхідних із зони горіння газах не більше 15 мас. % і для інтенсивного запалювання і горіння палива нижньої частини шару його недостатньо. У нижній частині шару не забезпечуються достатні температури для утворення міцної сплавленої структури. У зв'язку з цим верхня частина шару з огрудкованою шихтою забезпечує агломерат хорошої якості, а нижня з "сухою" сумішшю МВС і палива та флюсу - з підвищеним вмістом дрібних частинок.

Приклад 1

Для визначення складу матеріалів та режимів спікання були проведенні дослідження процесу розробленого способу спікання МВС. Хімічний склад компонентів шихти наведений в табл. 1. "Суха" частина шихти складалася з МВС, яку змішували з паливом в кількості 5 % від маси. Звичайна огрудкована волога аглошихта складалася з концентрату $K=2$ кг, аглоруди $P=0,5$ кг, вапняку $\Phi=0,5$ кг, бентоніту $0,1$ кг і коксикі T , маса якого показана в табл. 1. Концентрат додатково змішували з вапном $I=0,06$ кг. Висота шару була постійною та складала 260 мм.

Приріст продуктивності агломераційного процесу розраховували по формулі

$$\Delta\P = \left(\frac{\tau_0^{\text{сп}} \cdot \text{ВП}}{\tau^{\text{сп}} \cdot \text{ВП}_0} - 1 \right) \cdot 100, \%,$$

де $\tau_0^{\text{сп}}$, $\tau^{\text{сп}}$ - час спікання без та з інтенсифікацією, відповідно, хв.,

ВП_0 , ВП - вихід придатного агломерату по фракції більше 5 мм без та з інтенсифікацією, відповідно, %.

Для визначення параметрів аглопроцесу виконані спікання, умови та результати котрих наведені в табл. 2.

Дослід № 1 - (базовий) виконаний в умовах, що відповідають умовам аналога № 2 без використання МВС, тобто в умовах вологого спікання.

Дослід № 2 - те ж, що і дослід № 1, але в умовах головного аналога при вологому огрудкуванні і спіканні при витраті кисню в кількості $20\text{ м}^3/\text{т}$ агломерату. Подача кисню здійснюється з початку запалювання шихти протягом 80 % всієї тривалості спікання.

Дослід № 3 - те ж, що і дослід № 2, але з повною заміною компонентів, які містять залізо та флюси, магнітозбагаченими сталеплавильними шлаками при їх вологому огрудкуванні.

Дослід № 4 виконаний для умов способу, який заявляється, без зволоження і вологого огрудкування, тобто при змішуванні МВС і палива з природною вологістю, витраті кисню в кількості $20\text{ м}^3/\text{т}$ агломерату та спіканні механічної суміші шихти з природною вологістю компонентів. Сегрегація сухої суміші при укладанні незначна. Подача кисню здійснювалась аналогічно досліді № 2.

Дослід № 5 - те ж, що і дослід № 4, але з розрідженням 600 мм вод. ст. (5,88 кПа).

Таблиця 1

Хімічний склад компонентів, що використовуються для агломерації

Складова	Вміст, мас. %					
	концентрат	аглоруда	вапняк	МВС	паливо	зола
Fe _{заг}	65,00	55,02	0,35	54,5	-	33,49
FeO	27,20	9,03	-	41,2	-	43,21
Fe ₂ O ₃	62,80	68,67	0,50	-	-	-
MnO	0,044	0,077	0,06	1,6	-	0,24
SiO ₂	7,35	9,50	0,49	21,5	-	32,08
Al ₂ O ₃	0,21	3,71	0,19	0,8	-	13,62
CaO	0,77	0,90	54,34	19,7	-	5,65
MgO	0,40	0,69	0,86	0,05	-	1,14
P ₂ O ₅	0,06	0,12	0,03	0,12	-	0,14
Zn	0,022	-	-	0,016	-	-
C _{нел}	-	-	-	-	69,93	-
S _{заг}	Немає відомостей			0,18	1,26	-
ЛВ	-	-	-	-	2,93	-
Зола	-	-	-	-	25,88	-

- 3 табл. 2 впливає, що запропонований спосіб агломерації магнітозбагачених сталеплавильних шлаків з використанням збагаченого киснем повітря при однакових вихідних умовах виявляє кращі продуктивність і якість агломерату в порівнянні з відомими способами. Так, продуктивність аглоустановки при роботі з додаванням кисню в кількості 20 м³/т агломерату і вологому огрудкуванні становить 140,5 % (дослід № 3), при "сухому" спіканні - 219,1 % (дослід № 4).

Таблиця 2

Результати спікань агломерату з використанням повітря, збагаченого киснем

Показник	№ дослідів				
	1	2	3	4	5
Витрата сухої шихти, мас. %					
в т.ч. аглоруда	12,8	12,8	-	-	-
концентрат	42,7	42,7	-	-	-
вапняк	16,4	16,4	-	-	-
МВС	-	-	95,0	95,0	95,0
зворот	22,5	22,5	-	-	-
паливо (коксик)	5,6	5,6	5,0	5,0	5,0
Вміст води в підготовленій шихті, мас. %	8,6	8,6	7,6	3,5	3,5
Висота шару, який спікається, мм	260	260	260	260	260
Розрідження, мм вод. ст.	1000	1000	1000	1000	600
Витрата кисню, м ³ /т агломерату	-	20,0	20,0	20,0	20,0
Тривалість спікання, хв	11,0	6,5	7,0	5,5	6,0
Вихід придатного агломерату, +5 мм, %	77,5	80,2	69,3	84,9	90,5
Вміст сірки в агломераті, мас. %	0,022	0,020	0,047	0,032	0,034
Барабанна проба агломерату, фракція більше 5 мм, %	67,6	76,2	70,2	82,8	86,4
Питома продуктивність по виходу придатного, %	100,0	175,1	140,5	219,1	214,1

Барабанна проба агломерату, отриманого з МВС, складає 82,8-86,4 % для способу, який заявляється, при 70,2 % у відомому способі.

Вміст сірки в агломераті також задовольняє вимогам до даного виду матеріалу.

Таким чином, запропонований спосіб агломерації магнітозбагачених сталеплавильних шлаків з використанням збагаченого киснем повітря має істотні переваги перед відомими способами і дозволяє повністю вирішити задачу, що стоїть перед винаходом. Використання запропонованого способу дозволить організувати повне використання МВС і отримати

матеріал, що має властивості залізо-флюсу, при збільшенні продуктивності агломашин на 52,6-55,9 %_{відн.} і підвищенні міцності агломерату на 17,9-23,0 %_{відн.}

Приклад 2

У промислових умовах спосіб спікання агломерату з цільного шару реалізується наступним чином (Фіг. 1).

Шихта складається з МВС, палива та, можливо, флюсу. Крупність МВС складає 0,5-10 мм, палива та флюсу - менше 3 мм. Крупне паливо дроблять на чотиривалковій дробарці до крупності менше 3 мм. Крупний флюс дроблять на молоткової дробарці до крупності менше 3 мм.

Компоненти шихти дозують і подають у відділення змішування. Отриману шихту завантажують в проміжний бункер барабанного живильника агломашини.

Після завантаження шихти на агломашину і її запалювання, спікання виробляють на збагаченому до 40 мас. % киснем повітрі. Збагачення киснем повітря можливо припинити після спікання більше 1/3 висоти шару.

Видачу агломерату, його дроблення, розсівання і відвантаження здійснюють у звичайному порядку.

Приклад 3

У промислових умовах спосіб спікання агломерату з подвійним шаром реалізується наступним чином (Фіг. 2).

Завантажувальний пристрій агломашини формує на аглострічці подвійний шар, що складається зі змішаного МВС з паливом і флюсом зверху і огрудкованої шихти знизу. Для реалізації такого завантаження даний пристрій містить два проміжних бункери.

У бункер для формування верху шару окремим трактом подають попередньо змішаний МВС крупністю 0,5-10 мм з паливом і флюсом крупністю менше 3 мм.

У бункер для формування низу шару завантажують вологу огрудковану шихту, яка складається з залізорудної складової, флюсу та палива.

Підготовку сировини для огрудкування виробляють в звичайному порядку. Аглоруду, концентрат та інші залізорудні складові зберігають на рудному дворі в штабелях і закритому складі. Крупне паливо дроблять чотиривалковою дробаркою до крупності менше 3 мм. Флюси (вапняк, доломіт та ін.) дроблять молоткової дробаркою до крупності менше 3 мм. Отриману огрудковану шихту завантажують в проміжний бункер барабанного живильника низу шару.

Після завантаження шихти на агломашину і її запалювання, горіння палива шихти відбувається на збагаченому до 40 мас. % киснем повітрі. Збагачення киснем повітря припиняють після спікання верхній частині шару.

Видачу агломерату, його дроблення, розсівання і відвантаження здійснюють у звичайному порядку.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб агломерації залізорудних матеріалів, що включає дозування компонентів аглошихти, їх змішування, завантаження шихти на аглострічку і спікання з використанням збагаченого киснем повітря, який **відрізняється** тим, що шар шихти з залізорудних матеріалів формують з магнітозбагачених сталеплавильних відходів крупністю від 0,5 до 10 мм, змішаних з паливом і флюсом.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що шар шихти формують на шарі огрудкованої агломераційної шихти вологістю 6-9 мас. %, покладеної на аглострічку.

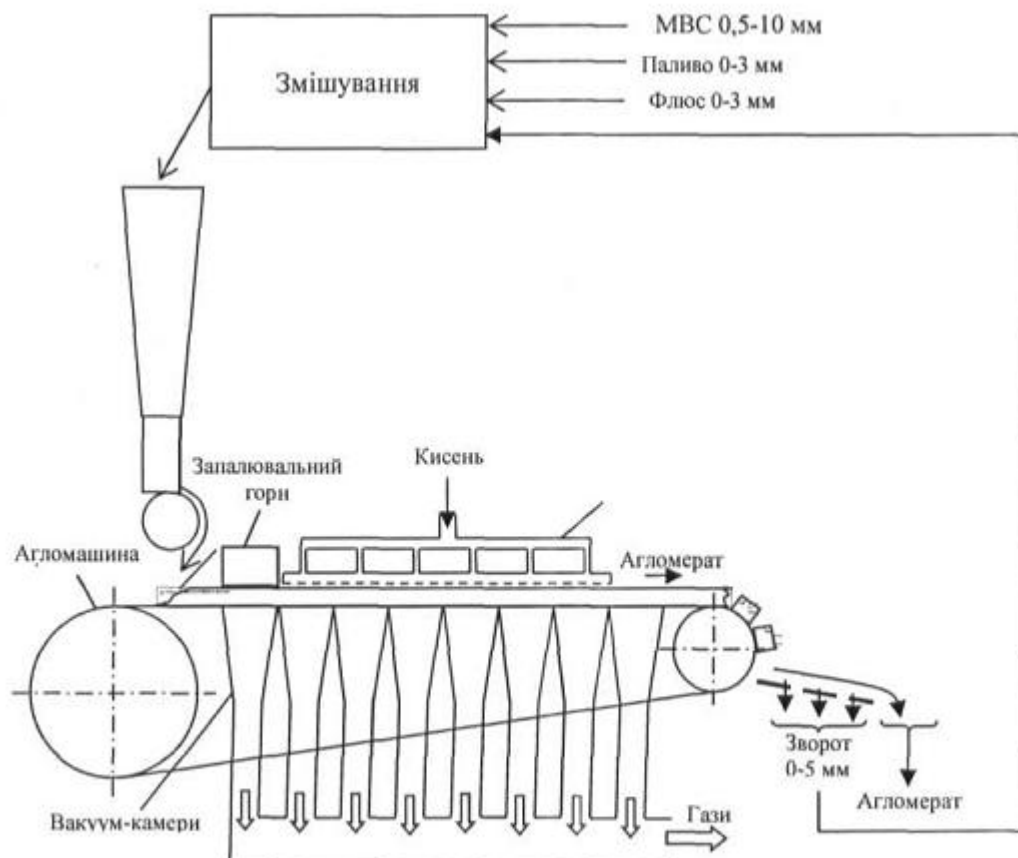
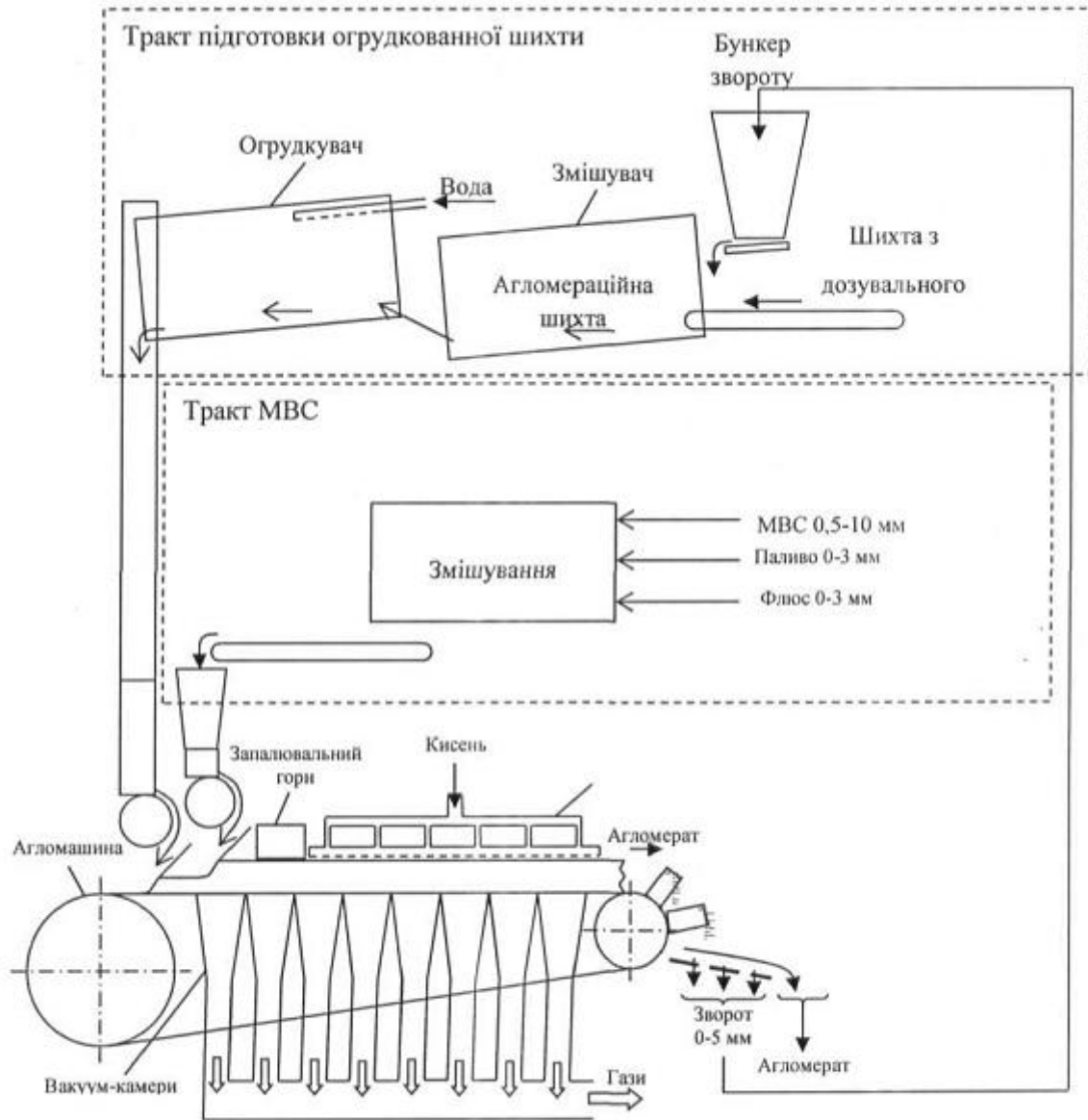


Fig. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка О. Рябо

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