



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **121918** (13) **C2**
(51) МПК (2020.01)**F27B 3/18** (2006.01)**F27B 3/28** (2006.01)**F27D 13/00****F27D 21/02** (2006.01)**F27D 19/00****B65G 43/08** (2006.01)**C21C 5/56** (2006.01)МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

(21) Номер заявки: а 2018 08042	(72) Винахідник(и): Бомер Жан-Клод (LU), Тібо Жан-Клод (BE), Пікко Марко (LU)
(22) Дата подання заявки: 16.12.2016	(73) Власник(и): АРСЕЛОРМІТТАЛ, 24-26, Boulevard d'Avranches, 1160 Luxembourg, Luxembourg (LU)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.08.2020	(74) Представник: Слободянюк Тарас Олександрович, реєстр. №217
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: PCT/IB2015/059871	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: WO 2012/023029 A1, 23.02.2012 EP 2643103 A1, 02.10.2013 WO 2006/027802 A1, 16.03.2006 UA 98017 C2, 10.04.2012
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 22.12.2015	
(33) Код держави-учасниці IB Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	
(41) Публікація відомостей про заявку: 12.11.2018, Бюл.№ 21	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.08.2020, Бюл.№ 15	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ PCT/IB2016/057719, 16.12.2016	

(54) СПОСІБ І СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ МАСИ ПОЧАТКОВОЇ СИРОВИНИ НА КОНВЕЄРІ**(57) Реферат:**

Спосіб і система визначення маси початкової сировини, вивантажуваної конвеєром протягом першого часового інтервалу Δt . Спосіб включає: отримання послідовних цифрових зображень початкової сировини в певній зоні конвеєра, причому два послідовні зображення розділено другим часовим інтервалом δt , який має меншу тривалість, чим перший часовий інтервал Δt ; для кожного з других часових інтервалів δt : обчислюють відстань переміщення субоб'єму сировини протягом другого часового інтервалу δt в певній зоні конвеєра шляхом цифрової обробки двох послідовних зображень, пов'язаних з другим часовим інтервалом δt ; визначають принаймні один поперечний профіль висоти субоб'єму початкової сировини; визначають ефективну густину початкової сировини для субоб'єму початкової сировини; і обчислюють масу початкової сировини, вивантажуваної в металургійну піч конвеєром протягом першого часового інтервалу Δt , на основі відстані переміщення, принаймні одного поперечного профілю висоти і ефективної густини початкової сировини, обчислених або визначених для кожного з других часових інтервалів δt .

UA 121918 C2

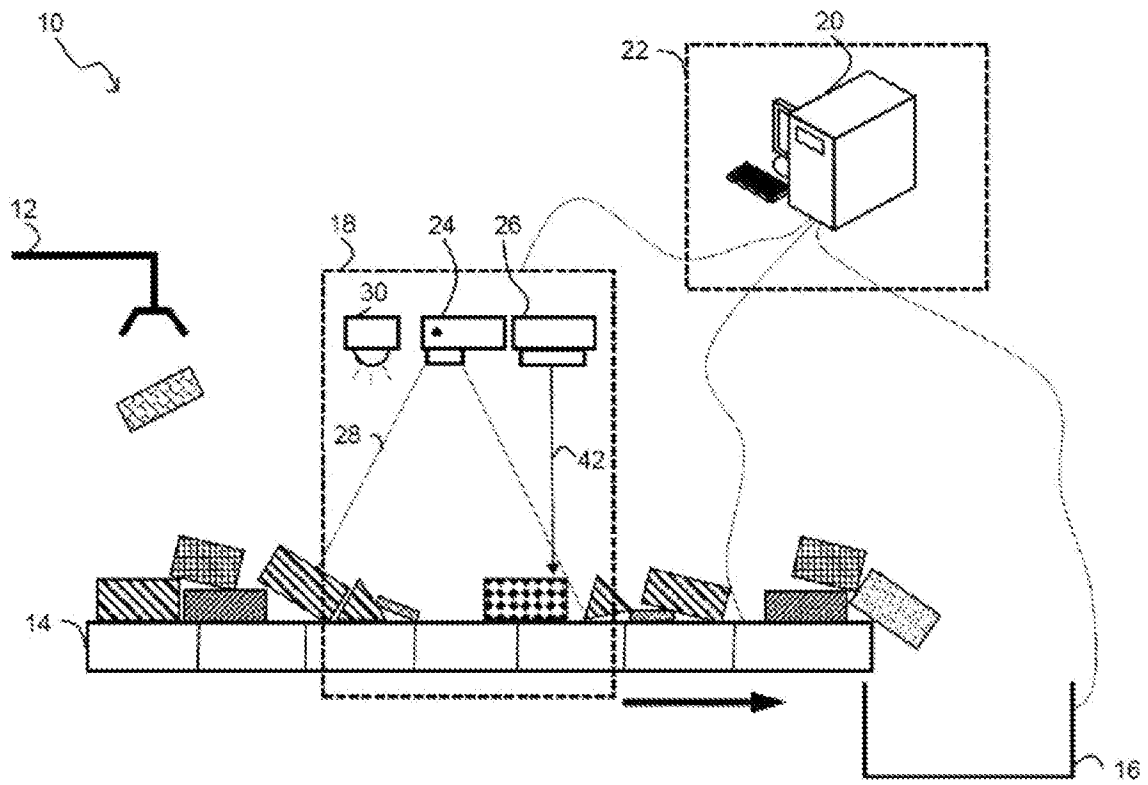


Fig. 1

Область техніки, до якої відноситься винахід.

Винахід в цілому стосується способу і системи для завантаження металургійної печі, наприклад, електродугової печі, (сталевим) ломом та/або іншою сировиною, такою як, наприклад, залізо прямого відновлення (ПВЗ, також зване губчастим залізом) або, можливо, чушковий чавун. Конкретніше, винахід стосується системи і способу визначення кількості початкової сировини, яку подають за допомогою конвеєра в металургійну піч.

Рівень техніки

Технологія металургійних печей, що завантажуються початковою сировиною, наприклад, ломом, безперервним або переривистим способом, є добре відпрацьованою.

У патенті EP 2606305 описана система керування і відстежування завантаження матеріалу, що транспортується безперервним подаючим конвеєром металургійної печі. Система містить завантажувальну секцію для завантаження попередньо визначеної ваги матеріалу відповідно до заздалегідь заданого способу завантаження на конвеєрі безперервної подачі. Система маркірує завантаження за допомогою засобу ідентифікації. Визначають загальні розміри завантаження і обчислюють швидкість просування завантаження. У EP2606305 вказано, що засіб визначення швидкості просування може містити засіб отримання множини зображень завантаження в різні моменти часу, причому зображення і відносні моменти часу їх отримання зіставляють один з одним і обробляють. Система, описана в EP2606305, визначає вагу кожної частини завантаження тільки один раз на відповідній завантажувальній станції і до того, як ця частина завантаження буде вивантажена на конвеєр. Нарешті, система визначає час прибуття завантаження в піч.

Не дивлячись на наведений вище опис, визначення із задовільною точністю масової витрати сировини, що надходить в металургійну піч, на практиці залишається завданням, яке необхідно вирішити. Дійсно, одне з припущень, лежачих в основі розрахунків системи з EP2606305, полягає в тому, що кожна частина сировини, завантаженої на конвеєр, залишається єдиною і просувається як єдине ціле. Насправді це не так, особливо якщо конвеєр є конвеєром вібруючого типу. Для цього типу конвеєра моделювати просування лому складно, якщо взагалі можливо. Наприклад, можна відмітити, що різні частини одного і того ж завантаження сировини можуть просуватися з різною швидкістю залежно від ряду чинників. Крім того, після кожної подачі в піч, завантаження сировини може залишатися на конвеєрі, і буде завантажена в піч наступного разу. З цих причин знання ваги частин завантаження сировини, спочатку завантаженої на конвеєр, зазвичай недостатньо для визначення того, скільки початкової сировини подають в піч в довільний момент часу.

Суть винаходу

Перший аспект дійсного винаходу відноситься до способу визначення маси початкової сировини, вивантажуваної конвеєром протягом першого часового інтервалу, що надалі позначається через Δt , в металургійну піч, наприклад, електродугову (сталеплавильну) піч. Спосіб включає:

- отримання послідовних цифрових зображень початкової сировини в певній зоні конвеєра, причому два послідовні зображення розділено другим часовим інтервалом, що позначається через δt , який має меншу тривалість, ніж перший часовий інтервал Δt ($\delta t \leq \Delta t$);

- для кожного з других часових інтервалів δt :

- o обчислюють відстань переміщення субоб'єму сировини протягом другого часового інтервалу δt в певній зоні конвеєра шляхом цифрової обробки двох послідовних зображень, пов'язаних з другим часовим інтервалом δt ;

- o визначають принаймні один поперечний профіль висоти субоб'єму початкової сировини;

- o визначають ефективну густину початкової сировини для субоб'єму початкової сировини;

та

- обчислюють масу початкової сировини, вивантажуваної в піч конвеєром протягом першого часового інтервалу Δt , на основі відстані переміщення, принаймні одного поперечного профілю висоти і ефективної густини початкової сировини, обчислених або визначених для кожного з других часових інтервалів δt .

Використовуваний вираз "початкова сировина" означає твердий матеріал, що підлягає завантаженню в піч. Наприклад, у разі електродугової печі для виробництва сталі початкова сировина є залізовмісним матеріалом і включає, зокрема, (сталевий) лом і ПВЗ. Можливо, варто відзначити, що EP2606305 спирається на знання заздалегідь виміряної ваги різних частин завантаження і не враховує будь-які подальші обчислення маси початкової сировини.

Переважно, спосіб включає обчислення швидкості просування субоб'єму початкової сировини на конвеєрі та/або час прибуття субоб'єму початкової сировини в піч.

Зрозуміло, що в способі відповідно до першого аспекту винаходу отримують відстань переміщення початкової сировини (для кожного другого часового інтервалу δt) з цифрових зображень, зроблених камерою. Маса початкового матеріалу, що проходить через певну зону конвеєра протягом заданого другого часового інтервалу, дозволяє системі зробити висновок про те, коли ця маса надійде на вхід печі і буде вивантажена до неї. Таким чином, система може відстежувати завантаження печі, а також заздалегідь прогнозувати майбутнє завантаження в деякий момент часу. Горизонт прогнозування залежить від відстані між певною зоною конвеєра, де проводять вимірювання, і входом в піч, а також від швидкості переміщення сировини. Оскільки швидкість переміщення може змінюватися, то горизонт прогнозування також може змінитися. Проте, цей час може бути використаний для коректування робочих параметрів печі так, щоб оптимізувати її ефективність (з погляду ємкості та/або споживання енергії та/або експлуатаційних витрат).

Використовуваний термін "часовий інтервал" означає період, що має час початку, час закінчення і тривалість (різниця між часом початку і закінчення). У виразах "перший часовий інтервал" і "другий часовий інтервал" порядкові числівники "перший" і "другий" використовують тільки для того, щоб розрізнити обидва типи часових інтервалів, і не призначені для позначення будь-якої ієрархії або порядку в часі. Фактично, як згадано вище, спосіб відповідно до першого аспекту винаходу дозволяє прогнозувати масу початкової сировини, вивантажуваної конвеєром протягом майбутнього першого часового інтервалу.

Можливо, варто відзначити, що не потрібно, щоб тривалість першого часового інтервалу Δt або другого часового інтервалу δt була фіксованою, хоча для простоти це може бути переважним. Насправді, обидві тривалості Δt і δt можуть бути скоректовані динамічно.

Тривалість другого часового інтервалу може бути часом між двома послідовними зображеннями, знятими камерою або його цілочисельним кратним (в цьому випадку вищеозначені два послідовні зображення не є найближчими сусідами в послідовності зображень, знятих камерою). Тривалість другого часового інтервалу може бути змінена шляхом вибору кількості зображень, які відкидаються після кожного зображення, що зберігається для цифрової обробки. Якщо частоту кадрів камери можна регулювати, то тривалість другого часового інтервалу може бути змінена шляхом зміни частоти кадрів.

Переважно при обчисленні маси початкової сировини, вивантажуваної протягом першого часового інтервалу Δt :

- для кожного другого часового інтервалу δt обчислюють масу субоб'єму початкової сировини на основі визначених відстані переміщення, принаймні одного поперечного профілю висоти і ефективної густини початкової сировини; та

- підсумовують маси субоб'ємів початкової сировини, що надходить в піч протягом першого часового інтервалу Δt .

Спосіб переважно містить чисельний аналіз цифрових зображень початкової сировини в певній зоні конвеєра, наприклад протягом відповідного другого часового інтервалу δt , для визначення розподілу розмірів частинок (гранулометрії) початкової сировини.

Ефективна густина початкової сировини в кожному субоб'ємі може бути визначена на основі розподілу розмірів частинок початкової сировини. Ефективну густину початкової сировини в субоб'ємі можна, наприклад, визначити на основі розподілу розмірів частинок сировини, отриманої оптичною гранулометриєю, і з використанням довідкової таблиці, в якій ефективна густина сировини співвіднесена з розподілом розмірів частинок початкової сировини. Як альтернатива, в способі може використовуватися класифікатор, навчений визначати ефективну густину початкового матеріалу для кожного субоб'єму початкової сировини на основі відповідного цифрового зображення (зображень). Цифрові зображення, зроблені в певній зоні конвеєра, переважно використовуються як основа для визначення розподілу розмірів частинок за допомогою оптичної гранулометрії.

Тривалість других часових інтервалів δt може бути динамічно скоректована на основі розподілу розмірів частинок початкового матеріалу. Проблема, пов'язана з тонко подрібненою початковою сировиною, полягає в тому, що якщо другий часовий інтервал дуже довгий, то поверхня початкового матеріалу, видима камерою, може значно змінитися. Це відбувається унаслідок трясіння, вироблюваного вібруючим механізмом транспортування. Частинки початкової сировини, лежачі зверху купи, можуть з легкістю переміщатися, покриваючи інші частинки, які ще були видні на попередніх зображеннях. Відповідно, у разі дрібнішої початкової сировини може бути переважним скоротити тривалість других часових інтервалів δt , тоді як у разі крупнішої початкової сировини тривалість других часових інтервалів δt можна збільшити.

Якщо отримувані камерою зображення є кольоровими, то переважно, щоб цифрова обробка для обчислення відстані переміщення включала конвертацію кольорових зображень в

зображення у відтинках сірого. Як частину цифрової обробки також можна виконувати інші корекції зображень, наприклад, кадрування, регулювання контрасту та/або накладення фільтрів.

Цифрова обробка для обчислення відстані переміщення переважно включає вибір частини початкової сировини на одному з двох послідовних зображень; та ідентифікацію відповідної частини початкової сировини на іншому з двох послідовних зображень. Частина початкової сировини, яка була вибрана, переважно міститься в обмеженій області (наприклад, досліджуваній області) одного з двох послідовних зображень. Досліджувана область, що містить вибрану частину початкової сировини, може бути прямокутною, круглою або може мати будь-яку іншу відповідну форму. Досліджувана область може мати фіксований розмір і положення на зображенні. Як альтернатива, досліджувана область може бути динамічно відрегульована залежно від вмісту зображення, тобто від початкової сировини, фотографованої в даний момент часу. Ідентифікація вибраної частини початкової сировини на іншому з двох послідовних зображень може бути виконана, шляхом крос-кореляції досліджуваної області на першому і другому зображеннях. Після того, як було знайдено положення частини початкової сировини на іншому з двох послідовних зображень (шляхом крос-кореляції або будь-яким іншим відповідним способом, наприклад, за допомогою поєднання зображень або розпізнавання ознак), відстань переміщення цієї частини початкової сировини стає відомою в одиницях пікселів камери. Шляхом коректного масштабування відстані (у напрямку переміщення) і ділення на часовий інтервал між двома зображеннями легко обчислити швидкість переміщення початкової сировини. Інший варіант полягає в тому, щоб вибрати один або декілька шматків початкової сировини, наприклад, в різних областях одного зображення, та ідентифікувати ці шматки на інших зображеннях. Якщо виявиться, що окремі шматки перемістилися на різні відстані, то можна використовувати середнє значення цих відстаней як відстань переміщення початкової сировини.

Масштабування відстані переміщення та/або швидкості переміщення початкової сировини переважно виконують на основі відстані між камерою і сировиною (його частиною), для якої у поточний момент часу обчислюють відстань переміщення та/або швидкість переміщення. Ця відстань (надалі звана відстанню "прямої видимості") може бути отримана з поперечного профілю висоти, відповідного сировині, зображення якої отримане камерою. Коефіцієнт масштабування, який перетворить відстань переміщення з одиниць пікселів в одиниці довжини, залежить від відстані прямої видимості. Переважним є динамічне масштабування, і воно навіть може бути необхідним, щоб досягти необхідної точності обчислень відстані переміщення та/або швидкості переміщення, якщо зміни профілю висоти є істотними в порівнянні з відстанню прямої видимості. Проте, якщо рівень висоти сировини на конвеєрі більш менш постійний, то середнього коефіцієнта масштабування може бути досить для визначення коректного зсуву між даними зображеннями і, отже, для обчислення коректної відстані або швидкості переміщення сировини.

Відповідно до варіанту здійснення способу вибір частини сировини на одному з двох послідовних зображень включає: оптичне визначення розподілу розміру частинок сировини на зображенні; і вибору частини сировини залежно від розподілу розміру частинок. Переважно, система вибирає частину сировини, розподіл розміру частинок якої допускає хорошу крос-кореляцію. Наприклад, області зображення, що містять тільки невеликі частинки сировини, можуть призвести до незадовільних результатів ідентифікації на другому зображенні. Якщо реалізований динамічний вибір, то переважні області з крупнішими шматками сировини. Іншим критерієм для динамічного вибору частини сировини може бути її положення на зображенні: будь-яка частина початкової сировини, яка, ймовірно, не з'явиться на іншому зображенні унаслідок її переміщення, не вибиратиметься. Вибір частини початкової сировини на одному з двох послідовних зображень може включати: як альтернативу або на додаток, аналіз вмісту одного із зображень з використанням одного або декількох критеріїв, відмінних від розподілу розміру частинок (наприклад, розподіл яскравих і темних областей, наявність помітних країв і таке інше), а потім вибору частини початкової сировини залежно від результату цього аналізу.

Спосіб відповідно до першого аспекту винаходу особливо добре підходить у поєднанні з конвеєром осцилюючого (або вібруючого) типу. Це дивно, оскільки рух сировини на осцилюючому конвеєрі не є поступальним. Дійсно, у міру переміщення сировини вперед має місце істотне переміщення шматків сировини один відносно одного. Оскільки кожен шматок сировини переміщається по своїй індивідуальній траєкторії, то не можна чекати, що оптичне детектування відстані переміщення (або швидкості переміщення) зможе за прийнятний час дати корисні результати. Дивно, проте, що це виявилось відповідним варіантом, коли засноване на кореляції розпізнавання образів було застосоване для визначення відстані переміщення.

Другий аспект винаходу відноситься до системи визначення маси початкової сировини, вивантажуваної конвеєром протягом першого часового інтервалу Δt , в металургійну піч, наприклад, електродугову піч. Система містить:

- одну або декілька камер, виконаних і встановлених так, щоб отримувати послідовні зображення початкової сировини в певній зоні конвеєра, причому два послідовні зображення розділено другим часовим інтервалом $\delta t < \Delta t$;
- принаймні один лазерний сканер або далекомірну камеру (наприклад, часоплинну 3D камеру) для визначення принаймні одного поперечного профілю висоти субоб'єму початкової сировини в певній зоні;
- систему обробки даних, виконану з можливістю
 - o обчислювати для кожного часового інтервалу δt відстань переміщення відповідного субоб'єму початкової сировини протягом другого часового інтервалу δt за допомогою цифрової обробки двох послідовних зображень, пов'язаних з другим часовим інтервалом δt ; та
 - o обчислювати масу початкової сировини, вивантажуваної в піч конвеєром протягом першого часового інтервалу Δt , на основі відстані переміщення, принаймні одного поперечного профілю висоти і ефективної густини початкової сировини, обчислених, визначених або зафіксованих для кожного з других часових інтервалів δt .

Система може містити принаймні один модуль підсвічування для освітлення поля зору однієї або декількох камер, щоб зробити можливими достатньо короткі значення експозиції для скорочення відношення сигнал-шум і для збільшення контрасту зображень.

Переважно, одну або декілька камер розміщують над конвеєром на відстані від вибраного конвеєра, щоб забезпечити достатнє розрізнення зображення. Наприклад, відстань від однієї або декількох камер до конвеєра, що становить від одного до триразового значення ширини конвеєра, може бути відповідною у разі, коли одна або декілька камер оснащено стандартною оптикою.

Система переважно виконана з можливістю виконувати спосіб відповідно до першого аспекту винаходу і особливо корисна для металургійних, наприклад, електродугових, печей, обладнаних установкою "безперервного" завантаження.

Третій аспект винаходу відноситься до способу роботи металургійної печі (наприклад, електродугової печі), в яку за допомогою конвеєра завантажується початкова сировина. Спосіб відповідно до третього аспекту винаходу включає:

- прогнозування маси сировини, вивантажуваної в піч протягом першого часового інтервалу Δt , з використанням способу відповідно до першого аспекту винаходу, і
- зміна робочих параметрів печі на основі прогнозованої маси початкової сировини; та/або
- зміна масового потоку початкової сировини, вивантажуваної в піч, виходячи з цільових робочих параметрів печі.

Таким чином, в способі роботи печі застосовують прогнозування для керування або уручну, або автоматично роботою печі та/або для коректування (безперервного) процесу завантаження. Переважно, поєднувати обидва типи керування, щоб піч працювала в оптимальному режимі.

Короткий опис креслень

На супроводжуючих кресленнях показано декілька аспектів дійсного винаходу, і разом з докладним описом винаходу ці креслення служать для пояснення його принципів. На кресленнях:

на Фіг. 1 приведений схематичний вигляд механізму завантаження електродугової печі для виробництва сталі;

на Фіг. 2 наведено два зображення, отриманих камерою в різні моменти часу, на яких показано переміщення початкової сировини на конвеєрі;

на Фіг. 3 наведений схемний вигляд в поперечному перерізі початкової сировини, що знаходиться на конвеєрі, яка містить крупні шматки;

на Фіг. 4 приведений схемний вигляд в поперечному перерізі початкової сировини, що знаходиться на конвеєрі, містить дрібніші шматки;

на Фіг. 5 наведено графічне представлення отриманих профілів висоти купи сировини на конвеєрі.

Докладний опис переважного варіанту здійснення винаходу

На Фіг. 1-5 показані аспекти спрощеної системи 10 для завантаження сталеплавильної електродугової печі 16. Система 10 завантаження містить завантажувальну станцію 12, що поміщає початкову сировину, зокрема, лом, на конвеєр 14. Конвеєр 14 є конвеєром осцилюючого типу, який краще всього підходить для транспортування початкової сировини завдяки тому, що він є таким, що не засмічується і самоочищується.

Під час транспортування до печі 16 на конвеєрі 14 початкова сировина проходить через станцію 18 отримання характеристик сировини. Станція 18 отримання характеристик сировини сполучена з процесором 20. Процесор 20 передає інформацію про сировину в центр 22 керування. На основі інформації, отриманої від станції 18 отримання характеристик сировини, контролер в центрі 22 керування може змінювати робочі параметри електродугової печі 16 та/або регулювати майбутній масовий потік початкової сировини. Обидві міри служать для того, щоб електродуга під 16 працювала якомога ефективніше.

Станція 12 завантаження сировини зазвичай містить стріловидний кран або аналогічну установку, в якій кількість початкової сировини, що завантажується на конвеєр 14, не контролюють або, принаймні, контролюють не точно. Отже, маса початкової сировини, що завантажується в електродугу під 16 протягом часового інтервалу Δt , не може бути визначена виключно на підставі інформації від станції 12 завантаження сировини, якщо така є. Крім того, форма, розмір, а також співвідношення сторін початкових матеріалів можуть значно змінюватися з часом.

Станція 18 отримання характеристик сировини служить для оптичного визначення швидкості переміщення і розподілу маси сировини в подовжньому напрямку конвеєра 14. Станція 18 отримання характеристик сировини розташована між завантажувальною станцією 12 і електродуговою пічкою 16 і має як основні компоненти цифрову камеру 24 і лазерний сканер 26, закріплені над конвеєром 14 на деякій відстані від конвеєра 14, що переважно становить від одного до трьох значень поперечної ширини конвеєра. Для конвеєра 14 з поперечною шириною 2 м камера 24 і лазерний сканер 26 можуть бути встановлені на висоті, наприклад, від 2 до 6 м над конвеєром 14.

Цифрова камера 24 з частотою кадрів, яка переважно складає від 1 Гц до 30 Гц, отримує цифрові зображення початкової сировини, що проходить через станцію 18 отримання характеристик сировини. Поле зору 28 камери 24 охоплює всю ширину конвеєра 14 і ділянку конвеєра 14 в його подовжньому напрямку. Наприклад, зона, що охоплюється камерою 24, може мати розмір 2 метри на 2 метри по довжині конвеєра 14. Станція 18 отримання характеристик сировини також містить модуль 30 підсвічування, що наприклад містить світлодіоди, для освітлення поля 28 зору камери 24.

До типу камери 24 не пред'являють особливих вимог, за винятком того, що вона переважно є міцною камерою, виконаною з можливістю витримувати умови навколишнього середовища, дії яких вона піддається.

Зображення, зроблені камерою 24, обробляють для отримання швидкості переміщення початкової сировини, розподілу розміру частинок і ефективної густини початкової сировини.

Отримання швидкості переміщення засноване на так званій технології "поєднання зображень". У послідовності зображень, отриманих камерою 24, вибирають два зображення 32-34. Зображення 32-34 можуть бути безпосередньо послідовними зображеннями, але це необов'язково, особливо якщо камера 24 має високу частоту кадрів. Часовий інтервал δt між цими зображеннями 32-34 вибирають достатньо малим, так що принаймні частина початкової сировини присутня на обох зображеннях 32-34, хоча і в різних місцях. У одному із зображень 32 вибирають так званий "шаблон" 36 (фрагмент зображення або досліджувану область), що містить частину початкової сировини, і процесор 20 намагається знайти ту ж саму частину початкової сировини 38 в другому зображенні 34. У другому зображенні 34 частина сировини перемістилася на деяку відстань 40 відносно першого зображення 32. Ідентифікацію ділянки початкової сировини в другому зображенні 34 виконують шляхом двовимірної крос-кореляції шаблону 36 з другим зображенням. Вважають, що ідентифікація досягнута в тій області, в якій функція взаємної кореляції досягає свого максимуму. Відстань в пікселях між шаблоном 36 і областю на другому зображенні 38 відповідає відстані 40 переміщення початкової сировини за часовий інтервал δt . Перетворення відстані 40 переміщення з пікселів у фактичну відстань 40 переміщення (наприклад, в метричних одиницях) виконують на основі попереднього виконаного калібрування камери 24. Розділивши відстань 40 переміщення на часовий інтервал між двома зображеннями 32-34, отримують швидкість переміщення.

Процесор 20 переважно виконаний з можливістю повністю автоматично отримувати швидкість переміщення. Алгоритм може містити деяку попередню обробку зображення, зокрема, для обробки сильно мінливих аспектів початкової сировини: типу (лом або ПВЗ), розміру, форми, кольору (від чистого до повністю окисленого).

Перший етап попередньої обробки може містити обрізання зображень для видалення граничних областей, що не містять будь-якої корисної інформації.

У випадку якщо камера 24 отримує кольорові зображення, може бути виконаний етап попередньої обробки, що містить перетворення кольорових зображень в зображення у відтінках

сірого. Цей етап не зменшує або, принаймні, істотно не зменшує об'єм інформації, присутньої на зображенні, але значно зменшує обчислювальні витрати на крос-кореляцію.

Висока контрастність зображень корисна для того, щоб з більшою надійністю виявляти максимальну крос-кореляцію. Для цього процесор 20 застосовує процедуру адаптивного вирівнювання гістограми для збільшення контрасту зображення.

Для кожного зображення гранулометрія (розподіл розмірів частинок) частин початкової сировини може бути отримана з використанням так званої технології "морфологічного розмикання зображення". Ця технологія відповідає проходженню маски по зображенню, що складається із структурного елементу (розмикаючого круглого диска змінного діаметру (у пікселях) або іншої форми), і підрахунку кількості пікселів, що відносяться до контурів зображених шматків початкової сировини, які проходять через цей структурний елемент змінного розміру. Цей спосіб також можна назвати "оптичним просіюванням". Інформація про гранулометрію початкової сировини може використовуватися процесором 20 для динамічного коректування розміру (і, можливо, форми) відстежуваного шаблону 36. Як правило, для хорошого виявлення переміщення крупніші шматки початкової сировини вимагають крупнішого шаблону, ніж дрібніші. Крім того, ці дані гранулометрії можуть бути використані для надання операторові печі "об'єктивнішої" інформації про те, який тип або клас сировини в даний час транспортують на конвеєрі.

Можна застосовувати інші способи оптичної гранулометрії. Проте, технологія "розмикання зображення" особливо добре підходить, оскільки крос-кореляцію переважно виконують на зображеннях, отриманих фільтрацією, виконаною відповідно до способу "морфологічного розмикання зображення". Ці відфільтровані зображення містять тільки ознаки, що мають діаметр (найбільший розмір), що набуває значення з певного діапазону.

Лазерний сканер 26 виконаний і призначений для сканування 42 початкової сировини в площині, перпендикулярній (поперечній) напрямку переміщення початкової сировини. Сканування 42 дає принаймні один профіль висоти 44 субоб'єму початкової сировини, що проходить через станцію 18 отримання характеристик сировини. Профілі 44 висоти, які записуються послідовно, можуть бути об'єднані для отримання тривимірного представлення поверхні початкової сировини для субоб'єму. Приклад такого тривимірного представлення субоб'єму початкової сировини на конвеєрі 14 представлений на Фіг. 5. Як альтернатива, замість лінійного лазерного сканера (записує окремі фрагменти сцени) станція 18 отримання характеристик сировини може містити тривимірний лазерний сканер або тривимірну часоплинну камеру.

На основі розподілу розміру частинок, отриманого оптично, процесор 20 визначає ефективну густину початкової сировини. Використовуючи цю інформацію у поєднанні з профілями висоти 44, можна розрахувати масу субоб'ємів початкової сировини.

Для визначення маси субоб'єму початкової сировини необхідно знати уявний об'єм V_{app} субоб'єму початкової сировини і його ефективну густину ρ_{eff} . У загальному випадку зв'язок між уявним об'ємом, ефективною густиною, повним об'ємом V і об'ємною густиною ρ може бути записана у вигляді $\rho V = \rho_{eff} V_{app}$. Уявний об'єм V_{app} , відомий принаймні з одного профілю висоти 44, виміряного лазерним сканером 26. Для ясності на Фіг. 3 і 4 показано два приклади, де розподіл розмірів частинок початкової сировини має великий, відповідно низький, середній розмір частинок, тоді як уявний V_{app} обох частин початкової сировини, приблизно однаковий. Процесор 20 визначає ефективну густину ρ_{eff} субоб'єму початкової сировини з використанням довідкової таблиці, в якій ефективна густина сировини співвіднесена з розподілом розміру частинок початкової сировини. На останньому етапі для визначення маси субоб'єму сировини процесор 20 помножує ефективну густину ρ_{eff} на уявний об'єм V_{app} .

Хоча в цьому документі детально описаний конкретний варіант здійснення, фахівцям в даній області техніки зрозуміло, що в світлі загальних принципів винаходу можуть бути розроблені різні модифікації і альтернативи. Відповідно, розкриті конкретні пристрої є тільки ілюстративними і не обмежують об'єм винаходу, який визначається об'ємом формули винаходу і будь-яких її еквівалентів, що додається.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб визначення маси початкової сировини, вивантажуваної конвеєром в металургійну піч протягом першого часового інтервалу Δt , що включає:
отримання цифрових зображень початкової сировини в певній зоні згаданого конвеєра, причому два послідовні зображення розділені другим часовим інтервалом $\delta t \leq \Delta t$; при цьому для кожного із згаданих других часових інтервалів δt :

- обчислюють відстань переміщення субоб'єму сировини протягом згаданого другого часового інтервалу δt в згаданій певній зоні згаданого конвеєра шляхом цифрової обробки двох послідовних зображень, пов'язаних із згаданим другим часовим інтервалом δt ;
- визначають принаймні один поперечний профіль висоти згаданого субоб'єму початкової сировини;
- визначають ефективну густину початкової сировини для згаданого субоб'єму початкової сировини; та
- обчислюють згадану масу початкової сировини, вивантажуваної в піч згаданим конвеєром протягом першого часового інтервалу Δt , на основі згаданої відстані переміщення, згаданого принаймні одного поперечного профілю висоти і згаданої ефективної густини початкової сировини, обчислених або визначених для кожного із згаданих других часових інтервалів δt .
2. Спосіб за п. 1, в якому на етапі обчислення згаданої маси початкової сировини, вивантажуваної згаданим конвеєром протягом першого часового інтервалу Δt :
для кожного другого часового інтервалу δt , обчислюють масу субоб'єму початкової сировини на основі згаданих обчислених величин: відстані переміщення, принаймні одного поперечного профілю висоти і ефективної густини початкової сировини; та
підсумовують маси субоб'ємів початкової сировини, що надходить в піч протягом першого часового інтервалу Δt .
3. Спосіб за п. 1 або 2, що також містить чисельний аналіз цифрового зображення початкової сировини в згаданій певній зоні згаданого конвеєра для визначення розподілу розмірів частинок початкової сировини.
4. Спосіб за п. 3, в якому згадану ефективну густину початкової сировини в згаданому субоб'ємі визначають на основі згаданого розподілу розмірів частинок початкової сировини.
5. Спосіб за п. 4, в якому згадану ефективну густину початкової сировини в згаданому субоб'ємі визначають на основі згаданого розподілу розмірів частинок початкової сировини і з використанням довідкової таблиці, в якій ефективна густина сировини співвіднесена з розподілом розміру частинок початкової сировини.
6. Спосіб за п. 3 або 4, в якому тривалість згаданих других часових інтервалів δt динамічно регулюють на основі згаданого розподілу розмірів частинок початкової сировини.
7. Спосіб за будь-яким з пп. 1-6, в якому згаданими зображеннями є кольорові зображення, а згадана цифрова обробка для обчислення відстані переміщення включає перетворення згаданих кольорових зображень в зображення у відтінках сірого.
8. Спосіб за будь-яким з пп. 1-7, в якому при згаданій цифровій обробці для обчислення відстані переміщення вибирають частину початкової сировини на одному з двох послідовних зображень; і ідентифікують відповідну частину початкової сировини на іншому з двох послідовних зображень.
9. Спосіб за п. 8, в якому при вказаному виборі частини початкової сировини на одному з двох послідовних зображень визначають розподіл розміру частинок сировини на згаданому зображенні; та
- вибирають згадану частину сировини на основі згаданого розподілу розміру частинок.
10. Спосіб за будь-яким з пп. 1-9, в якому обчислюють швидкість переміщення згаданого субоб'єму початкової сировини на згаданому конвеєрі.
11. Спосіб за будь-яким з пп. 1-10, в якому згаданим конвеєром є конвеєр осцилюючого типу.
12. Спосіб за будь-яким з пп. 1-11, в якому масштабують відстань переміщення та/або швидкість переміщення початкової сировини на основі відстані між камерою і сировиною, для якої у поточний момент часу обчислюють відстань переміщення та/або швидкість переміщення.
13. Спосіб за п. 12, в якому згадане масштабування виконують динамічно залежно від поперечних профілів висоти.
14. Система визначення маси початкової сировини, вивантажуваної конвеєром в металургійну піч протягом першого часового інтервалу Δt , що містить:
принаймні одну камеру, здатну отримувати послідовні зображення початкової сировини в певній зоні згаданого конвеєра, причому два послідовні зображення розділено другим часовим інтервалом $\delta t \leq \Delta t$;
- принаймні один лазерний сканер або далекомірну камеру для визначення принаймні одного поперечного профілю висоти субоб'єму початкової сировини в згаданій певній зоні;
- систему обробки даних, виконану з можливістю:
обчислювати для кожного часового інтервалу δt відстань проходження відповідного субоб'єму початкової сировини протягом згаданого другого часового інтервалу δt за допомогою цифрової обробки двох послідовних зображень, пов'язаних із згаданим другим часовим інтервалом δt ; та

обчислювати згадану масу початкової сировини, вивантажуваної в піч згаданим конвеєром протягом згаданого першого часового інтервалу Δt , на основі згаданої відстані переміщення, згаданого принаймні одного поперечного профілю висоти і згаданої ефективної густини початкової сировини, обчислених, визначених або зафіксованих для кожного із згаданих других часових інтервалів δt .

15. Система за п. 14, що містить принаймні один модуль підсвічування для освітлення поля зору згаданою принаймні однієї камери для зниження відношення сигнал-шум і збільшення контрасту згаданих зображень.

16. Система за п. 14 або 15, в якій згадана принаймні одна камера розташована над згаданим конвеєром на відстані, що становить від одного до триразового значення поперечної ширини конвеєра.

17. Спосіб роботи металургійної печі, в яку за допомогою конвеєра завантажуються початкова сировина, що характеризується тим, що прогнозують масу сировини, вивантажуваної в піч протягом першого часового інтервалу Δt , відповідно до способу за будь-яким з пп. 1-13 модифікують робочі параметри згаданої печі, виходячи з маси початкової сировини, вивантажуваної в згадану піч протягом згаданого першого часового інтервалу Δt ; та/або змінюють масовий потік початкової сировини, вивантажуваної в згадану піч, виходячи з цільових робочих параметрів згаданої печі.

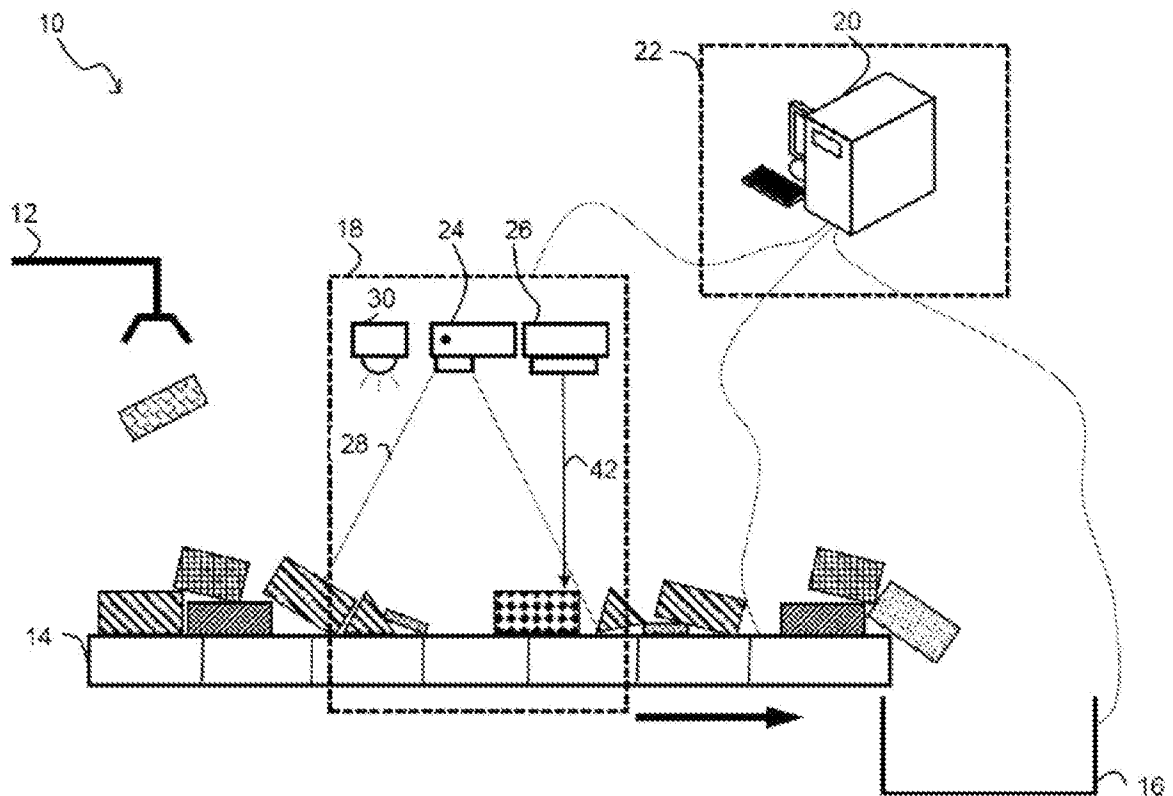


Fig. 1

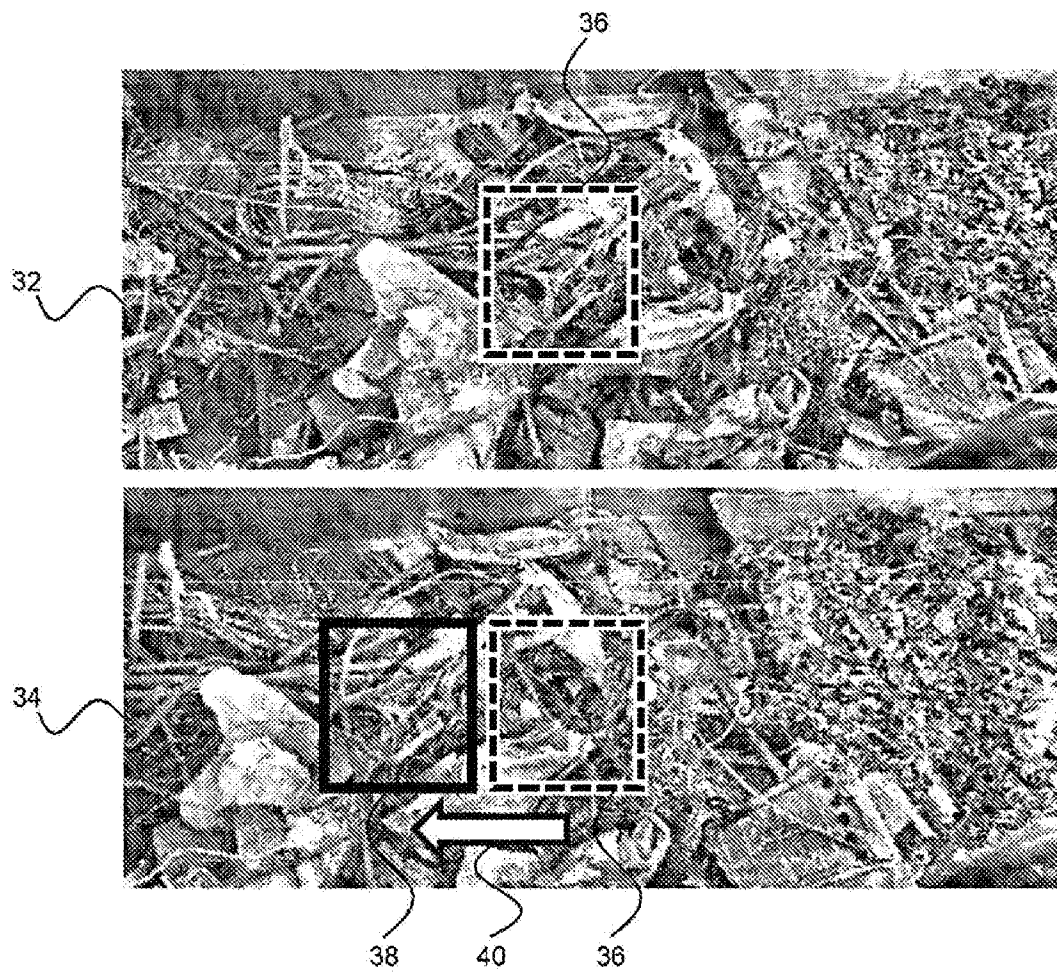


Fig. 2

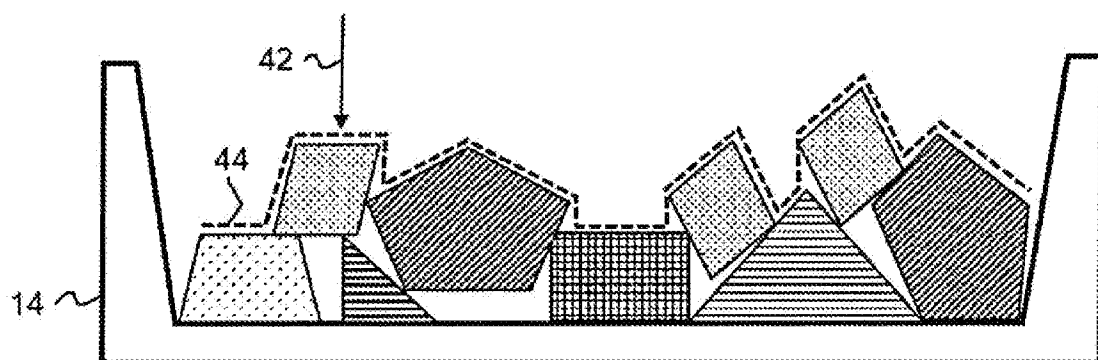
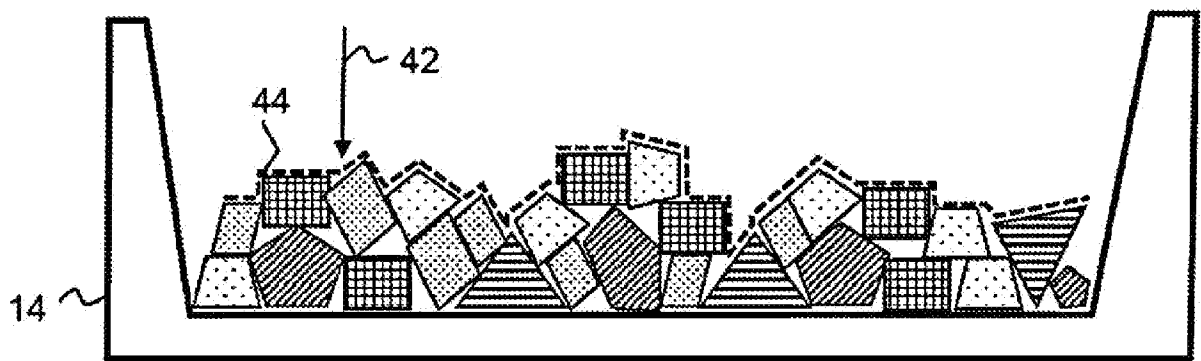
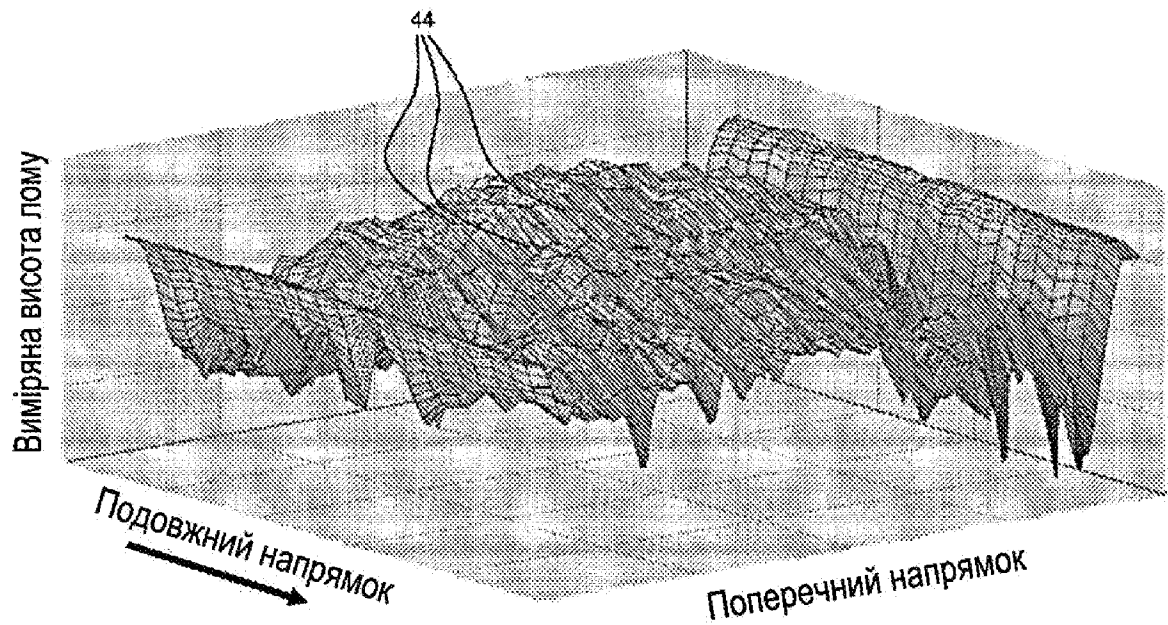


Fig. 3



Фіг. 4



Фіг. 5

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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