



(19) **UA** (11) **62 019** (13) **C2**
(51)МПК ⁷ **F 27B 7/20**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ

(21), (22) Заявка: 2001085890, 15.02.2000

(24) Дата начала действия патента: 15.12.2003

(30) Приоритет: 18.02.1999 CZ PV 544-99

(46) Дата публикации: 15.12.2003

(86) Заявка РСТ:
РСТ/CZ00/00006, 20000215

(72) Изобретатель:

Поспишил Ярослав, CZ,
Жайдлик Йозеф, CZ,
Михалек Зденек, CZ,
Крейчи Петр, CZ,
Пумпра Алоис, CZ

(73) Патентовладелец:

ПСП ЕНДЖИНИЕРИНГ А.С., CZ

(54) УМЕНЬШЕННЫЙ ПО ВЫСОТЕ ЦИКЛОННЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК

(57) Реферат:

Сниженный, т.е. уменьшенный по высоте, теплообменник состоит из системы циклонов для предварительного нагрева и дальнейшего отделения порошкового сырья перед его следующей тепловой обработкой и разделен на две части, высокотемпературную часть (1) и низкотемпературную часть (2), соединенные между собой соединительным трубопроводом горячего газа (4). Самым низким и по направлению движения потока горячего газа входным элементом низкотемпературной части (2) является противоточный шахтовый теплообменник (20), вход (200) которого расположен ниже уровня выхода горячего газа (131) высшего циклона (13) высокотемпературной части (1). Подогретое порошковое сырье поступает из низкотемпературной части (2) в

высокотемпературную часть (1) через транспортный трубопровод (50), в который подается поток горячего газа, причем в этот поток подается порошковое сырье из выхода (202) противоточного шахтового теплообменника (20). В выходной трубопровод (41), расположенный между входной камерой (30) барабанной печи (3) и первым циклоном (11) высокотемпературной части (1), входит подвод топлива (6) и подвод воздуха для горения (60) и/или подвод (51) горячего газа и предварительно кальцинированного сырья.

Официальный бюллетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2003, N 12, 15.12.2003. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.



(19) **UA** (11) **62 019** (13) **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **F 27B 7/20**

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

(12) **DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION**

(21), (22) Application: 2001085890, 15.02.2000

(24) Effective date for property rights: 15.12.2003

(30) Priority: 18.02.1999 CZ PV 544-99

(46) Publication date: 15.12.2003

(86) PCT application:
PCT/CZ00/00006, 20000215

(72) Inventor:

Pospeshil Yaroslav, CZ,
Zhaidlik Yozhef, CZ,
Mikhalek Zdenek, CZ,
Kreichi Petr, CZ,
Pumpria Alois, CZ

(73) Proprietor:

PSP ENGINEERING A.S., CZ

(54) **REDUCED IN HEIGHT CYCLONE HEAT EXCHANGER**

(57) Abstract:

The lower, that means in high reduced, heat exchanger according to the invention is composed from a system of cyclones for preheating and following separation of powdered raw material before its next thermal processing, where the exchanger is divided into two parts, to a high temperature part (1) and to a low temperature part (2), mutually interconnected with an interconnecting tube (4) of hot gas. According to the invention the lowest and in connection to the direction of hot gas stream input members of low temperature part (2) is a counter current shaft exchanger (20), the input (20) of which is situated under the level of hot gas output (131) from the highest cyclone (13) of high temperature part (1). The heated up powdered raw material is transported from low temperature part (2) into

high temperature part (1) by means of a transport tube (50), to which the hot gas stream is led, where to this stream the powdered raw material from output (202) of counter current shaft exchanger (20) is led. To the output tube (41), arranged between the input chamber (30) of a rotary kiln (3) and the first cyclone (11) of high temperature part (1) are further according to the invention advantageously the fuel input (6) and the input (60) of combustion gas and/or input (51) of hot gasses and precalcined raw material ended.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2003, N 12, 15.12.2003. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.



(19) **UA** (11) **62 019** (13) **C2**
(51)МПК ⁷ **F 27B 7/20**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВІНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
2001085890, 15.02.2000

(24) Дата набуття чинності: 15.12.2003

(30) Дані стосовно пріоритету відповідно до Паризької конвенції : 18.02.1999 CZ PV 544-99

(46) Публікація відомостей про видачу патенту (деклараційного патенту): 15.12.2003

(86) Номер та дата подання міжнародної заявки відповідно до договору РСТ:
РСТ/CZ00/00006, 20000215

(72) Винахідник(и):

Поспішил Ярослав , CZ,
Жайдлік Йозеф , CZ,
Міхалек Здєнек , CZ,
Крейчі Петр , CZ,
Пумпрла Алоїс , CZ

(73) Власник(и):

ПСП ЕНДЖІНІЕРІНГ А.С., CZ

(54) ЗНИЖЕНИЙ ПО ВИСОТІ ЦИКЛОННИЙ ТЕПЛООБМІННИК

(57) Реферат:

Знижений, тобто знижений по висоті, теплообмінник складається з системи циклонів для попереднього нагрівання і подальшого відокремлення порошкової сировини перед її наступним тепловим обробленням та розділений на дві частини, високотемпературну частину (1) та низькотемпературну частину (2), з'єднані між собою з'єднувальним трубопроводом гарячого газу (4). Найнижчим і по напрямку руху потоку гарячого газу вхідним елементом низькотемпературної частини (2) є протитечійний шахтовий теплообмінник (20), вхід (200) якого розміщений нижче рівня виходу гарячого газу (131) найвищого

циклона (13) високотемпературної частини (1). Підігріта порошкова сировина надходить з низькотемпературної частини (2) у високотемпературну частину (1) через транспортний трубопровід (50), в який подається потік гарячого газу, причому в цей потік подається порошкова сировина з виходу (202) протитечійного шахтового теплообмінника (20). У вихідний трубопровід (41), розміщений між вхідною камерою (30) барабанної печі (3) та першим циклоном (11) високотемпературної частини (1), входить підвід палива (6) і підвід повітря для горіння (60) та/або підвід (51) гарячого газу і попередньо кальцинованої сировини.

Опис винаходу

Винахід стосується зниженого, тобто зниженого по висоті циклонного теплообмінника для попереднього нагрівання порошкової сировини, причому теплообмінник складається з системи циклонів і розділений на дві частини: високотемпературну частину, яка знаходиться ближче до джерела гарячого газу, і низькотемпературну частину, причому високотемпературна і низькотемпературна частини приєднані одна до одної за допомогою з'єднувального трубопроводу і зміщені одна відносно другої по висоті таким чином, що вхід в низькотемпературну частину розміщений нижче, ніж вихід з високотемпературної частини.

Відомі дотепер циклонні теплообмінники через послідовне впорядкування окремих циклонів та функціонально необхідну різницю у висоті мають значну будівельну висоту, що накладає значні вимоги як до конструкції та монтажу обладнання, так і до їхньої експлуатації та технічного обслуговування. Ще одним важливим недоліком високої конструкції є необхідність врахування проектних і будівельних вимог при реалізації системи в областях з підвищеною сейсмічністю. В деяких конструкціях проблема надмірної будівельної висоти вирішена шляхом збільшення габаритів технологічного обладнання за рахунок плавності потоку матеріалу і газу протягом технологічного процесу.

Відомою також є конструкція згідно з патентною заявкою PV 4319-98, що частково вирішує проблему надмірної будівельної висоти або небажаного збільшення габаритів технологічного обладнання шляхом розділення системи циклонів на дві частини - високотемпературну і низькотемпературну, які розташовані одна поруч одної, причому гарячий газ поступає, з високотемпературної частини в низькотемпературну частину через з'єднувальний трубопровід, що починається в останньому циклоні високотемпературної частини і закінчується в першому циклоні низькотемпературної частини. Для забезпечення правильного функціонування обладнання на кінці з'єднувального трубопроводу необхідно забезпечити зворотну петлю, розташовану під рівнем першого циклона низькотемпературної частини. Проте це частково зводить нанівець перевагу, що полягає у зниженні загальної висоти теплообмінника, а також призводить до того, що у зворотній петлі неодмінно осідає частина підігрітої порошкової сировини, що, крім іншого, знижує потужність обладнання. Для усунення небажаних відкладень у зворотній петлі необхідно передбачити відповідний отвір з можливістю блокування, що, особливо якщо враховувати необхідну теплоізоляцію, ускладнює конструктивне рішення теплообмінника. Крім вищезгаданого, значно збільшується довжина з'єднувального трубопроводу.

Недоліки реалізованих на сьогоднішній день конструктивних рішень значною мірою усуваються предметом цього винаходу, яким є знижений по висоті теплообмінник для попереднього нагрівання порошкової сировини, що складається з системи циклонів, причому теплообмінник розділений на дві частини - високотемпературну частину, розміщену ближче до джерела гарячого газу, і низькотемпературну частину, і кожна частина складається принаймні з двох циклонів, розташованих послідовно один за одним на різному рівні висоти та з'єднаних між собою з'єднувальним трубопроводом гарячого газу таким чином, що вхід першого циклона приєднаний до джерела гарячого газу, і вихід з кожного циклона приєднаний до входу наступного циклона, причому вихід сепарованої порошкової сировини йде з кожного циклона до початку труби, приєднаної до виходу гарячого газу з попереднього циклона, і високотемпературна, та низькотемпературна частини теплообмінника з'єднані між собою з'єднувальним трубопроводом і розташовані на різному рівні висоти так, що вхід до низькотемпературної частини розміщений нижче виходу з високотемпературної частини, і високотемпературна частина, крім того, оснащена транспортним трубопроводом, що йде у трубопровід, по якому гарячий газ подається у найвищий циклон, і до якого приєднаний вихідний трубопровід низькотемпературної частини теплообмінника.

Суть винаходу полягає у тому, що нижній елемент низькотемпературної частини складається з шахтового теплообмінника, вихід якого направлений у транспортний трубопровід, і в якому вхідна частина транспортного трубопроводу розташована під рівнем виходу порошкової сировини з шахтового теплообмінника.

Ще один принцип винаходу полягає у тому, що у вихідний трубопровід, розташований між вхідною камерою барабанної печі та першим циклоном високотемпературної частини, введений підвід палива і підвід повітря для горіння.

Нарешті, суть винаходу полягає у тому, що у вихідний трубопровід, розташований між вхідною камерою барабанної печі і першим циклоном високотемпературної частини, введений підвід гарячого газу і попередньо кальцинованої сировини.

Реалізація зниженого по висоті теплообмінника згідно з цим винаходом дозволить зберегти переваги циклонних теплообмінників, розділених на високотемпературну та низькотемпературну частини, і одночасно усунути невідповідну петлю в складі їхнього з'єднувального трубопроводу. Таким чином, довжина з'єднувального трубопроводу буде значно зменшена, і зокрема буде усунена необхідність утворення зворотної петлі на кінці трубопроводу перед входом в перший елемент низькотемпературної частини циклонного теплообмінника. З цим також пов'язане підвищення теплового к.к.д. циклонного теплообмінника, розділеного на високотемпературну та низькотемпературну частини, і не в останню чергу покращання умов експлуатації досягається завдяки тому факту, що у зворотній петлі відомого обладнання, крім іншого, осідає частина порошкової сировини, що поступає по з'єднувальному трубопроводу, причому ці відкладення необхідно час від часу видаляти, що обов'язково вимагає реалізації робочих люків в складі конструкцій, що використовуються зараз, або відповідних транспортних засобів в цьому з'єднувальному трубопроводі. І не в останню чергу предмет винаходу значно зменшує об'єм тяжкої праці, необхідної у протилежному випадку в умовах високотемпературного і запиленого середовища.

Приклад реалізації обладнання згідно з винаходом зображений на доданому кресленні, де на фіг.1 показана система зниженого по висоті теплообмінника, а на фіг.2 - змінений конструкційний варіант форми вихідного трубопроводу, показаного на фіг.1.

Знижений по висоті теплообмінник у прикладі реалізації згідно з фіг.1 розділений на дві частини, на високотемпературну частину 1 і низькотемпературну частину 2.

Високотемпературна частина 1 складається з трьох циклонів, першого циклона 11 з входом гарячого газу 110, виходом гарячого газу 111 та виходом сировини 112, другого циклона 12 з входом гарячого газу 120, виходом гарячого газу 121 та виходом сировини 122, і третього циклона 13 з входом гарячого газу 130, виходом гарячого газу 131 та виходом сировини 132. Циклони 11, 12 і 13 з'єднані між собою послідовно в напрямку руху гарячого газу таким чином, що вихід 111 першого циклона 11. трубопроводом 42 з'єднаний з входом 120 другого циклона 12, вихід 121 якого трубопроводом 43 з'єднаний з входом 130 третього циклона 13. Вхід 110 першого циклона 11 вихідним трубопроводом 41 з'єднаний з вхідної камерою 30 барабанної печі 3. Вихід 132 третього циклона 13 за допомогою вихідного трубопроводу 133 з'єднаний з нижньою частиною трубопроводу 42, і аналогічним чином вихід 122 другого циклона 12 з'єднаний з нижньою частиною трубопроводу 41. Вихід сировини 112 з першого циклона 11, нарешті, йде через вихідний трубопровід 113 у вхідну камеру 30 барабанної печі 3 для подальшого температурного оброблення.

Низькотемпературна частина 2 складається з протитечіяного шахтового теплообмінника 20 з входом гарячого газу 200, виходом гарячого газу 201 і виходом сировини 202, а також з нижнього циклона 21 з входом гарячого газу 210, виходом гарячого газу 211 і виходом сировини 212 та верхнього циклона 22 з входом гарячого газу 220, виходом гарячого газу 221 та виходом сировини 222. Конструкція протитечіяного шахтового теплообмінника 20 достатньо відома на практиці і не впливає на суть винаходу, а отже, і не описується тут докладніше. Подібним же чином, як і в високотемпературній частині 1, протитечіяний шахтовий теплообмінник 20 і циклони 21, 22 тут також з'єднані між собою послідовно в напрямку R потоку гарячого газу таким чином, що вихід 201 шахтового протитечіяного теплообмінника 20 з'єднаний трубопроводом 44 з входом 210 нижнього циклона 21, вихід 211 якого з'єднаний трубопроводом 45 з входом 220 верхнього циклона 22. Його вихід 221 далі закінчує область циклонного теплообмінника згідно з винаходом і через вихідний трубопровід 46 з'єднаний з наступною технічною частиною. Вихід 222 верхнього циклона 22 за допомогою вихідного трубопроводу 223 з'єднаний з нижньою частиною трубопроводу 44.

Високотемпературна частина 1 та низькотемпературна частина 2 з'єднані між собою з'єднувальним трубопроводом гарячого газу 4, який з'єднує вихід 131 найвищого - третього - циклона 13 високотемпературної частини 1 з входом 200 протитечіяного шахтового теплообмінника 20 низькотемпературної частини 2. Високотемпературна частина 1 зміщена по висоті відносно низькотемпературної частини 2 так, що патрубок входу 130 найвищого, тобто третього циклона 13, знаходиться вище, ніж з'єднання з'єднувального трубопроводу 4 з входом 200 протитечіяного шахтового теплообмінника 20.

Вхід сировини 5, що мусить бути нагріта перед подаванням у вхідну камеру 30 барабанної печі 3, входить у нижню частину трубопроводу 45, і після проходження через низькотемпературну частину 2 сировина йде у третій - найвищий - циклон 13 високотемпературної частини 1 через трубопровід 50, приєднаний до нижньої частини трубопроводу 43 між її другим циклоном 12 та третім циклоном 13. Подавання здійснюється за допомогою потоку гарячого газу, який в нижній частині 500 транспортного трубопроводу 50 підводиться у напрямку стрілки T. В потік теплового газу через вихідний трубопровід 203 входить вихід 202 протитечіяного шахтового теплообмінника 20 низькотемпературної частини 2.

Конструкція зниженого по висоті теплообмінника згідно з винаходом також вигідним чином доповнена тим, що у вихідний трубопровід 41, за допомогою якого вхідна камера 30 барабанної печі 3 з'єднується з входом гарячого газу 110 з першим циклоном 11, надходить додатковий підвід палива 6 і підвід повітря для горіння 60, або підвід газу 51 і підвід попередньо кальцинованої сировини, або і те, і інше.

Циклонний теплообмінник згідно з винаходом функціонує таким чином. Порошкова сировина, у цьому випадку сировинне борошно для сухого способу виробництва цементного клінкера, подається через вихідний трубопровід 113 у вхідну камеру 30 барабанної печі 3. Навпаки, з вхідної камери 30 через вихідний трубопровід 41 виводиться гарячий газ, що виникає у попередньому тепловому процесі та несе значну кількість теплової енергії. Цей гарячий газ проходить далі поступово в напрямку стрілок R через вихідний трубопровід 41 і трубопроводи 42 та 43, та через перший циклон 11, другий циклон 12 та третій циклон 13 високотемпературної частини 1 теплообмінника, а далі через з'єднувальний трубопровід 4 входить у протитечіяний шахтовий теплообмінник 20 низькотемпературної частини 2 теплообмінника і йде далі в напрямку стрілок R за допомогою трубопроводів 44 і 45 через інші його циклони, нижній циклон 21 та верхній циклон 22, з якого він виводиться через вихідний трубопровід 46.

Порошкова сировина подається в напрямку стрілки V через вхід 5 в нижню частину трубопроводу 45, де змішується з подаваним гарячим газом, що поступає з виходу 211 нижнього циклона 21, і йде до входу 220 верхнього циклона 22. Під час проходження суміші порошку з газом частина теплової енергії газу передається порошковій сировині, і потім порошкова сировина відокремлюється від газу, який далі поступає в напрямку стрілки R у вихідний трубопровід 46, у той час як нагріта порошкова сировина виводиться через вихідний трубопровід 233 в напрямку стрілки S з виходу 222 верхнього циклона 22. Вихідний трубопровід 223 входить у нижню частину трубопроводу 44, і порошкова сировина знову змішується з газом, що поступає з протитечіяного шахтового теплообмінника 20, який працює на принципі протитечіяного теплообміну між газом та порошковим сировинним матеріалом, причому його температура є вищою, ніж температура в трубопроводі 45. Порошкова сировина, відокремлена в циклоні 21, по вихідному трубопроводу 213 йде в напрямку стрілки S на вихід 201 газу

з протитечійного шахтового теплообмінника 20, в якому йде проти потоку гарячого газу в напрямку стрілок S в його нижню частину. Під час руху суміші порошку та газу порошкова сировина нагрівається до вищої температури, ніж попередня, тоді як температура газу знижується. Описаний процес повторюється в кожному з циклонів 21, 22 низькотемпературної частини 2 і циклонів 11, 12, 13 високотемпературної частини 1 теплообмінника, причому під час проходження через кожний ступень підвищується температура порошкової сировини, і сировина продовжує свій рух до вхідної камери 30 барабанної печі 3 в напрямку стрілок S, а гарячий газ, навпаки, рухається в напрямку стрілок R до вихідного трубопроводу 46, і його температура поступово знижується. Порошкова сировина, відокремлена в окремих ступенях теплообмінника, навпаки, поступає в напрямку стрілок S, тобто в напрямку, зворотному напрямку R потоку гарячого газу, від входу 5 до вхідної камери 30 барабанної печі 3, при цьому поступово між окремими ступенями теплообмінника приймає тепло від гарячого газу.

Передавання речовин між високотемпературною частиною 1 та низькотемпературною частиною 2 здійснюється таким чином, що гарячий газ поступає від виходу 131 третього циклона 13 на вхід 200 протитечійного шахтового теплообмінника 20 за допомогою окремого з'єднувального трубопроводу 4. Попередньо частково нагріта порошкова сировина, що виходить з низькотемпературної частини 2 теплообмінника, підводиться через вихідний трубопровід 203 з виходу 202 протитечійного шахтового теплообмінника 20 у транспортний трубопровід 50 і через нього у відповідний ступень високотемпературної частини 1 теплообмінника після змішування з зовнішнім потоком газу, що підводиться до початку 500 транспортного трубопроводу 50 в напрямку стрілки T.

Як зображено на фіг.2, після доповнення конструкції додатковим підводом палива і повітря для горіння за допомогою входів 6 і 60 можна збільшити потужність, а згодом і к.к.д. системи, так що температурні умови гарячого газу, що поступає до високотемпературної частини 1, можна регулювати до оптимальних робочих значень. Подібним же чином можна шляхом додавання газу та попередньо кальцинованої порошкової сировини через підвід 51 в нижню частину вихідного трубопроводу 41 змінити кінцевий склад та властивості порошкової сировини, яка після проходження через перший циклон 11, входить у вхідну камеру 30.

Очевидним є те, що конструкція циклонного теплообмінника не обмежується вищевказаними прикладами. Кількість циклонів у високотемпературній частині 1 і низькотемпературній частині 2 не обов'язково мусить бути однаковою. Але обов'язковою умовою його функціонування є, проте, те, щоб на кожному з вказаних ступенів було принаймні два циклони. Також значення різниці по висоті точки патрубка виходу найвищого і останнього - стосовно напрямку R потоку гарячого газу - циклона із входом у низькотемпературну частину 2, тобто до входу 200 протитечійного шахтового теплообмінника 20, також може бути різним - при зберіганні більш низького рівня точки з'єднання низькотемпературної частини 2 - та може бути визначене згідно з заданими температурними умовами та формою конструкції.

Конструкцію зниженого по висоті циклонного теплообмінника згідно з винаходом можна використовувати особливо для попереднього нагрівання сировинного борошна у сухому способі виробництва цементного клінкеру.

Формула винаходу

1. Знижений по висоті циклонний теплообмінник для попереднього нагрівання порошкової сировини, який складається з системи циклонів, що розділений на дві частини - високотемпературну частину, розміщену ближче до джерела гарячого газу, і низькотемпературну частину, причому кожна частина складається принаймні з двох розташованих послідовно циклонів, зміщених між собою по висоті та з'єднаних між собою за допомогою з'єднувального трубопроводу гарячого газу таким чином, що вхід першого циклона з'єднаний з джерелом гарячого газу, а вихід з кожного циклона з'єднаний з входом наступного циклона, причому вихід сепарованої порошкової сировини з кожного циклона введений у трубопровід, з'єднаний з виходом гарячого газу попереднього циклона, і що високотемпературна і низькотемпературна частини теплообмінника з'єднані між собою за допомогою з'єднувального трубопроводу і розташовані на різному рівні висоти таким чином, що вхід у низькотемпературну частину розміщений нижче, ніж вихід з високотемпературної частини, а високотемпературна частина, крім того, оснащена транспортним трубопроводом, введеним у трубопровід, по якому гарячий газ надходить до найвищого циклона і до якого приєднаний вихідний трубопровід низькотемпературної частини теплообмінника, який відрізняється тим, що нижній елемент низькотемпературної частини (2) складається з протитечійного шахтового теплообмінника (20), вихід (202) якого введений у транспортний трубопровід (50).

2. Знижений по висоті циклонний теплообмінник за пунктом 1, який відрізняється тим, що вхідна частина (500) транспортного трубопроводу (50) розміщена нижче рівня виходу (202) порошкової сировини протитечійного шахтового теплообмінника (20).

3. Знижений по висоті циклонний теплообмінник за пунктом 1 або 2, який відрізняється тим, що у вихідний трубопровід (41), розміщений між вхідною камерою (30) барабанної печі (3) та першим циклоном (11) високотемпературної частини (1), входить підвід (6) палива і підвід повітря для горіння (60).

4. Знижений по висоті циклонний теплообмінник за одним з пп. 1-3, який відрізняється тим, що у вихідний трубопровід (41), розміщений між вхідною камерою (30) барабанної печі (3) та першим циклоном (11) високотемпературної частини (1), входить підвід (51) гарячого газу і попередньо кальцинованої сировини.



Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2003, N 12, 15.12.2003. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.