



УКРАЇНА

(19) UA (11) 94253 (13) C2  
(51) МПК (2011.01)  
C10B 15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ТА КОКСУВАЛЬНА ПІЧ ДЛЯ КОКСУВАННЯ ВУГІЛЛЯ З ВИСОКИМ ВМІСТОМ ЛЕТКИХ РЕЧОВИН

1

(21) а200810828  
(22) 24.01.2007  
(24) 26.04.2011  
(86) РСТ/ЕР2007/000576, 24.01.2007  
(31) 10 2006 005 189.0  
(32) 02.02.2006  
(33) DE  
(46) 26.04.2011, Бюл.№ 8, 2011 р.  
(72) КІМ РОНАЛЬД, DE, ШЮКЕР ФРАНЦ-ЙОЗЕФ, DE  
(73) УДЕ ГМБХ, DE  
(56) US 4287024, А, 01.09.1981  
US 4124450, А, 07.11.1978  
(57) 1. Спосіб одержання коксу в камері коксування коксувальної печі регенеративного або регенеративного типу, за яким камеру коксування наповнюють шаром вугілля, вугілля нагрівають і леткі компоненти з вугілля дегазують, ці леткі компоненти вугілля частково окиснюють за допомогою підведеного повітря, ці леткі компоненти вугілля і одержаний неочищений газ, що частково згорів, через канали димових газів потрапляють в основу коксувальної печі, причому ці канали розташовані в бічних стінках камери коксування або на них, і в основі коксувальної печі спалюють леткі компоненти вугілля, які не згоріли, причому як камера коксування, так і основа коксувальної печі забезпечені пристроєм для обмеженої подачі повітря, який відрізняється тим, що в місцях футерівки печі, де на основі даних, одержаних емпіричним шляхом, накопичується багато теплоти, вимірюють температуру коксувальної печі і у потрібні моменти часу при досягненні температури, критичної для будівельних матеріалів коксувальної печі, для охолодження подають водяну пару.  
2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що температуру додатково вимірюють в передбаченому в коксувальній печі головному трубопроводі для неочищеного газу.  
3. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що температуру вимірюють в стелі камери коксування.  
4. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що

2

температуру вимірюють в камері коксування, і у потрібні моменти часу для охолодження в газований простір камери коксування подають водяну пару.  
5. Спосіб за п. 4, який відрізняється тим, що в потрібні моменти часу для охолодження основи коксувальної печі водяну пару подають в канали димових газів.  
6. Спосіб за будь-яким з пп. 1-5, який відрізняється тим, що регулювання подачі водяної пари завжди проходить так, що максимальна температура, якій піддають будівельні матеріали коксувальної печі, не перевищує 1400 °С.  
7. Спосіб за будь-яким з пп. 1-6, який відрізняється тим, що водяну пару подають на початку або протягом фази нагрівання, яка стосується часу коксування, як в потрібний момент часу для охолодження.  
8. Спосіб за будь-яким з пп. 1-6, який відрізняється тим, що водяну пару подають при досягненні будівельними матеріалами коксувальної печі температури 1400 °С як необхідного моменту часу.  
9. Спосіб за будь-яким з пп. 1-6, який відрізняється тим, що водяну пару вводять при підвищеному тиску.  
10. Спосіб за будь-яким з пп. 1-9, який відрізняється тим, що водяна пара має температуру від 150 до 300 °С.  
11. Спосіб за будь-яким з пп. 1-10, який відрізняється тим, що водяну пару додають у вигляді пароповітряної суміші.  
12. Спосіб за будь-яким з пп. 1-11, який відрізняється тим, що водяну пару вводять разом із первинним або вторинним повітрям.  
13. Коксувальна піч для здійснення способу за будь-яким з пп. 1-12, що містить камеру коксування, стелю камери коксування, футеровані стіни коксувальної печі, отвори у дверях і стелі, основу коксувальної печі, канали для димових газів, димові труби, головні трубопроводи для неочищеного газу, яка відрізняється тим, що в місцях коксувальної печі, де можливе накопичення тепла, передбачені місця вимірювання температури, а в стіні коксувальної печі або каналах для димових газів і перед отворами або в трубопроводах, які ведуть до отворів, передбачені дозуючі пристрої

(13) C2

(11) 94253

(19) UA

для введення водяної пари або пароповітряної суміші.

14. Коксувальна піч за п. 13, яка **відрізняється** тим, що додатково містить центральний паропровід, який веде до коксувальної печі, причому відгалуження центрального паропроводу ведуть до отворів.

15. Коксувальна піч за п. 13, яка **відрізняється** тим, що в отворах передбачають дозуючий при-

стрій і орган керування для зміни потрібної кількості повітря для горіння протягом часу коксування.

16. Коксувальна піч за будь-яким з пп. 13-15, яка **відрізняється** тим, що в стіні коксувальної печі або в каналах для димових газів передбачені отвори для введення водяної пари.

17. Коксувальна піч за будь-яким з пп. 13-15, яка **відрізняється** тим, що в ній передбачена можливість введення водяної пари в основу коксувальної печі.

Винахід стосується способу коксування вугілля, зокрема вугілля з високим або змінним вмістом летких речовин в установці для коксування з камерами коксування нерегенеративним способом (Non-Recovery-Verfahren) або способом з регенерацією тепла (Heat-Recovery-Verfahren), крім того пристрій, за допомогою якого цей спосіб може бути здійснений дуже простим чином, причому перегрівання коксувальної печі запобігають за допомогою введення водяної пари. При цьому представлений спосіб не залежить від числа використовуваних коксувальних печей, якщо вони утворюють батарею.

Для коксування попередньо нагріті камери коксування коксувальної печі наповнюють шаром вугілля і потім замикають. Шар вугілля може являти собою сипку масу або компакту, утрамбовану форму. Внаслідок нагрівання вугілля відбувається газовиділення летких компонентів вугілля, передусім вуглеводнів. Подальше вироблення теплової енергії в камерах коксування згідно з нерегенеративним способом і способом з регенерацією тепла відбувається виключно за рахунок згорання вивільнених летких компонентів вугілля, які поступово виділяються внаслідок прогресуючого розігрівання.

Згідно з традиційним рівнем техніки горіння регулюють таким чином, що частина виділених газів, які також називають неочищеним газом, згорають в камерах коксування безпосередньо вгорі вугільної шихти. Повітря, необхідне для згорання, всмоктується через отвори в дверях і стелі. Ця стадія згорання також позначається як 1-а повітряна стадія або первинна повітряна стадія. Первинна повітряна стадія звичайно приводить до неповного згорання. Теплота, що виділяється при згорянні, нагріває шар вугілля, причому на його поверхні через короткий час утворюється шар золи. Цей шар золи створює передумови для герметичного затвора і перешкоджає в подальшому ході процесу коксування вигорання шару вугілля. Частина теплоти, яка виділяється при згорянні, шляхом теплового випромінювання переноситься вгору, через шар золи, що утворився, в сипку масу вугілля. Інша частина зробленої теплоти переноситься в шар вугілля переважно за допомогою теплопровідності через футеровані стінки коксувальної печі. Однак чисте нагрівання шару вугілля зверху, при використанні тільки однієї єдиної повітряної стадії, приводило б до нерентабельно високого часу коксування.

Тому неочищений газ, який частково згорів на первинній повітряній стадії, спалюють на наступній стадії, а теплота в шар вугілля підводиться знизу або збоку. Для цього в традиційному рівні техніки передусім відомі 2 технології. У публікації US 4,124,450 в поєднанні з публікаціями US 4045299 і US 3912597 того ж винахідника описано, як гарячу суміш з газоподібних продуктів згорання і частково згорілого неочищеного газу спрямовують в канали під камерою коксування, де частина їх теплоти може віддаватися в футерівку, яка знаходиться під шаром вугілля, яка завдяки теплопровідності переносить теплову енергію до вугілля. При подальшому проходженні потоку здійснюють подальше згорання в рекуперативній камері згорання, розташованій між бічними стінками камери коксування. Тепло, вироблене там, переноситься збоку внаслідок теплопровідності через стінки коксувальної печі до шару вугілля, завдяки чому час коксування істотно скорочується. Таку стадію згорання називають також 2-ою повітряною стадією або вторинною повітряною стадією.

По іншій традиційній технології газ, який частково згорів на первинній повітряній стадії, ведуть через канали в стінках коксувальної печі, які також називають циркуляційний трубами (Downcomer), в нагрівальні канали в основі під камерою коксування, де далі засмоктується достатня кількість повітря для згорання, щоб досягнути повного згорання. Це також приводить до того, що тепло до вугільної шихти подається як безпосередньо через теплове випромінювання зверху, так і непрямо за допомогою теплопровідності знизу, а швидкість коксування і, в зв'язку з цим, продуктивність печі значно підвищується.

Димові гази, що утворилися шляхом двоступеневого згорання в коксувальній печі, в традиційному рівні техніки потім ведуться через канали димових газів, що знаходяться зовні коксувальної печі, в напрямку димаря і там можуть, у разі нерегенеративного способу, викидатися в атмосферу, або у разі способу з регенерацією тепла, наприклад, можуть підводитися до частини установки для вироблення пари.

Проблемою виявилось те, що вивільнення летких компонентів вугілля відбувається нерівномірно протягом часу коксування. На початок коксування фіксувалося зниження температури коксувальної печі. Це викликане процесом заповнення, оскільки вугілля з температурою навколишнього середовища завантажують в нагріту камеру коксувальної печі. При з'єднанні відбувається фа-

за бурхливого вивільнення калорійного газу. Раптовий викид тепла в коксувальній печі може прийматися від вугілля і будівельного матеріалу коксувальної печі тільки з обмеженою швидкістю. Тому температура в камері коксування підвищується в ході процесу коксування і у разі високої частки летких компонентів вихідної вугільної суміші може приводити до перевищення граничної температури використання застосовуваного будівельного матеріалу коксувальної печі або каналів димових газів, що знаходяться далі, і частин установок. Протягом подальшого часу коксування вивільнення летких компонентів вугілля буде знову погіршуватися по наростаючій.

У рівні техніки при здійсненні способу температуру в коксувальній печі регулюють тільки шляхом регулювання об'ємного потоку первинного і вторинного повітря. Недоліком є те, що тим самим на реакцію коксування впливають самі, оскільки кисень, що міститься в первинному і вторинному повітрі, виступає як реакційний партнер, і його підвищений або знижений по відношенню до стехіометрії вміст веде до різних ступенів згорання.

Щоб обійти проблеми такого роду і забезпечити по можливості рівномірне виробництво тепла і якості коксу, в коксувальну піч вводять суміш вугілля, яка складена з декількох окремих компонентів вугілля. Традиційно вугільна суміш складена таким чином, що вміст летких компонентів обмежений певною максимальною величиною. Оскільки велика частка вугілля, що є в розпорядженні у всьому світі не задовольняє цьому критерію, вибір вугілля за цим принципом, придатного для цього способу коксування, обмежений, що веде до недоліків з економічної точки зору.

Задача винаходу полягає в тому, щоб створити поліпшений спосіб, який більше не має обмежень до вугілля відносно вмісту летких компонентів, приводить до зменшення завантаженості димових газів оксидами азоту, зберігає матеріал коксувальної печі і одночасно поліпшує якість коксу, не знижуючи при цьому питомої продуктивності коксу.

Винахід вирішує задачу згідно з головним пунктом за рахунок того, що використовують вдосконалений спосіб отримання коксу в камері коксування коксувальної печі нерегенеративного типу (Non-Recovery Type) з регенерацією тепла (Heat-Recovery-Type), в якому:

- камеру коксування наповнюють шаром вугілля, після чого вугілля нагрівають, і таким чином дегазують леткі компоненти з вугілля,
- ці леткі компоненти вугілля частково окиснюють за допомогою підведеного повітря (первинне повітря),
- ця газова суміш через канали димового газу потрапляє в основу коксувальної печі, причому
- канали розташовані в бічних стінках камери коксування або на них, і
- в основі коксувальної печі спалюють леткі компоненти вугілля, які не згоріли, причому
- як камера коксування, так і основа коксувальної печі має пристрій для обмеженої подачі повітря, причому вимірюють температуру, і при не-

обхідності для охолодження в коксувальні печі подають водяну пару.

Переважаюча форма виконання передбачає вимірювання температури в камері коксування, і при необхідності для охолодження подачу водяної пари в газовий простір камери коксування, тобто зверху коксового «пирога». У іншому також переважному варіанті при необхідності для охолодження основи коксувальної печі подають водяну пару в канали димових газів. Ці способи можуть бути оптимізовані в тому відношенні, що обидва приведені вище варіанти використовують разом.

При цьому переважно спосіб згідно з винаходом здійснюють таким чином, що шляхом регулювання подачі водяної пари максимальна температура, якій піддаються будівельні матеріали коксувальної печі, не перевищує 1400°C. При цьому водяна пара в способі згідно з винаходом має підвищений тиск, при якому її вводять в камеру коксування і/або трубопровід димових газів. Далі спосіб може бути поліпшений тим, що використовують відносно холодну водяну пару, температура якої знаходиться в межах 150°C - 300°C.

З одного боку, знижена температура пари важлива, щоб по можливості максимально сприяти споживанню енергії і винесенню енергії з коксувальної печі; з іншого боку виявилось, що водяна пара не може бути введена одним високим імпульсом в камеру коксування, оскільки інакше несеється шар золи, який утвориться зверху коксового «пирога» або коксової сипкої маси. Шар золи виконує важливу функцію для вторинної сировини, запобігаючи вигоранню вугілля або коксу в коксувальній печі.

Удосконалення полягає в тому, що водяну пару вводять разом з первинним або вторинним повітрям, завдяки чому число отворів в конструкції коксувальної печі може бути зменшене.

Винахід включає також коксувальну піч для проведення способу в одній з описаних формах виконання, причому в цій коксувальній печі в стінках коксувальної печі або каналах димових газів передбачені отвори, через які може бути введена водяна пара.

Удосконалення коксувальної печі полягає в тому, що центральний паропровід веде до отворів, і декілька коксувальних печей пов'язані одна з одною. У вдосконаленому варіанті цієї коксувальної печі перед отворами або в трубопроводах, які ведуть до отворів, передбачені дозуючі пристрої для зміни необхідної кількості водяної пари, які з іншого боку пов'язані через керуючий провід з керуючою ЕОМ.

При цьому не потрібно вводити цю водяну пару протягом загального часу коксування вугільної шихти. Таким чином, переважно необхідно вводити водяну пару на початку і протягом фази нагрівання. При досягненні критичної температури коксувальної печі вище описаний спосіб успішно використовують для сповільнення (гальмування). Внаслідок того, що за допомогою введення водяної пари температура коксувальної печі дуже точно може підтримуватися на безпечному, але високому рівні, а в інших випадках водяна пара в коксувальній печі або подальших стадіях процесу

інертно стримується, процес коксування загалом прискорюється.

При цьому також є переважним, що пряме вугілля, яке через особливо високу частку летких компонентів вважається низькосортним, тут може бути використане з користю як прискорювач коксування, і попередні стадії процесу для змішування різного шихт вугілля можуть бути непотрібними.

У наступній формі виконання способу передбачають, що введення водяної пари завжди відбувається таким чином, що будівельні матеріали коксувальної печі ніколи не піддаються температурі понад 1400°C. Практично це може досягатися, наприклад, тим, що такі місця футерівки, де згідно з винаходом скупчується багато теплоти, використовують як місця вимірювання температури, і також в цих областях передбачаються отвори для введення водяної пари.

У модельованому дослідному способі коксувальна піч з регенерацією тепла була забезпечена 5 отворами, через які водяна пара могла бути підведена в камеру коксування. Далі всі канали ди-

мових газів, які з'єднують камеру коксування з основою коксувальної печі, також забезпечені отворами, через які водяна пара могла бути підведена в основу коксувальної печі. До всіх отворів ведуть паропроводи, які з'єднані з центральним головним паропроводом, і в яких відповідно були передбачені один дозуючий пристрій і один керуючий елемент. У стелі камери коксування і в головному трубопроводі неочищеного газу, який веде неочищений газ з основи коксувальної печі до димаря, були розташовані прилади для вимірювання температури. Значення виміряної температури далі спрямовувалися в керуючу ЕОМ, яка знову регулювала дозуючі пристрої.

У цьому дослідному способі використовували вугільні шихти з різною високою часткою легколетких компонентів, які в стандартній коксувальній печі приводили б до перегрівання і пошкодження вогнетривкого матеріалу. Спосіб і коксувальна піч в кожний момент часу були відрегульовані так, що практично не спостерігалось пошкоджень матеріалу коксувальної печі або втрат в кількості речовин.