



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 88854

(13) C2

(51) МПК (2009)

C10B 27/00

F27D 17/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВІДВЕДЕННЯ ГАЗОПОДІБНИХ ПРОДУКТІВ ПІРОЛІЗУ ВУГІЛЛЯ З ГОРИЗОНТАЛЬНИХ КОКСОВИХ ПЕЧЕЙ

1

(21) а200901311

(22) 16.02.2009

(24) 25.11.2009

(46) 25.11.2009, Бюл.№ 22, 2009 р.

(72) ГОРДІЄНКО ОЛЕКСАНДР ІЛЛІЧ, ДОЛГАРЄВ  
ГЕОРГІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, ЗБИКОВСЬКИЙ ЄВГЕН  
ІВАНОВИЧ, ІЛІЯШОВ МИХАЙЛО ОЛЕКСАНДРО-  
ВИЧ, САРАНЧУК ВІКТОР ІВАНОВИЧ, СТАРІКОВ  
ОЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДА-  
ЛЬНІСТЮ "ГРУПА "ЕНЕРГО"

(56) SU 145545 A1, 1962 БИ № 6

SU 667578 A1, 15.06.1979

GB 1503306 A, 08.03.1978

US 3647053 A, 07.03.1972

US 4244785 A, 13.01.1981

US 4359362 A, 16.11.1982

(57) 1. Спосіб відведення газоподібних продуктів  
піролізу вугілля з горизонтальних коксових печей  
кокової батареї, що включає встановлення з од-  
ного боку коксових печей технологічного газозбір-  
ника для надходження до нього сирого газу піролі-  
зу вугілля у період видачі та завантаження  
коксових печей, а з іншого боку коксових печей -  
"гарячого" газозбірника, в якому підтримують тем-  
пературу близько 800 °С, який відрізняється тим,  
що як "гарячий" газозбірник встановлюють за

2

фронтом кокової батареї індивідуальні термоко-  
лектори, з'єднані із збірним термоколектором ба-  
тареї, а кожний індивідуальний термоколектор  
з'єднують з групою коксових печей батареї, при  
цьому у період видачі та завантаження групи кок-  
сових печей, об'єднаних одним індивідуальним  
термоколектором, газ з цих печей відводять у тех-  
нологічний газозбірник.2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що за  
фронтом коксових печей встановлюють, переваж-  
но, три індивідуальних термоколектори.3. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що кож-  
ний індивідуальний термоколектор з'єднують з  
групою однакової кількості коксових печей.4. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що інди-  
відуальний термоколектор усередині футерований  
легковагим вогнетривким матеріалом.5. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що інди-  
відуальний термоколектор з'єднують з коксовими  
печами висхідним з'єднанням з подовженим газо-  
відвідним стояком кокової печі.6. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що си-  
рий коксовий газ з технологічного газозбірника  
охолоджують, конденсують з нього пари та смоли,  
осаджують пилоподібні частинки, після чого пода-  
ють до збірного термоколектора, де його змішують  
з гарячим коксовим газом.

Винахід відноситься до галузі коксохімії, а са-  
ме, до відведення газоподібних продуктів піролізу  
під час термічної переробки вугілля у горизонтал-  
ьних коксових печах, та може бути застосований  
при термічній переробці інших сипких матеріалів.

Відомий спосіб шарового коксування, в якому  
під час завантаження коксових печей вугільною  
шихтою, з кожної печі виноситься 15-25кг вугільно-  
го пилу та 70-200м<sup>3</sup> газу. Для евакуації газів заван-  
таження та газів, що виділяються протягом проце-  
су коксування, а також сирого коксового газу, на  
батарей коксових печей встановлюють, принайм-  
ні, по одному газозбірнику з обох боків батареї, в  
газозбірниках підтримують однаковий тиск для  
запобігання перетікань газів, які погіршують склад  
газу та охолоджують підсклепінний простір коксо-

вих печей. В газозбірниках газу завантаження та  
сирий коксовий газ з усіх печей кокової батареї  
(за винятком тих, що видають кокс, або готуються  
до його видачі) змішуються та охолоджуються амі-  
ачною водою від температури 700-800°С до тем-  
ператури 80-85°С. Сконденсована смола та аміач-  
на вода, а також утворені фуси, через переточні  
ящики, що встановлені з боків газозбірників, йдуть  
на переробку у відділення первинного охолоджен-  
ня. Сирий коксовий газ з несконденсованою смо-  
лою, водою, аміаком, бензолними вуглеводнями,  
нафталіном, сірководнем, ціаністом воднем, пи-  
ридиноними основами та іншими речовинами, йде  
в комплекс спеціальних хімічних цехів [Е. Я. Ейде-  
льман, Основи технології коксування вугілля, До-

(13) C2

(11) 88854

(19) UA

нецьк, Вища школа, Головне видавництво, 1985, стор. 191].

До недоліків відомого способу відносяться складність комплексу апаратури для уловлювання та переробки хімічних продуктів коксування, втрати до 30% від витраченого тепла під час охолодження сирого коксового газу, що знижує термічний коефіцієнт корисної дії коксохімічного виробництва, значні викиди складових компонентів коксового газу (у т. ч. канцерогенних - фенолів, ціанідів та інших) у навколишнє середовище.

Найбільш близьким за технічною сутністю до способу, що заявляється, є спосіб відведення газоподібних продуктів піролізу вугілля з коксових печей двохпродуктового коксохімічного заводу, в якому сирий коксовий газ з усіма несконденсованими речовинами, які знаходяться в паровидному стані, з коксової печі, через спеціальний індивідуальний регулятор тисків, надходить до "гарячого" газозбірника, температура в якому досягає 800°C та який працює під зниженим тиском, аналогічно системі PROven. Усі коксові печі батареї з'єднані з одним газозбірником, з якого гарячий сирий коксовий газ надходить до збірного газопроводу гарячого газу, де він змішується з гарячим коксовим газом сполученої коксової батареї та транспортується до камер спалення, в яких змішується з повітрям та спалюється. Гарячі продукти згорання коксового газу надходять до теплообмінної частини котлоагрегатів, де віддають тепло пароводяній емульсії, яка проходить екранними трубами, переводячи її у паровидний стан для виробництва електроенергії в паровому турбогенераторі. Після тепловіддачі у котлоагрегаті, охолодженні газовидні продукти згорання надходять до установки десульфурації, де уловлюють окисли сірки, з можливим отриманням гіпсу, як додаткового товару, охолоджені та знесірені продукти згорання коксового газу викидаються в атмосферу [Toll H., Worbarg R. (ФРГ) Первый Китайский международный конгресс по технологиям производства кокса «Новейшие достижения в технологии производства кокса» 2007г.].

Недоліками відомого способу є потреба в індивідуальному регулюванні тиску гарячого сирого газу, який виходить з камер кожної коксової печі, надходження сирого коксового газу та газів завантаження з великою кількістю пилу в один газозбірник, в якому при цьому, відсутня система водяного зрошення, що може призвести до осадження пилу та підвищенню гідралічного опору газозбірника, а отриманий таким чином гарячий сирий газ неможливо транспортувати для наступного термічного використання, наприклад, виробництва синтез-газу, через небезпеку утворення твердих відкладень на внутрішній поверхні транспортуючого трубопроводу, через що відбуваються великі втрати тепла коксового газу, що відходить з камер коксових печей, необхідність на вихідній ділянці газового тракту десульфурації димових газів для запобігання викидів оксиду сірки у навколишнє середовище, неможливе виконання технології завантаження термічно підготовленої шихти або сухої шихти через підвищене пиловивіснення з камери коксування у гарячий газозбірник.

В основу винаходу поставлене завдання удосконалення способу відведення газоподібних продуктів піролізу вугілля з горизонтальних коксових печей коксової батареї, в якому в якості гарячого газозбірника встановлюють за фронтом коксової батареї індивідуальні термоколектори, з'єднані із збірним термоколектором батареї, з'єднання кожного індивідуального термоколектора з групою коксових печей батареї, відведення газу з печей, що об'єднані одним індивідуальним термоколектором у період видачі та завантаження до технологічного газозбірника, забезпечують утилізацію до 70% тепла коксового газу, що відходить з камер коксових печей, цим забезпечується збереження необхідної кількості гарячого коксового газу, який містить пари смоли та бензолних вуглеводнів, для подальшої конверсії, скорочення неорганізованих викидів, додержання екологічних вимог для коксохімічного виробництва без додаткової переробки стічних вод та скидних газів, можливість універсального використання сирого коксового газу, або для отримання синтез-газу, або для уловлювання хімічних продуктів коксування, зниження матеріальних та капітальних витрат на коксове виробництво та на обладнання по очищенню та переробці коксового газу, можливість виконання будь-якої технології завантаження вугільної шихти до камер коксових печей, у т. ч. й термопідготовленої.

Поставлене завдання вирішується тим, що в способі відведення газоподібних продуктів піролізу вугілля з горизонтальних коксових печей коксової батареї, що включає встановлення з одного боку коксових печей технологічного газозбірника для надходження до нього сирого газу піролізу вугілля у період видачі та завантаження коксових печей, а з іншого боку коксових печей - гарячого газозбірника, в якому підтримують температуру біля 800°C, згідно з винаходом передбачені наступні відміни:

- в якості гарячого газозбірника встановлюють за фронтом коксової батареї індивідуальні термоколектори;
- індивідуальні термоколектори з'єднують із збірним термоколектором батареї;
- кожний індивідуальний термоколектор з'єднують з групою коксових печей батареї;
- у період видачі та завантаження групи коксових печей, об'єднаних одним індивідуальним термоколектором, газ з цих печей відводять в технологічний газозбірник.

Крім того, за фронтом коксових печей батареї встановлюють, переважно, три індивідуальних термоколектори; кожний індивідуальний термоколектор з'єднують з групою однакової кількості коксових печей батареї; індивідуальний термоколектор усередині футерований легковогнистим матеріалом; індивідуальний термоколектор з'єднують з коксовими печами висхідним з'єднанням з подовженим газовідвідним стояком коксової печі; сирий коксовий газ з технологічного газозбірника, після охолодження, конденсації пари та смоли, осадження пиловидних частинок, подають до збірного термоколектора, де він змішується з гарячим коксовим газом.

Сутність винаходу пояснюється кресленням, де на Фіг.1 зображена технологічна схема способу відведення газоподібних продуктів піролізу вугілля з горизонтальних коксових печей.

Технологічна схема виконання способу відведення газоподібних продуктів піролізу вугілля з горизонтальних коксових печей коксової батареї містить батарею коксових печей 1, індивідуальний термоколектор 2 футерований, запірні пристрої 3 для газу, технологічний газозбірник 4, газовідвідний стояк 5 коксової печі, технологічний стояк 6, збірний термоколектор 7, установку 8 конверсії газоподібних продуктів піролізу вугілля.

Спосіб виконують наступним чином.

Для виконання способу відведення гарячих газоподібних продуктів піролізу вугілля з температурою до 800°C з камер коксових печей для можливої наступної конверсії у синтез-газ або для спалювання в котельних установках теплоелектростанцій, з одного боку коксової батареї встановлюють традиційний технологічний газозбірник із вбудованими клапанними коробками, на зрошення газозбірника та клапанних коробок подають гарячу надсмоляну воду. Гідравлічний режим в газозбірнику 4 підтримується автоматично регулюємою заслонкою на вертикальній ділянці газозбірника 4 до врізання його у збірний термоколектор 7, а з іншого боку, за фронтом коксової батареї 1 встановлюють, переважно, три індивідуальних термоколектори 2, кожний з яких послідовно об'єднує групу з однаковим числом коксових печей батареї 1, тобто коксову батарею 1 розбивають на рівні групи коксових печей та кожну групу печей з'єднують з індивідуальним термоколектором 2 висхідним з'єднанням з подовженим газовідвідним стояком 5 коксової печі, який зверху закривають кришкою. Індивідуальний термоколектор 2 розташовують над вистилкою верха коксової батареї 1, у середині термоколектора 2 футерований легковим вогнетривким матеріалом, що забезпечує його термоізоляцію і запобігає термічній деформації, через яку можливе охолодження під час циклічної зупинки. Внутрішній діаметр та конфігурація індивідуального термоколектора 2 повинні забезпечувати швидкість проходження газу, достатню для унесення твердих вугільних або коксових частинок з умовним діаметром до 0,5мм, які потрапляють до газу, така швидкість повинна бути не менша ніж 3м/с. Індивідуальні термоколектори 2 з'єднані із збірним термоколектором 7 батареї 1.

Відведення газоподібних продуктів піролізу вугілля з горизонтальних коксових печей виконують наступним чином: на період видачі та завантаження групи коксових печей, з'єднаних за фронтом батареї 1 одним з трьох індивідуальних термоколекторів 2, цей термоколектор 2 відключають запірним пристроєм 3 від збірного термоколектора 7 та тягодуттєвої машини (не показана), що включена до схеми після конверсії, охолодження та очищення газоподібних продуктів піролізу вугілля. В цей же час з печей даної групи газ відводять в технологічний газозбірник 4 через технологічні стояки 6, при цьому газ охолоджується надсмоляною водою, яку подають на зрошення, до температури 85-90°C. Надсмоляна вода з фусами пода-

ється на установку дешламації та повертається у цикл очищеною, а фуси брикетують і періодично завантажують у свіжезавантажені коксові печі, з технологічного газозбірника 4 газ подають у збірний термоколектор 7, розташований перед установкою конверсії коксового газу 8, де він змішується з неохолодженим газом з термоколекторів 2. Після закінчення завантаження останньої коксової печі даної групи та відключення інжекції її газів, виконується переключення термоколекторів 2 запірним пристроєм 3 іншої групи коксових печей, за фронтом якої буде відбуватися цикл видачі та завантаження, при цьому відключають термоколектор 2 з попереднім відкриттям усіх клапанів для відведення газу в технологічний газозбірник 4, потім для відведення гарячого газу запірним пристроєм 3 включають термоколектор 2, а для відведення гарячого газу запірним пристроєм 3 включають термоколектор 2, на фронті якого закінчився цикл видачі коксових печей, з наступним відключенням усіх клапанів технологічних стояків 6 сполучених печей від технологічного газозбірника 4. Таким чином, кожний термоколектор 2 працює циклічно, при цьому на період видачі та завантаження коксових печей, він відключений від батареї 1 та від збірного термоколектора 7. Приблизно у 30% терміну обороту коксових печей виконується відсмоктування газу у технологічний холодний газозбірник 4 з наступним охолодженням його, а у 70% терміну часу - в термоколектори 2.

Увесь газ, що відсмоктують з коксової батареї, з мінімальним вмістом пилу, надходить до збірного термоколектора 7, а отримана на установці дешламації водосмоляна суміш попередньо підігрівається до температури 300-400°C та вприскується у збірний термоколектор 7 до моменту введення охолодженого газу з технологічного газозбірника 4. Таким способом поповнюється баланс вихідних компонентів коксового газу, що вступають в конверсію як "водяні пари" та одночасно вирішується проблема утилізації стічних вод, але можливий інший варіант: водосмоляну суміш не вприскують у збірний термоколектор 7, а направляють у апарат для відділення від води, отримуючи при цьому товарний продукт - кам'яновугільну смолу, або відправляють її в якості палива для спалення на ТЕЦ.

Таким чином, сирий коксовий газ, що надходить на конверсію, має:

- мінімальний вміст пилу, через те, що основне пилоунесення від коксової печі відбувається в період завантаження печі вугіллям та на перших етапах коксування (перші 50-60 хвилин періоду коксування), коли запилені гази надходять до технологічного газозбірника 4 з водяним зрошенням надсмоляною водою та гідрозмивом утворених фусів і пилу у перетічні ящики;

- в запропонованій технологічній схемі відсутня проблема індивідуального регулювання тиску високотемпературного газу для кожної коксової печі;

- відпадає необхідність у сіркоочищенні продуктів спалення від SO<sub>2</sub>, через те, що у процесі конверсії відбувається видалення та конверсія H<sub>2</sub>S з

кокового газу, що значно спрощує та й здешевлює спосіб;

- запропонований спосіб може бути застосований й на діючому коксохімічному виробництві без корінної його перебудови;

- спосіб може виконуватись при завантаженні коксових печей термопідготовленою шихтою, тому що підвищене пилоунесення відбувається у технологічний газозбірник з мокрим пилоподавленням, а термоколектор відводить сирий коксовий газ підсклепінним простором суміжних коксових печей.

Спосіб відведення газоподібних продуктів піролізу вугілля з горизонтальних коксових печей пояснюється прикладом.

#### Приклад

Коксова батарея потужністю більш, ніж 1000000 т коксу на рік, яка складається з двох рівних частин (напівбатарей), обслуговується за єдиним кризним графіком з серійністю 5-2, що дозволяє обслуговувати усі печі батареї одним комплектом коксових машин, який складається з коксовиштовхувача, дверезнімної машини та електровоза з гасильним вагоном, при мінімальному загальному пробігу. Інтервал часу між видачами коксових печей з кожної частини коксової батареї до 9 хвилин 20 секунд. Видача та завантаження печей, що об'єднані одним індивідуальним термоколектором 2, йде послідовно по три печі, максимальне відставання завантаження від видачі для напівбатарей - не більше, ніж три печі, при середньому обороті печей - 16 годин, для першої печі з кожних трьох послідовно обробляємих печей оборот складає 15,8 годин, для останньої - 16,3 годин, при цьому циклічний розрив складає:

$16 \cdot (90 \cdot 9,33) / 60 = 2,0$  години, де: 16 - середній оборот печі, год.;

90 - кількість печей в батареї;

9,33 - середній термін часу на видачу однієї печі, хв.;

60 - кількість хвилин в годині.

З моменту завантаження (фіксований термін часу подачі вугілля з останнього бункера вуглезавантажувального вагона до коксової печі), суміш завантажувальних газів, водяних парів, сирого коксового газу та вугільного пилу відводиться сто-яком до технологічного газозбірника 4, який зростається гарячою надсмоляною водою, температура якої біля 90°C. В газозбірнику 4 парогазова суміш охолоджується за рахунок випарення частини надсмоляної води, при цьому частково конденсуються паровидні речовини (вода,

кам'яновугільна смола та ін.) й осаджуються тверді частки вугілля з утворенням фусів. Надсмоляна вода на установці дешламації очищується від фусів та повертається у газозбірниковий цикл, а фуси періодично додають до вугільної шихти або відправляють на коксування.

Під час підключення даної групи печей до індивідуального термоколектора 2, відкривається запірний пристрій 3, який відключає цей термоколектор 2 від збірного термоколектору 7 й закриваються усі клапани їхніх клапанних коробок. Протягом терміну часу, що залишився у періоді коксування (приблизно 11 годин) відбувається відсмоктування гарячого прямого коксового газу до індивідуального термоколектору 2, який йде далі у збірний термоколектор 7, до якого додається попередньо очищений коксовий газ першої частини періоду коксування із газозбірника 4. Газ, що зібраний у збірному термоколекторі 7, в кількості до 60000 м<sup>3</sup>/год., який містить у т. ч. вугільний пил, подають у суміші з певною кількістю пари та кисню, на конверсію. Отриманий при цьому сирий синтез-газ, що містить до 96% суміші газів H<sub>2</sub> та CO, а також до 3% CO<sub>2</sub> й до 1,5% N<sub>2</sub>, без слідів смоли та ароматичних вуглеводнів, охолоджується у теплообміннику або в котлі-утилізаторі, сирий синтез-газ може також використовуватися для підігріву рециркулюючого газу, або для вироблення пари середнього тиску. Далі газ надходить на очищення від твердих часток та кислих газів (H<sub>2</sub>S, HCl та ін.). Частина добре очищеного газу з теплою спалення біля 9500 кДж/м надходить на опалення коксової батареї.

Таким чином застосування запропонованого способу дозволить забезпечити необхідну кількість гарячого коксового газу, що містить пари смоли та бензольних вуглеводнів для подальшої конверсії, можливість утилізувати до 70% тепла коксового газу, що відходить з камер коксування, скоротити неорганізовані викиди та дотриматись екологічних вимог до коксохімічного виробництва без додаткової переробки стічних вод та скидних газів, отримати можливість універсального використання сирого коксового газу для отримання синтез-газу або для уловлювання хімічних продуктів коксування, знизити матеріальні та капітальні витрати на коксове виробництво та на обладнання по очищенню та перероблянню коксового газу, можливість роботи з будь-якою технологією завантаження вугільної шихти до камер коксування, у т. ч. й термопідготовленої.

