



УКРАЇНА

(19) UA (11) 77679 (13) C2
(51) МПК (2006)
C10J 3/02МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИЙ СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ЕНЕРГІЇ З ВУГІЛЛЯ

1

2

(21) 2004020878

(22) 08.07.2002

(24) 15.01.2007

(86) PCT/US02/21099, 08.07.2002

(31) 09/901,554

(32) 09.07.2001

(33) US

(46) 15.01.2007, Бюл. № 1, 2007 р.

(72) Калдерон Альберт, US, Лобіс Террі Джеймс, US

(73) КАЛДЕРОН СІНГАЗ КОМПАНІ, US

(56) US 4261167, 14.04.1981

US 4852996, 01.08.1989

US 5063732, 12.11.1991

US 5469699, 28.11.1995

(57) 1. Екологічно чистий спосіб переробки вугілля, який полягає в тому, що вугілля завантажують в герметичну реакційну камеру із завантажувальним і розвантажувальним кінцями; вугілля переміщують усередині реакційної камери до розвантажувального кінця; в реакційну камеру інжектують, по суті, чистий кисень, призначений для спалювання порції вугілля під тиском у відновлювальній атмосфері з одержанням:

1) теплової енергії, необхідної для видалення з вугілля летких речовин; і

2) збагаченого воднем неочищеного стиснутого газу, що містить виділені з вугілля канцерогенні дистиляти і вуглеводні разом з гарячим напівкоксом;

виділені з вугілля канцерогенні дистиляти і вуглеводні, які містяться в збагаченому воднем неочищеному газі, піддають крекінгу з одержанням збагаченого воднем крекінг-газу, з якого після десульфуризації одержують очищений збагачений воднем синтез-газ;

гарячий напівкокс направляють в герметичний газифікатор;

гарячий напівкокс газифікують окислювачем з одержанням другого неочищеного газу і розплавленого шлаку;

другий неочищений газ виводять з газифікатора разом з розплавленим шлаком через спільний патрубок, відкритий для вільного проходження другого неочищеного газу і розплавленого шлаку;

другий неочищений газ відділяють від розплавленого шлаку після їх виходу з газифікатора через спільний патрубок;

другий неочищений газ направляють в систему для його очищення з одержанням очищеного другого газу, і розплавлений шлак швидко охолоджують з одержанням з нього безлужної твердої речовини.

2. Спосіб за п.1, у якому з очищеного, збагаченого воднем синтез-газу одержують рідке паливо або хімічні речовини.

3. Спосіб за п.1, в якому очищений другий газ використовують для виробництва електроенергії.

4. Спосіб за п.1, в якому для газифікації гарячого напівкоксу використовують підігріте повітря.

5. Спосіб за п.1, в якому для газифікації гарячого напівкоксу використовують повітря, яке збагачене киснем.

6. Спосіб за п.1, в якому для газифікації гарячого напівкоксу в газифікаторі окислювачем його інжектують в газифікатор низхідним потоком.

7. Спосіб за п.6, в якому окислювач інжектують всередину газифікатора в декількох точках.

8. Спосіб за п.1, в якому вугілля біля завантажувального кінця реакційної камери спресовують до такого ступеня, що воно стає, по суті, непроникним для газу, що рухається у напрямку завантажувального кінця камери, і дозволяє вивести стислі неочищені гази, що утворилися при нагріванні вугілля, через розвантажувальний кінець камери.

9. Спосіб за п.1, в якому при виведенні другого неочищеного газу разом з розплавленим шлаком через спільний патрубок газифікатора, щоб уникнути тужавіння розплавленого шлаку, до патрубка підводять додаткову кількість теплової енергії.

10. Спосіб за п.9, в якому використовують пристрій для інжекції окислювача, який призначений для спалювання частини другого неочищеного газу з одержанням додаткової кількості теплової енергії.

11. Спосіб за п.9, в якому додаткову кількість теплової енергії одержують за допомогою електроіндукційного пристрою.

12. Спосіб за п.1, в якому, після виведення другого неочищеного газу разом з розплавленим шлаком через спільний патрубок газифікатора, розплавлений шлак збирають в ресивері з утворенням ванни розплаву.

(13) C2

(11) 77679

(19) UA

13. Спосіб за п.12, в якому другий неочищений газ разом з розплавленим шлаком подають в ресивер по зануреній у ванну розплаву трубі таким чином, що другий неочищений газ у вигляді бульбашок проходить через ванну розплаву, шлак, що потрапляє в ресивер разом з неочищеним другим газом залишається у ванні розплаву, а другий газ в значній мірі очищають від шлаку.

14. Спосіб за п.13, в якому очищений другий газ виводять з ресивера через вихідний патрубок, що розташований над ванною розплаву.

15. Спосіб за п.12, в якому розплавлений шлак зливають з ресивера.

16. Спосіб за п.15, в якому розплавлений шлак зливають з ресивера в водяну камеру швидкого охолодження, яка розташована під ним, в якій розплавлений шлак охолоджують і перетворюють на безлужну тверду речовину.

17. Спосіб за п.1, в якому всі операції виконують під тиском.

18. Спосіб за п.1, в якому при інжекції, по суті, чистого кисню, що призначений для спалювання порції вугілля, використовують кисень, який відбирають з камери крекінгу, яка розташована за розвантажувальним кінцем реакційної камери.

19. Спосіб за п. 18, в якому в зоні випромінювання тепла камери крекінгу, яка розташована за розвантажувальним кінцем реакційної камери, вугілля інтенсивно нагрівають для більш ефективного виділення з вугілля летких речовин і крекінгу канцерогенних дистилатів і вуглеводнів.

20. Спосіб за п. 1, в якому масу вугілля нагрівають з зовнішньої циліндричної поверхні з боку стінки камери крекінгу.

21. Спосіб за п.1, в якому, при переміщенні вугілля до розвантажувального кінця реакційної камери, вугілля переміщують поступово, з певними перервами, послідовно поновлюючи передню торцеву поверхню маси вугілля біля розвантажувального кінця реакційної камери і підвищуючи, тим самим, ефективність впливу на вугілля випромінюваного тепла.

22. Спосіб за п.1, в якому при інжекції кисню, що призначений для спалювання порції вугілля, і під час газифікації напівкоксу окислювачем, шляхом регулювання тиску, істотно обмежують забруднення збагаченого воднем газу другим газом.

23. Спосіб за п.12, в якому ресивер підігривають.

24. Спосіб за п.23, в якому ресивер підігривають електроіндукційним пристроєм.

25. Спосіб за п. 1, в якому при інжекції, по суті, чистого кисню, що призначений для спалювання порції вугілля, для більш ефективного спалювання вугілля у відновлювальній атмосфері, кисень інжектують в реакційну камеру в декількох точках.

26. Спосіб за п. 1, у якому для підвищення температури збагаченого воднем крекінг-газу в нього до десульфуризації додають окислювач.

27. Спосіб за п.1, в якому для підвищення температури другого газу в нього до десульфуризації додають окислювач.

28. Спосіб за п.26, в якому десульфуризацію газу проводять в регенеративній системі очищення.

29. Спосіб за п.27, в якому десульфуризацію газу проводять в регенеративній системі очищення.

30. Спосіб за п.1, в якому для полегшення руху вугілля використовують реакційну камеру конічної форми, яка розширюється у напрямку її розвантажувального кінця.

31. Спосіб за п.1, в якому газу пропускають по димових каналах, що виконані усередині реакційної камери.

32. Спосіб за п.1, в якому до вугілля додають біомасу, яку обробляють разом з вугіллем.

33. Спосіб за п.1, в якому до вугілля додають пусту породу, яку обробляють разом з вугіллем.

34. Спосіб за п.1, в якому для регулювання потоків газу між інжекцією кисню і газифікацією напівкоксу та між газифікацією напівкоксу і швидким охолодженням розплавленого шлаку, тиск в системі врівноважують.

35. Спосіб за п.1, в якому гарячий напівкокс газифікують повітрям з одержанням горючого неочищеного газу, з якого після очищення одержують очищений горючий газ з низьким вмістом NO_x в продуктах його згорання.

36. Спосіб за п.1, в якому гарячий напівкокс газифікують, по суті, чистим киснем і водяною парою і одержують з напівкоксу збагачений воднем неочищений газ, з якого після очищення одержують очищений синтез-газ, з якого одержують збагачене воднем газоподібне або рідке паливо.

37. Екологічно чистий спосіб переробки вугілля, який полягає в тому, що вугілля завантажують в герметичну реакційну камеру із завантажувальним і розвантажувальним кінцями, вугілля переміщують усередині цієї реакційної камери до розвантажувального кінця, в реакційну камеру інжектують під тиском кисень, що призначений для спалювання порції вугілля під тиском у відновлювальній атмосфері з одержанням:

1) теплової енергії, що необхідна для видалення з вугілля летких речовин, і

2) збагаченого воднем неочищеного стиснутого газу, що містить виділені з вугілля канцерогенні дистилати і вуглеводні, разом з гарячим напівкоksom,

направляють неочищений стислий газ, який збагачений воднем, до розвантажувального кінця реакційної камери, через який його виводять з камери, піддають крекінгу виділені з вугілля вуглеводні і канцерогенні дистилати, які містяться в збагаченому воднем неочищеному газі, і одержують перший збагачений воднем крекінг-газ, направляють гарячий напівкокс в герметичний газифікатор, в якому його газифікують з одержанням другого газу та розплавленого шлаку, виводять з системи розплавлений шлак, і очищають перший і другий газ з одержанням очищених газів, які придатні для подальшого використання.

38. Спосіб за п.37, в якому разом з киснем в реакційну камеру інжектують водяну пару.

39. Екологічно чистий спосіб переробки вугілля, при здійсненні якого завантажують вугілля в герметичну реакційну камеру із завантажувальним і розвантажувальним кінцями, вугілля переміщують усередині реакційної камери до розвантажувального кінця,

в реакційну камеру інжектують, по суті, чистий кисень, що призначений для спалювання порції вугілля під тиском у відновлювальній атмосфері з одержанням:

1) теплової енергії, що необхідна для вилучення з вугілля летких речовин, і

2) збагаченого воднем неочищеного стиснутого газу, який містить виділені з вугілля канцерогенні дистиляти і вуглеводні разом з гарячим напівкоксом,

виділені з вугілля збагачені воднем канцерогенні дистиляти і вуглеводні, які містяться в неочищеному газі, піддають крекінгу з одержанням збагаченого воднем крекінг-газу, з якого, після десульфуризації, одержують збагачений воднем очищений синтез-газ і

збагачений воднем крекінг-газ відділяють від коксу з одержанням коксу, який можна використовувати в металургійній промисловості.

40. Спосіб за п.39, в якому з коксу одержують активоване вугілля.

Пропонований у винаході спосіб являє собою подальший розвиток запропонованого [в патенті US 5063732] способу переведення існуючих електростанцій, що працюють на вугіллі, на екологічно чисте рідке паливо, яке одержують як побічний продукт, і який полягає в тому, що спочатку вугілля піддають піролізу з одержанням збагаченого газу, який очищають і перетворюють в рідину, і напівкоксу, котрий піддається газифікації з одержанням низькокалорійного (з низьким значенням БТО (Британська тепла одиниця)) газу, який також очищають і потім використовують для виробництва електроенергії, і дозволяє, на відміну від відомого способу, зменшити кількість технологічних труб (реакторів), знизити об'єм капіталовкладень і підвищити економічну ефективність всього процесу одержання енергії з вугілля, відмовитися від складної системи завантаження з обертовими пристроями і спростити обслуговування і поточний ремонт устаткування, використовувати більш досконалу і більш ефективну систему для нагріву порції вугілля, що завантажується в реактор, підвищити надійність проходження потоку газів, що одержуються в реакторі, в напрямку, необхідному для розкладу небажаних канцерогенних складових, що містяться в вугіллі, використовувати продування газифікатора напівкоксу в низхідному потоці і знизити вміст в низькокалорійному газі твердих частинок, які потрапляють в нього при продуванні, запобігти забиванню отвору, призначеного для виходу шлаку, і забезпечити вільний вихід шлаку з газифікатора, а також реалізувати м'який режим швидкого охолодження шлаку і запобігти передчасному тужавінню розплавленого шлаку до моменту його швидкого охолодження.

Незважаючи на те, що на долю вугілля припадає 90% запасів трьох головних існуючих у природі викопних джерел енергії, якими є нафта, природний газ і вугілля, проблема його використання, як джерела енергії, екологічно безпечним способом усе ще залишається, по суті, до кінця не вирішеною. В даному винаході пропонується екологічно чистий, ефективний і економічний спосіб використання вугілля в системі, що працює під тиском, яка виключає можливість забруднення навколишнього середовища і попадання в атмосферу канцероген-

них речовин, які містяться в вугіллі. Оскільки вугілля являє собою, по суті, викопне джерело енергії, воно так само, як і інші копалини містить різного роду домішки. До подібних домішок відносяться, зокрема, зола, сірка і канцерогенні дистиляти і вуглеводні, що містяться в хімічно зв'язаному стані у складі летких компонентів вугілля.

В основу даного винаходу була покладена задача розробити такий спосіб обробки вугілля, яке використовується в якості палива, що забруднює навколишнє середовище, який дозволяв би одержувати з вугілля енергію екологічно чистим шляхом і істотно розширити можливості для використання вугілля в якості широко поширеного і легко доступного природного джерела енергії.

Інша задача даного винаходу полягала в розробці ефективного, що не потребує великих капіталовкладень, способу обробки вугілля під тиском в модулі достатньо великого розміру, який при цьому легко прогрівається в м'якому режимі нагріву.

Ще одна задача винаходу полягала також в розробці способу одержання теплової енергії шляхом спалювання очищених газів, які одержують з вугілля.

Наступна задача винаходу полягала в розробці способу використання пропонованих у винаході рішень на існуючих електростанціях, які працюють на вугіллі, що дозволить зробити їх екологічно чистими, підвищить їх ефективність і тим самим забезпечить можливість їх успішної подальшої експлуатації без великих капіталовкладень.

Ще одна задача винаходу полягала в розробці способу одержання з вугілля збагаченого воднем газу, з якого в результаті синтезу можна одержати цінне рідке паливо, що призначене для використання на транспорті і в системах опалювання замість нафти.

Задача винаходу полягала також в розробці способу одержання з вугілля очищеного низькокалорійного (бідного) газу, який утворює при спалюванні невелику кількість оксидів азоту NO_x і дозволяє завдяки своїй великій густині при його використанні в газовій турбіні істотно підвищити її ефективність.

Ще одна задача винаходу полягала в розробці

способу одночасного одержання в закритій системі збагаченого газу з високим вмістом водню із летких компонентів, які містяться в вугіллі, призначеного для синтезу рідкого палива і хімікатів, і низькокалорійного газу, який одержують з осадового напівкоксу і призначеного для використання в якості палива для виробництва електроенергії або для опалювання.

Ще одна задача винаходу полягала в розробці способу одержання з вугілля вуглецю, який можна використовувати в якості коксу або активованого вугілля.

Ці і інші задачі даного винаходу більш детально розглянуті нижче в наступному описі і формулі винаходу. Нижче винахід розглянутий з посиланням на прикладені до опису креслення, що є невід'ємною частиною винаходу. Слід зазначити, що розглянуті в описі варіанти здійснення винаходу служать тільки прикладами його можливої реалізації, які ілюструють винахід і не обмежують його об'єм.

На прикладених до опису кресленнях показано:

на Фіг.1 - технологічна схема способу, запропонованого у винаході, що ілюструє в якості прикладу процес одночасного одержання збагаченого і низькокалорійного газу,

на Фіг.2 - схематичне зображення технологічного устаткування, яке призначене для реалізації пропонуваного у винаході способу

на Фіг.3 - перетин площиною 3-3 по Фіг.2

на Фіг.4 - схематичне зображення іншого варіанту технологічного устаткування, що відрізняється від показаного на Фіг.2 наявністю іншої системи для нагріву вугілля і випуску низькокалорійного газу і розплавленого шлаку

на Фіг.5 - перетин площиною 5-5 по Фіг.4

на Фіг.6 - збільшене зображення показаного на Фіг.4 технологічного устаткування з іншим, у порівнянні з Фіг.2, варіантом відділення газу від розплавленого шлаку.

Перш за все необхідно відзначити, що одні і ті ж елементи технологічної схеми і устаткування позначені на всіх кресленнях однаковими позиціями.

На Фіг.1 показана технологічна схема пропонуваного у винаході способу обробки вугілля, в результаті якої одночасно одержують: 1) збагачений газ, який очищують і перетворюють у рідке паливо, наприклад у метанол, дизельне паливо, бензин або в хімікати, і 2) низькокалорійний газ, що очищують і використовують як паливо для виробництва електроенергії або для опалення. Позицією 10 на схемі позначений реактор, в якому в результаті нагрівання вугілля одержують неочищений збагачений газ і гарячий напівкокс. Позицією 11 позначений газифікатор, у якому з гарячого напівкоксу одержують неочищений низькокалорійний газ. Позицією 12 позначена система очищення неочищеного збагаченого газу, а позицією 13 - система очищення неочищеного низькокалорійного газу. Позицією 14 позначена сушильна камера для сушіння вугілля, в яку вугілля завантажують з бункера 19, при цьому за камерою 14 знаходяться зрівняльний бункер 15 і бункер-затвор 16. Під бункером-затвором 16 розташований живильник 17,

що дозволяє регулювати витрату вугілля. Позначений позицією 18 пристрій для завантаження вугілля поршневого типу примусово подає вугілля в реактор 10. Пальник 20 призначений для запуску процесу і може бути використаний в якості додаткового джерела тепла. Кисень і водяну пару подають в реактор з камери 21 крекінгу газу, що розташована біля розвантажувального кінця реактора 10. В камері 21 крекінгу газу є зона випромінювання тепла, призначена впливу тепловою енергією на вугілля і напівкокс, що виходять з розвантажувального кінця реактора 10.

Газифікатор 11 має впускний отвір 22 і випускний отвір 23. Впускний отвір 22 призначений для подачі в газифікатор окислювача, в якості якого переважно використовується заздалегідь підігріте повітря, а випускний отвір 23 призначений для виходу з газифікатора неочищеного низькокалорійного газу і розплавленого шлаку. Під випускним отвором 23 розташований сепаратор 24, який служить для відділення неочищеного низькокалорійного газу від розплавленого шлаку після їх виходу з газифікатора 11 і для швидкого охолодження шлаку. Бункер-затвор 25 призначений для випуску охолодженого шлаку і підтримки в системі робочого тиску. Перший циклон 26 призначений для видалення пилу з неочищеного низькокалорійного газу.

За системою 12 очищення збагаченого газу розташований теплообмінник 27, призначений для охолодження очищеного газу перед його подачею на установку 28 синтезу газу, в якій з нього одержують різні хімічні сполуки або рідке паливо, яке є альтернативою нафти, таке як метанол, бензин або дизельне паливо. За системою 13 очищення низькокалорійного газу розташований другий циклон 29, призначений для тонкого очищення газу, а за циклоном 29 розташовані підігрівач 30 і теплообмінник 31. За теплообмінником 31 розташований герметичний пиловловлювач 32 з шаром активованого вугілля. Очищений низькокалорійний газ подають в позначену позицією 33 установку або систему, яка призначена для подальшого використання газу, наприклад, на електростанцію, в систему опалювання, в промислову піч і т.д.

На Фіг.2 позицією 10 позначений реактор, призначений для обробки вугілля, а позицією 11 - газифікатор, призначений для перетворення напівкоксу в газ і золи в шлак. Реактор 10 має завантажувальний кінець 34 і розвантажувальний кінець 35. Біля розвантажувального кінця 35 реактора розташована камера 21 крекінгу газу, до якої кріпиться вертикальна труба 37, з'єднує реактор 10 з газифікатором 11. Один кінець камери 21 відкритий і з'єднаний фланцевим з'єднанням 38 з розвантажувальним кінцем 35 реактора 10, а інший кінець камери 21 закритий випромінюючою тепло стіною 39, через яку проходить фурма 40. Фурма 40 може переміщатися в подовжньому напрямі і призначена для інжекції в камеру крекінгу окислювача, наприклад, повітря або кисню, і, при необхідності, водяної пари, при цьому для одержання збагаченого газу через фурму 40 у камеру крекінгу подають кисень, який практично не містить ніяких домішок (відносно чистий кисень). Для більш інтенсивного нагрівання газу в камері 21

крекінгу фурму 40 можна оснастити пристроєм, що дозволяє інjektувати в камеру суміш кисню і палива. Для підвищення вмісту водню (H_2) в одержуваному газі до кисню можна додавати деяку кількість водяної пари, яку використовують для одержання синтез-газу, призначеного для переробки в рідке паливо. При достатньо великому діаметрі реактора можна використовувати кілька фурм 40, що сполучені загальним колектором 41, який має вхідні отвори 42 і 43 для подачі в нього кисню і водяної пари відповідно. На Фіг.3, як приклад, показано розташування фурм 40, що проходять через стінку 39 камери крекінгу. В камері 21 крекінгу газу є отвір 44, що призначений для випуску отриманого в результаті крекінгу збагаченого газу, через який газ потрапляє в трубу 45, на якій встановлений зворотний клапан 46, що регулює протитиск у камері 21. Не показана на кресленні, але позначена стрілкою ділянка труби 45 веде до показаної на Фіг.1 системи 12 очищення збагаченого газу.

Газифікатор 11, з'єднаний вертикальною трубою 37 з камерою 21, є апаратом шахтного типу, що має корпус 47 високого тиску, внутрішнє облицювання 48, кришку 49 і днище 50. Отвори, виконані в корпусі 47 і в облицюванні 48, з'єднані з вхідними патрубками 22, через які в газифікатор подають окислювач, переважно у вигляді підігрітого повітря, призначений для перетворення гарячого напівкоксу в неочищений низькокалорійний газ і золи в розплавлений склоподібний шлак. Для перетворення вуглецю, що міститься в гарячому напівкоксі, в синтез-газ, замість підігрітого повітря можна використовувати відносно чистий кисень і водяну пару. Регулювання подачі повітря в газифікатор 11 здійснюють за допомогою регуляторів 51 витрати повітря. Повітря можна подавати в газифікатор 11 на різних по висоті рівнях. Днище 50 газифікатора 11 виконано похилим у бік вихідного патрубка 23, який оснащений трубками 52 і 53, які за рахунок продування відповідного газу, наприклад кисню, забезпечують вільний вихід отриманого газу і розплавленого шлаку з газифікатора 11 по горизонтальному каналу 54 і вертикальному каналу 55 вихідного патрубка 23.

Розташований під вихідним патрубком 23 сепаратор 24 являє собою герметичний апарат, розділений на дві частини - верхню 56 і нижню 57. У верхній частині 56 знаходиться зона 58 розділення з отвором 59, що призначений для виходу шлаку, і патрубком 60 для виходу газу. В нижній частині 57 сепаратора розташовані призначений для швидкого охолодження шлаку резервуар 61, в який подається вода, і зрівняльний бункер 62. Зрівняльний бункер 62 з'єднаний запірним клапаном 63 з бункером-затвором 25, що має на днищі клапан 64, який закривається при відкритому клапані 63 і не допускає втрати тиску в системі під час вивантаження відпрацьованого охолодженого шлаку у відстійник 85.

Відокремлений від шлаку газ через вихідний патрубок 60 надходить по трубі 65 в циклон 26. Під циклоном 26 розташований зрівняльний бункер 66, який у свою чергу сполучений з бункером-затвором 67, при цьому наявність запірних клапанів 68 і 69 дозволяє виводити тверді частинки, що

містяться в газі, з бункера-затвора 67 у відкритий накопичувач 70, що знаходиться під атмосферним тиском, без втрати тиску в системі. З циклону 26 низькокалорійний газ по вихідній газовій трубі 71 подається на подальшу обробку. Зворотний клапан 72 призначений для регулювання протитиску в газифікаторі 11. Кінець газової труби 71 (на кресленні не показаний, але позначений стрілкою) веде до показаної на Фіг.1 системи 13 очищення низькокалорійного газу.

Показаний на Фіг.4 і 5 реактор 10 має деякі відмінності від реактора 10, що показаний на Фіг.2. Реактор 10, показаний на Фіг.4, має пальник 20, із якої по трубі 74 через вхідний отвір 73 потік гарячого димового газу поступає в нагрівач 75 і у міру руху через отвори 76 (показані на Фіг.5) до вихідного отвору 77 певним чином нагріває вугілля, яке знаходиться в реакторі, спочатку його зовнішню поверхню, а потім, у силу теплопровідності, весь об'єм вугілля. Між нагрівачем 75 і герметичним корпусом 79 розташований шар теплоізоляційного матеріалу 78, а маса вугілля, що знаходиться у середині реактора 10, позначена на кресленні позицією 80. Корпуси обох реакторів, показаних на Фіг.2 і 4, мають форму конуса, що розширюється від завантажувального кінця 34 реактора до його розвантажувального кінця 35, яка сприяє переміщенню вугілля усередині реактора 10 при примусовому завантаженні вугілля в реактор штовхачем 81 пристрою 18 для завантаження вугілля (показаного на Фіг.1).

Під газифікатором 11, як показано на Фіг.4, розташований ресивер 36, який показаний в збільшеному масштабі на Фіг.6 і має корпус 86, внутрішнє облицювання 87 і патрубки 88, 89 і 90. В нижній частині ресивера 36 знаходиться тигель 91, який нагрівається відповідним нагрівальним пристроєм, наприклад індукційною котушкою 92. Від патрубка 88 вниз в ресивер 36 відходить заглибна труба 93, по якій в ресивер 36 поступає розплавлений шлак і газ, який через занурений в розплавлений шлак кінець труби 93 проходить у вигляді бульбашок через шлак і виходить з ресивера 36 через патрубок 89. Розплавлений шлак, який досягає рівня 102 зливи, витікає з ресивера 36 через патрубок 90, як це більш наочно видно на Фіг.6. В днищі ресивера 36 є розвантажувальний отвір 108, який відкривають при очищенні ресивера 36. Газ з ресивера 36, що виходить через патрубок 89, по трубі 101 подається в розташовану нижче систему 13 очищення газу.

Вертикальна труба 94, що відходить вниз від патрубка 90, сполучає ресивер 36 з резервуаром 57, який розташований нижче і призначений для швидкого охолодження шлаку. Для очищення труби 94 і вільного проходу через неї розплавленого шлаку призначені трубки 95 і 96, через які в трубу нагнітають окислювач. Резервуар 57 для охолодження шлаку має три патрубки 97, 98 і 99, при цьому патрубок 97 призначений для подачі через нього розплавленого шлаку по трубі 94 в резервуар 57, патрубок 98 призначений для виходу пари, яка утворюється при попаданні розплавленого шлаку у водяну ванну 61, а патрубок 99 призначений для виходу з резервуару охолодженого шлаку. Тверді частинки, що містяться в парі,

видаляють з неї відомими способами, наприклад, в описаному раніше і показаному на Фіг.2 циклоні 26. Зворотний клапан 100 призначений для регулювання протитиску на виході циклону 26. Щоб уникнути попадання пари, яка утворюється при охолодженні шлаку, в ресивер 36 використовують клапан 100, який підтримує в ресивері 36 більш високий тиск, чим в охолоджуючому резервуарі 57, і перешкоджає передчасному тужавінню шлаку, яке може відбутися при його охолодженні водяною парою.

Перед описом роботи установки, на якій здійснюється спосіб, що запропонований у винаході, слідє ще раз відзначити, що, як уже було сказано вище, вугілля, по своїй суті, є викопним джерелом енергії, що містить вуглець, золу, сірку і леткі компоненти (газ). Для екологічно чистого використання вугілля з нього необхідно виділяти і переробляти в корисні продукти різні домішки, що містяться в ньому, у тому числі золу, сірку, а також канцерогенні газоподібні речовини. Золу, щоб вона втратила свої вилуговуючі властивості, необхідно доводити до склоподібного стану, з домішок, які містять сірку, необхідно одержувати елементарну сірку, а такі канцерогенні дистилати, як смоли і легкі масла, що містять бензол, необхідно деформулювати шляхом крекінгу. Нижче описана робота установки відповідно до декількох варіантів її виконання, на якій здійснюється спосіб запропонований у винаході. При цьому більш детально розглянута робота установки, на якій одночасно одержують синтез-газ, із якого одержують рідке паливо, яке використовується на транспорті або в системах опалювання, і горючий газ, призначений для виробництва електроенергії, що ж до інших варіантів виконання установки, то в описі розглянуті тільки їх відмінності від установки для одночасного одержання синтез-газу і горючого газу.

Схема установки, яка призначена для одночасного одержання синтез-газу і горючого газу, показана на Фіг.1. Вугілля з бункера 19 завантажують в сушильну камеру 14, з якої він через зрівняльний бункер 15 потрапляє в бункер-затвор 16. В вугіллі можуть міститися різного роду домішки, наприклад біомаса і/або порожня порода, які потрапляють у вугілля під час його видобутку. Після заповнення бункера-затвора 16 подача вугілля в нього припиняється, і живильник 17 направляє вугілля в завантажувальний кінець 34 реактора 10. Пристрій 18 для завантаження вугілля примусово переміщує вугілля в реактор 10, спресовуючи й ущільнюючи його таким чином, що в завантажувальному кінці реактора вугілля стає практично не проникним для неочищеного газу, який стискується під час переміщення порції вугілля і проходить через реактор 10 разом з вугіллям до розвантажувального кінця реактора. Після нагрівання вугілля в розвантажувальному кінці реактора 10 пальником 20 і стабілізації процесу вугілля переміщують в реакторі 10 вперед, і одночасно у вугілля, переважно з камери 21 крекінгу газу, через фурму(-и) 40 інжектують кисень (і можливо водяну пару), який дегазує вугілля і забезпечує одержання неочищеного збагаченого газу достехіометричним способом у відновлювальній атмосфері. Температуру в камері 21 підтримують вище температури крекінгу вугільної

смоли, масел, вуглеводнів і т.д., які мають канцерогенні властивості, з яких одержують крекінг-газ з високим вмістом водню, який по трубі 104 подається в систему 12 очищення газу для подальшої його обробки, наприклад, для десульфуризації і одержання ідеального синтез-газу, що містить дві частини H_2 і одну частину CO . При обробці вугілля з низьким вмістом летких речовин і при недостатній кількості палива в камері 21 для підвищення температури вугілля до температури крекінгу до кисню можна додавати додаткове паливо. Камеру 21 крекінгу газу, що призначена для виділення збагаченого газу з гарячого напівкоксу, можна також використовувати для попередньої обробки збагаченого газу і виділення з вугілля в процесі крекінгу канцерогенних рідин і вуглеводнів, для чого в цій камері 21 підвищують температуру, інжектуючи в неї через патрубки 103 (Фіг.2) фурми 40 необхідну кількість окислювача і спалюючи деякі леткі речовини, що містяться в вугіллі, внаслідок чого одержують крекінг-газ, який не містить рідких фракцій і вуглеводнів, до складу якого, головним чином, входять H_2 , в переважаючій кількості, і CO . В зоні 107 камери 21, за рахунок випромінювання тепла, відбувається ефективне нагрівання вугілля, яке виходить з розвантажувального кінця 35 секції. Вугілля/напівкокс поступово, з певними перервами, в імпульсному режимі, переміщують з камери 80 у реакторі 10, послідовно обновлюючи передню торцеву поверхню маси вугілля/напівкоксу, яка нагрівається теплом, що випромінюється в камері 21. Залежно від виду оброблюваного вугілля запропонований у винаході спосіб дозволяє одержувати крекінг-газ, що складається з двох частин H_2 і однієї частини CO , без конвертера зсуву, який звичайно використовується для цього в даний час. При недостатньому вмісті в вугіллі летких складових для збільшення вмісту в газі H_2 додатково використовують водяну пару. Отриманий у такий спосіб синтез-газ після очищення в основному складається з двох частин H_2 і однієї частини CO . Отриманий газ, охолоджений у теплообміннику 27 що надходить по трубі 105 на установку 28 синтезу, є ідеальним для його перетворення в рідке паливо. Як установку 28 для синтезу газу можна використовувати установку для синтезу Фішера-Тропша або установку для одержання метанолу с послідовно встановленим за нею апаратом для одержання з метанолу бензину, наприклад, розробленого фірмою Mobil Oil. Перетворення синтез-газу в різного роду рідке паливо широко відоме і не є об'єктом даного винаходу. Оскільки основна частина витрат при отриманні альтернативного нафті рідкого палива з синтез-газу доводиться на виробництво синтез-газу, описаний вище спосіб крекінгу летких компонентів вугілля представляється вельми привабливим і економічним способом одержання сировини, яка використовується при отриманні синтез-газу.

Отриманий при дегазації вугілля гарячий напівкокс, що являє собою пористу і хімічно високоактивну речовину, подається в газифікатор 11 і піддається газифікації під впливом повітря, яке можна підігрівати. Для вирівнювання температури у всьому об'ємі напівкоксу повітря в газифікатор 11 доцільно подавати низхідним потоком; при цьому

повітря можна подавати в газифікатор 11 в декількох точках, як це показано на Фіг.2 і 4. Повітря при його взаємодії з вуглецем, що міститься в напівкоксі, утворює генераторний газ, який через його низьку калорійність (низького значення БТО) називають також "бідним газом". Отриманий низькокалорійний газ подають по трубі 106 в призначену для очищення гарячого газу систему 13, в якій з газу видаляють сірку, при цьому, при недостатньо високій для очищення температурі газу, до нього, до його попадання в резервуар системи 13 очищення, додають окислювач 9. Низькокалорійний газ, що виходить з системи 13 очищення, поступає в циклон 29, в якому з нього видаляють тверді частинки, а потім в повітряний підігрівач 30. З підігрівача 30 низькокалорійний газ направляють в теплообмінник 31, в якому з газу видаляють водяну пару, яка використовувалась при обробці газу для одержання H_2 , для пом'якшення температурного режиму, для контролю прохідності газових каналів і т.п. Потім низькокалорійний газ поступає в мішковий пиловловлювач 32, в якому перевіряють наявність в газі ртуті і лугу, а потім - на призначену для використання газу установку 33, яка може являти собою, наприклад, звичайну електростанцію. Низькокалорійний газ є чудовим паливом для газової турбіни і крім підвищення ефективності виробництва електроенергії, зв'язаної з його підвищеною щільністю, забезпечує, за рахунок згоряння холодним полум'ям, низький вміст у газах, що відходять, оксидів азоту NO_x . Газову турбіну можна об'єднати з паровою турбіною, отримавши тим самим широко використовуваний в даний час енергоблок, призначений для ефективного виробництва електроенергії.

Одночасно з одержанням низькокалорійного газу в газифікаторі відбувається процес перетворення золи, що міститься в вугіллі, у розплавлений шлак, при цьому з газифікатора низькокалорійний газ і розплавлений шлак через вихідний патрубок 23 надходять у сепаратор 24, відкля газ направляють у циклон 26, а шлак, після його охолодження, подають у бункер-затвор 25, з якого його вивантажують, не знижуючи тиску в системі. Отриманий таким чином шлак являє собою інертну склоподібну речовину, яку перевіряють на відсутність лужних властивостей.

Сірка в неочищеному збагаченому газі і неочищеному горючому газі утримується у вигляді сірководню H_2S , який можна витягнути з газу будь-яким відомим методом, у тому числі способом, що запропонований в згаданому вище патенті. H_2S абсорбують сорбентом в системах 12 і 13 очищення газу, показаних на Фіг.1. Регенований для повторного використання в камері 7 сорбент поглинає з газу сірку в елементарній формі у вигляді пари, яка конденсується в конденсорі 8. Тиск утвореного в конденсорі 8 газу, який відходить, яким

обробляють сорбент для його повторного використання, створюється компресором 109. Відпрацьований сорбент з системи 12 очищення газу через клапанний живильник 110 подається для регенерації в камеру 7. Відновлений сорбент за допомогою клапанного живильника 111 повертають назад в систему 13 очищення для повторного використання. Тверді частинки з газу, що відходить, і яким обробляють сорбент для повторного використання, видаляють в циклоні 112, який розташований над регенератором 7.

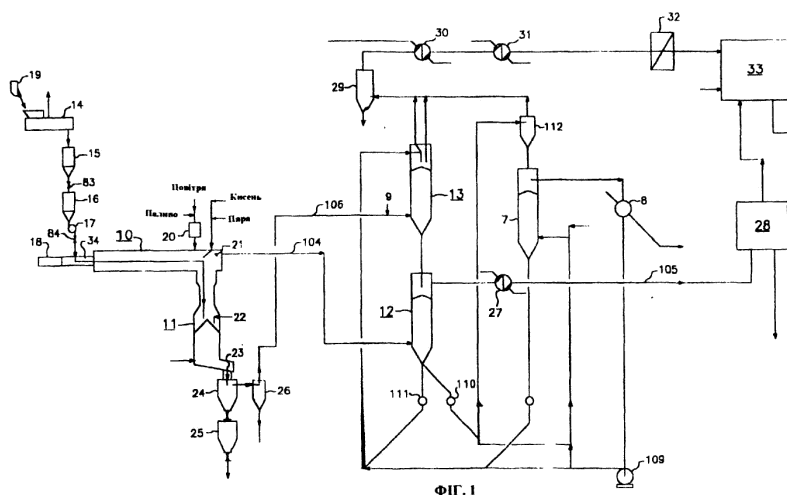
Якщо запропонований в даний винаході спосіб використовують тільки для виробництва синтез-газу, то замість повітря в газифікатор 11 подають кисень і водяну пару, які вступають в реакцію з напівкоксом, утворюючи збагачений воднем H_2 газ, який після очищення можна перетворити в рідке паливо і/або хімікати так само, як і збагачений воднем H_2 газ, що отриманий із крекінг-газу після того, як він буде підданий реакції зсуву, яка добре відома в техніці газифікації.

При використанні запропонованого у винаході способу тільки для одержання горючого газу кисень, який прокачують через реактор крекінгу, змішують з повітрям для одержання низькокалорійного газу, який після очищення можна використовувати в якості горючого газу, точно так само, як і газ, що отримують в газифікаторі 11 при пропусканні через нього повітря. Горючий газ можна використовувати як паливо в різних системах нагріву, у тому числі і при виробництві електроенергії.

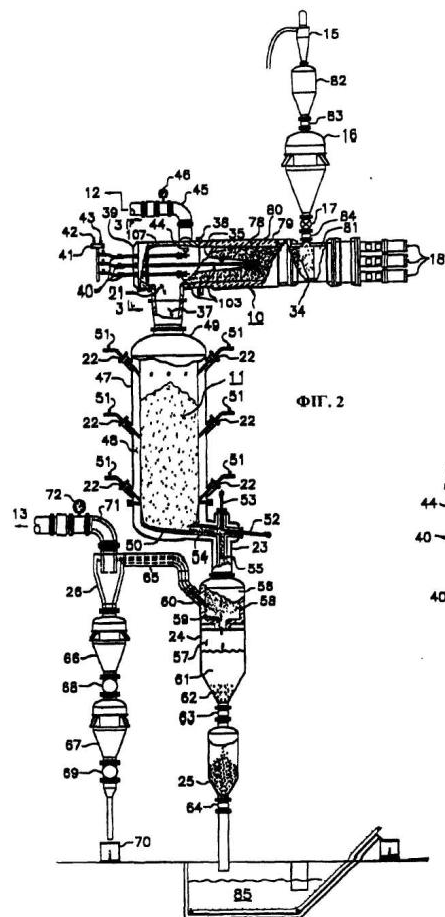
В даний час понад 50% всієї електроенергії в Сполучених Штатах виробляють на електростанціях, що працюють на пилоподібному вугіллі, яке забруднює атмосферу, і тому однією з важливих задач даного винаходу є переведення існуючих електростанцій на новий вид палива, що забезпечить можливість їх успішної подальшої експлуатації.

Ще одним прикладом можливого застосування запропонованого у винаході способу є обробка вугілля в реакторі 10, при якій без жодної газифікації одержують кокс або напівкокс, який можна успішно використовувати в металургійній промисловості. З напівкоксу після його підігріву до високої температури і обробки водяною парою можна одержувати активоване вугілля, яке широко використовують у фільтруючих системах, у тому числі і для видалення ртуті.

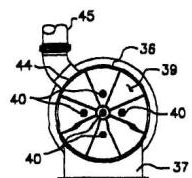
З усього вищевикладеного слідує, що запропонований в даному винаході спосіб обробки вугілля дозволяє одержати альтернативний нафті і природному газу багате, ефективне і екологічно чисте джерело енергії, яке можна використовувати в системах опалювання, на транспорті, для виробництва електроенергії і одержання різних хімічних речовин і інших продуктів, у тому числі коксу і активованого вугілля.



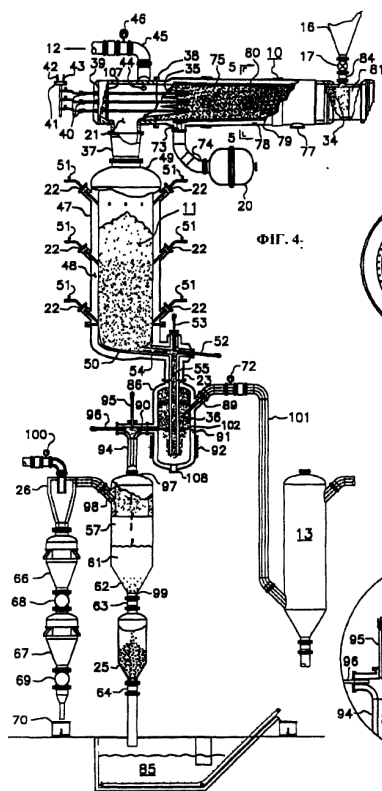
ФІГ. 1



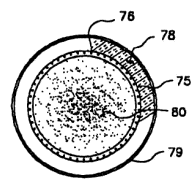
ФІГ. 2



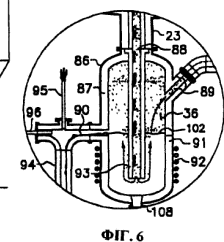
ФІГ. 3



ФІГ. 4



ФІГ. 5



ФІГ. 6