



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **13410** (13) **U**  
(51) МПК (2006)  
**F23G 5/00**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

### ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) УСТАНОВКА ШАХТНОГО ТИПУ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ І ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ З ВНУТРІШНІМ ДОПАЛЮВАННЯМ**

1

(21) u200512848

(22) 30.12.2005

(24) 15.03.2006

(46) 15.03.2006, Бюл. № 3, 2006 р.

(72) Живченко Володимир Семенович, Зубков Михайло Йосипович

(73) Живченко Володимир Семенович

(57) Установка шахтного типу для утилізації твердих побутових і промислових відходів з внутрішнім допалюванням, що має дві теплообмінні камери, перша - для нагріву повітря до температур 700...850°C, яке подається в зону горіння через сопла, які розташовані в центрі поду реактора,

2

друга - для відводу продуктів горіння із зони їх утворення, з можливістю відводити продукти піролізу в нижній частини реактора, на рівні коксового залишку, яка **відрізняється** тим, що продукти піролізу і горіння відводяться через кільцеве сопло, яке утворене зазором між стінкою реактора та горном, а для їх допалювання між першою та другою камерами на рівні відповідного кільцевого сопла розташовано додаткове повітряне сопло, яке утворене зазором між низом стінки теплообмінника та горном, крім того діаметр реактора дорівнює 350-450мм.

Корисна модель відноситься до хімічної промисловості, зокрема, до утилізації твердих вуглеводневих матеріалів шляхом їх піролізу.

Відомий реактор [Твердые бытовые отходы. Справ очник. Москва 2001. стр. 179 рис. 6.10.], що представляє собою шахтну піч з убудованої усередині нього швельшахтой, а також система евакуації газів, що дозволяє уникнути змішування піролізних і димових газів.

Відходи завантажують у верхню частину реактора з трьома затворами шиберного типу. Під дією власної ваги відходи опускаються через швельшахту в нижню частину реактора, куди подається підігрітий до 800°C повітря, вуглецевий залишок від піроліза відходів згоряє, створюючи температуру 1600°C, достатню для плавлення негорючих складових. Розплавлений шлак виводиться в жужільну ванну через отвір в бок корпусу установки. Димові гази, омиваючи швельшахту, направляються в повітропідігрівник, а потім, пройшовши системи газоочистки, виходять в атмосферу.

Піроліз відходів здійснюється у швельшахте, отримані продукти відводяться через її верхню частину в конденсатор. У конденсаторі з газу виділяються волога і смола.

Частина газу відбирається для пальників, розташованих у повітря підігрівникові й у нижній частині реактора. По тракті димових газів за системою газоочистки встановлений газоаналізатор, що

впливає через систему регулювання на дросельні заслінки, установлені на лінії димових газів, що ідуть, і пального газу. Цей реактор використано в якості прототипу.

Найбільш близьким по технічній суті є установка шахтного типу для утилізації твердих побутових і промислових відходів методом сухого піролізу [Деклараційний патент №6255 F23G5/00 Бюл. №4 15.04.2005], що містить футеровані камери, металевий реактор, розміщений в камері, пристрої для подачі теплоносія в камеру і його спалювання, теплообмінником, відвідний патрубок, завантажувальний бункер з механізмом для примусового переміщення відходів яка додатково обладнана: штуцерами в нижній частини реактору, на рівні коксового залишку для виходу продукти піролізу; зовнішнім теплообмінником для швидкого охолодження продуктів піролізу в; внутрішнім теплообмінником для нагріву повітря, яке подається в зону горіння, до температур 700...850°C; соплами, які розташовані в вертикальним каналі в центру поду реактора, для подачі повітря в зону горіння; теплообмінним зазором який утворений стінкою реактора та повітряним теплообмінником щоб відводити продукти горіння з зони їх утворення і обігрівань реактора та повітря; вертикальним каналом який розташовано в центру поду реактора що утворює гідро затвор який для виходу розпаву твердого залишку.

(19) **UA** (11) **13410** (13) **U**

Однак відома сукупність ознак не дозволяє досягнути необхідного технічного результату, а саме:

- на охолодження піролізного газу від температур 850° до 200-250° необхідно велика кількість охолоджувача (води), але для його також необхідні теплообмінники, або градирні. Теплообмінник для охолодження піролізного газу це досить велика споруда з складним і дорогим устаткуванням та обслуговуванням

- к недолікам відноситься те, що піролізні гази відводяться патрубками які проходять крізь чотири металеві стінки, але при нагріві, вони розширюються в залежності від температури на різну величину, тому ці патрубки будуть зламани.

- отриманий піролізний газ має низьке теплотворення і на його спалювання необхідні спеціальні пальники у яких газ заздалегідь нагрівається, тобто на його утилізацію потрібне спеціальне обладнання, обслуговування, площу, та інше.

- відома установка по сухому піролізу відходів повинна знаходитися коло котельних або інших установок, де є можливість використовувати одержаний газ. Але це може бути як окремий випадок і не може використовуватися самостійно в автономному режимі

- наявність значної кількості обслуговуючого обладнання потребує спеціальної апаратури, що також є недоліком, бо вона, в свою чергу, потребує кошти для обслуговуючого персоналу.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення установки для здійснення безперервного процесу піролізу вуглеводних твердих побутових і промислових відходів методом сухого піролізу, у якій за рахунок зміни конструкції забезпечується можливість уникнення забруднення продуктів піролізу діоксанами, смолкою, фуранами та водою, підігріву повітря для спалювання коксового залишку до температур понад 800°C, без зовнішнього пристрою, регулювання температурного режиму процесу піролізу і повна ізоляція навколишнього середовища від виходу димових газів з топкового простору реактора.

Однак відома сукупність ознак не дозволяє досягнути необхідного технічного результату, а саме:

- Несиметричне температурне поле навколо швельшахте через однобічне підведення повітря на горіння коксового залишку, а також відкритий отвір жужильної лютки, через яке виходить частина димових газів у навколишнє середовище.

- Зовнішній нагрів повітря в теплообміннику від продуктів згорання, який подається в зону паління, при цьому максимально можлива температура може бути не більш 300°C бо значна кількість тепла продуктів згорання пішла на нагрів відходів в реакторі для процесу їх піролізу. Крім того, при транспортуванні гарячих газів (повітря та диму) по зовнішнім трубам втрачається частина тепла, тобто додатково знижується їх тепло. Використане зовнішніх теплообмінників, особливо коли вони обладнані газовими горілками, суттєво ускладнює конструкцію установки взагалі і її вартість в зокрема.

- Наявність баласту в вигляді пару та смолки в піролізном газу істотно знижує його вартість, тому

в установці передбачено конденсатор, у якому з газу виділяються волога і смола. Це обладнання є коштовним та енергоємним що значно збільшує вартість і складність самої установки. Сконденсована вода та смола потребують очищення, це знов потребує спеціальне обладнання енергії та кошти на їх виготовлення і обслуговування.

- Наявність значної кількості обслуговуючого обладнання потребує спеціальної апаратури, що також є недоліком, бо вона, в свою чергу, потребує кошти для обслуговуючого персоналу.

- Але найбільш суттєвим недоліком є те що рух відходів в реакторі зверху - вниз, а газу навпаки, тобто одночасно йде процес сушки, низькотемпературний, середньотемпературний та високотемпературний піроліз. При цьому, найбільш нагрітій газ проходить по висоті весь реактор, отож охолодження проходить повільно особливо в інтервалі 700-200°C. В результаті цього піролізний газ вмістить суміш газових фаз усіх продуктів, які долучені послідовно на різних рівнях по висоті реактора. В тому числі і важкі вуглеводи (C<sub>20</sub> H<sub>12</sub> - бензапірен) напівзруйновані галогеноорганічні поєднання (діоксани), пари відновлених тяжких легкоплавких металів (Zn. Cd). Доцільно при цьому привести, що умовами їхнього утворення і виділення є:

- низькі температури нагрівання або горіння матеріалу, при яких утворюються продукти неповного згорання;

- недолік кисню (менш 8,0%), при якому відбувається термічний вплив на оброблюваний матеріал;

- недолік часу (менш 2с) впливу при температурі нагрівання більш 850°C на молекулярні зв'язки цих речовин з метою їхнього руйнування.

Тобто умови повністю співпадають з роботою реактора. Ці домішки є найбільш шкідливими для людини і в багатьох розвинутих країнах світу були закриті підприємства по знищенню побутових відходів. З цієї точки зору така установка повинна бути заборонена.

Поставлена задача досягається тим, що установка має дві внутрішні теплообмінні камери. Перша камера для відводу суміші продуктів згорання коксового залишку і піролізного газу, утворена корпусом реактора та корпусом повітроводу. Друга камера потрібна для підводу повітря в зону горіння коксового залишку і газової суміші. Камери сполучаються через металеву перегородку. Продукти горіння обігрівають реактор і нагрівають повітря. Повітровід починається зверху штуцером для підводу повітря від вентилятора, колектора, далі проходить вздовж реактору, під горном і закінчується кільцевим соплом який знаходиться в верхній частині вертикального водяного шлюзу для стікання рідкого мінерального залишку. Продукти піролізу, які утворилися в реакторі примушені проходити скрізь розжарений коксовий залишок тому, що вихід піролізного газу і продуктів горіння коксівного залишку відбувається через сопло яке розташоване між горном і реактором. Між першою і другою камерою в районі виходу суміші продуктів горіння і піролізного газів з реактора розташовані щелинне сопло через яке частина нагрітого повітря потрапляє в першу камеру і сприяє допалюванню піролізного газу з виділенням тепла. Це тепло сприяє

підвищенню температури в реакторі, прискоренню процесу піролізу і загальному підвищенню ступеня використання устаткування в цілому. Догорання піролізного газу в об'ємі установки сприяє значному зниженню шкідливих речовин в вихідних газах і може використовуватися автономно.

Суттєві ознаки відомого пристрою, які співпадають з ознаками запропонованої корисної моделі:

1. пристрій вертикального типу з двома теплообмінними камерами;
2. можливість відводити продукти піролізу через штуцери в нижній частині реактору, на рівні коксового залишку;
3. проводити внутрішнім теплообмінником нагрів повітря, яке подається в зону горіння, продуктами горіння, до температур 700...850°C;
4. повітря подавати через сопла які розташовані в центру поду реактора;
5. продукти горіння відводити з зони їх утворення через теплообмінний зазор який утворений стінкою реактора та повітряним теплообмінником;
6. відводити розплав твердого залишку через гидрозатор який розташований в центру поду.

Відмітними від прототипу істотними ознаками корисної моделі є:

1. вихід піролізного газу і продуктів горіння коксівного залишку відбувається через щільне горизонтально розташоване в районі верхньої межі зони горіння, сопло яке утворене зазором між стінкою реактора та горном;
2. діаметр реактору дорівнюється 300-450мм;
3. між першою і другою камерою в районі виходу суміші продуктів горіння і піролізного газів з реактора розташовані щільне сопло, яке утворене зазором між низом стінки теплообмінника та горном, через яке частина нагрітого повітря потрапляє в першу камеру;
4. догорання піролізного газу в об'ємі першої камери установки.

Сукупність істотних властивостей винаходу є необхідною і достатньою для усіх випадків, на які поширюється область використання винаходу.

Суттєвими ознаками корисної моделі і технічним результатом - конструктивне удосконалення установки для здійснення безперервного процесу піролізу вуглеводних твердих побутових і промислових відходів методом сухого піролізу, з внутрішнім допалюванням піролізного газу у якій за рахунок зміни конструкції забезпечується можливість, підвищення теплового навантаження реактору, підвищення ступеня використання теплоти реакцій в роботі установки, зниження екологічного навантаження на навколишнє середовище, а також можливість роботи установки в автономному режимі існує причинно-наслідковий зв'язок. Пояснюється цей зв'язок наступними доказами.

Спільний вихід піролізного газу і продуктів горіння коксівного залишку що відбувається через щільне горизонтально розташоване в районі верхньої межі зони горіння сопло, яке утворене зазором між стінкою реактора та горном, сприяє тому, що всі органічні речовини, завдяки високій температурі, розпадаються на складові частини, тобто при високій температурі в продуктах піролізу вза-

галі відсутні такі компоненти як діоксини, смолка, фурані, таким чином продукти піролізу є безпечні.

Так як передача тепла на піроліз йде крізь металеву стінку, тобто не в об'ємі, то на швидкість та повноту реакції має великий вплив теплопровідність відходів. Але теплопровідність відходів дуже мала, на рівні теплоізоляції, тому при діаметрі більш 450мм температури в центрі стовпа відходів в реакторі нижче ніж потрібна для процесу низькотемпературного піролізу. Отже, в зону горіння поступає вуглецевий залишок сумісно з відходами і чим діаметр реактору більший тим більше відходів попаде в зону горіння. Це явище укриває небажано з багатьох причин і основні з них це те, що температура в зоні горіння істотно знижується, отже, теплове навантаження на реактор знижується, швидкість, і повнота процесу піролізу знижується. Автоматично це приводить до збільшення кількості відходів в зоні горіння, подальше зменшення теплового навантаження зі всіма витікаючими наслідками. При діаметрі реактора менше ніж 350мм може відбуватися зависання відходів, особливо якщо це відходи з крупними фрагментами або ті, що підплавляясь приварюються до стінок реактора. Крім того, з досвіду встановлено, що при діаметрі менше 350мм сили тертя об стінки реактора, перешкоджають руху відходів, тому швидкість опускання відходів під власною вагою знижується настільки, що відходи починають горіти в зоні піролізу, вигоряють і процес припиняється.

Розташування повітряного сопла, яке утворене зазором між низом стінки теплообмінника та горном, між першою і другою камерою в районі виходу суміші продуктів горіння і піролізного газів з реактора, сприяє процесу допалюванням піролізного газу при цьому в зоні реакції розвивається досить висока температура що перешкоджає вторинному утворенню таких сполучень як фурані і діоксини. Цьому ж сприяє надлишок кисню в газах, що відходять.

Реакція утворення піролізного газу є ендотермічна тобто потребує теплову енергію. Коли цей газ спалюють поза установкою то в тепловому балансі процесу необхідно цю частку тепла відняти. В випадку коли піролізний газ спалюється в об'ємі першої камери установки, тепловий баланс поповнюється тепловою енергією від спалювання піролізного газу і установка в цілому значно підвищує свою продуктивність і коефіцієнт корисної дії.

Допалювання газу в установки значно знижує навантаження на навколишнє середовище, що в свою чергу дає можливість експлуатувати її в автономному режимі, тобто така установка є більш універсальна ніж відомі.

На фігурі схематично наведений поперечний розріз установки шахтного типу для утилізації твердих побутових і промислових відходів з внутрішнім опалюванням. Установка має реактор 1 в вигляді швельшахти де йде процес сухого піролізу, теплообмінник 2 де проходять продукти горіння які віддають тепло реактору та повітрю, теплообмінник 3 де проходить повітря на горіння яке нагрівається від продуктів горіння, теплоізоляція 4, штуцер для подачі повітря 5, вихід продуктів горіння 6, пристосування для примусової подачі відходів 7, бункер

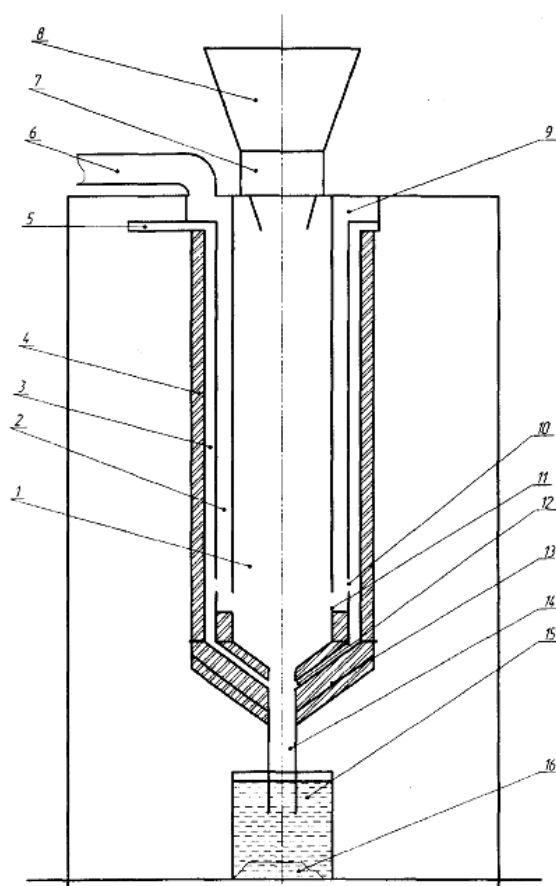
для прийняття відходів 8, колектор 9 для виходу продуктів горіння, щільне горизонтально розташоване в районі верхньої межі зони горіння, сопло яке утворене зазором між стінкою реактора та горном 11, повітряне сопло 10, яке утворене зазором між низом стінки теплообмінника та горном, для виходу нагрітого повітря в зону допалювання продуктів піролізу, сопла 12 для подачі нагрітого повітря в зону горіння коксового залишку, горн 13, вертикальний канал 14 для виходу рідкого мінерального залишку та гідрозатвору, гідрозатвор 15, мінеральний залишок 16.

Установка шахтного типу для утилізації твердих побутових і промислових відходів з внутрішнім опалюванням працює наступним чином:

На подину горна укладають палий матеріал, наприклад дрова або кокс і розпалюють. Для підтримки горіння включається надув повітря при цьому повітря через штуцер 5 проходить по теплообміннику 3 попадає в сопла 12 відквіля у вертикальний канал 14. Завдяки гідрозатвору 15 повітря піднімається нагору в зону горіння. Одночасно починають робити завантаження відходів у прийомний бункер 8. З прийомного бункера за допомогою пристрою для примусової подачі 7 відходи проходять у реактор 1. Одночасно включається відсос продуктів горіння, що завдяки горизонтально розподжене в районі верхньої межі зони горіння, кільцеве сопло 11 евакууються в порожнину теплообмінника 2 відквіля попадають у кільцевий колектор 9 і через штуцер 6 у навколишнє середовище. При проходженні гарячих продуктів горіння стінки теплообмінника 3 і стінки реактора 1 нагріваються, і нагріте повітря збільшує фізичне тепло горіння відходів, починається процес піролізу, і при повному завантаженні реактора і при його діаметрі 350-450мм процес переходить у стаціонарний режим. При нагріванні відходів без доступу кисню відбувається послідовно у верхній зоні су-

шіння з виділенням пари, у середній зоні вихід летучих складових та піролізний смолки і в нижній зоні утворюється коксовий залишок. Завдяки пристроєві для примусової подачі відходів 7, створюється газонепроникна пробка в лейці прийомного бункера. Пар і летучі складових відходів проходять через тверді складові вниз і через щільне горизонтально розподжене в районі верхньої межі зони горіння кільцеве сопло 11 разом з продуктами горіння коксового залишку попадають у теплообмінник 2 де завдяки повітрю що подається через сопло 10 починається допалювання суміші піролізного газу та продуктів горіння коксового залишку. Тепло реакції поповнює тепловий баланс установки в цілому, а теплоізоляція 4 запобігає втратам цього тепла в навколишнє середовище не менш чим до 1000°C. Таке нагрівання сприяє повному руйнуванню молекул диоксинов і фуранів, крім того, волога відходів, реагуючи з вуглецем коксового залишку і піролізний смолки сприяють реакції газифікації з утворенням палих компонентів CO і H<sub>2</sub>. Процес роботи установки шахтного типу для утилізації твердих побутових і промислових відходів методом сухого піролізу працює безупинно.

Таким чином, запропонована корисна модель забезпечує можливість для здійснення безперервного процесу піролізу вуглеводних твердих побутових і промислових відходів методом сухого піролізу, у якій за рахунок зміни конструкції забезпечується можливість внутрішнього допалювання продуктів піролізу і уникнення забруднення продуктів піролізу діоксанами, смолкою, фуранами та водою, додаткового підігріву повітря без зовнішнього пристрою, до температур понад 800°C для спалювання коксового залишку, регулювання температурного режиму процесу піролізу і повна ізоляція навколишнього середовища від виходу забруднених шкідливими домішками піролізних газів.



Фіг.