



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **130097** (13) **U**  
(51) МПК (2018.01)  
**B09B 3/00**  
**C04B 7/44** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

|  |  |
|--|--|
| <b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2018 05567</b>  | <b>(72)</b> Винахідник(и):<br><b>Мілоцький Роман Вадимович (UA),</b><br><b>Мілоцький Вадим Вадимович (UA)</b>  |
| <b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>21.05.2018</b>                                   | <b>(73)</b> Власник(и):<br><b>СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ</b><br><b>УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА</b><br><b>ДАЛЯ,</b><br>проспект Центральний, 59-а, м.<br>Севєродонецьк, Луганська обл., 93406 (UA) |
| <b>(24)</b> Дата, з якої є чинними<br>права на корисну<br>модель: <b>26.11.2018</b>  |  |
| <b>(46)</b> Публікація відомостей<br>про видачу патенту: <b>26.11.2018, Бюл.№ 22</b> |  |

**(54) СПОСІБ УТИЛІЗАЦІЇ СУМІШІ ПОБУТОВИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ОРГАНІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ**

**(57) Реферат:**

Спосіб утилізації суміші побутових та промислових відходів органічного походження, що здійснюється шляхом каталітичної термодеструкції органічних сполук під впливом евтектичних сплавів вісмуту у присутності водяної пари. Процес перетворення здійснюють на поверхні мембрани, яку встановлено між вихідною сировиною та каталізатором і виконано з матеріалу, що містить титаномагнієві сплави, а процес здійснюють при температурі 150-350 °С.

UA 130097 U



Корисна модель належить до термічної утилізації суміші органічних побутових та промислових відходів, зокрема для утилізації відходів і сумішей відходів: полімерних, паперових, шкіряних, харчових, нафтошламів, відпрацьованих машинних олій, торфу, грязьових відходів, що утворюються на станціях біологічної очистки міських стоків та т.п. і може бути використана в комунальному господарстві, хімічній, нафтохімічній та інших галузях промисловості і для регенерації відходів вуглеводнів у тверді і газоподібні палива.

Відомі способи спалювання побутових та промислових відходів [Бернъямовский Д.Н. Термические методы обезвреживания твердых бытовых отходов. //М.: Стройиздат, 1979, - 192 с.; Екологічні аспекти термічного знешкодження непридатних отрутохімікатів, під ред. В.Г. Петрука //Вінниця: Універсам, 2006. - 236 с.].

Недоліками цих способів є нераціонально великі витрати енергії; обмеженість застосування, тому що печі для спалювання відходів звичайно переробляють тільки визначені типи; швидке руйнування вогнетривких стінок; невисока годинна продуктивність, з огляду на труднощі з видаленням тепла; необхідність застосовувати часту подачу повітря, збагаченого киснем.

Відомий спосіб реагентної високотемпературної переробки відходів будь-якого походження [Патент UA № 27700 /Спосіб спалювання відходів будь-якого походження, що містять токсичні речовини і продукт випалу. 16.10.2000].

Недоліками відомого способу є великі витрати енергії, оскільки спалювання здійснюється при температурі 900-1100 °С. Крім цього цей метод спалювання призводить до утворення небезпечних газоподібних викидів, які потребують додаткової обробки за допомогою вапна з утворенням нових відходів в значно більшій кількості, ніж первинні.

Досить перспективним способом каталітичного знешкодження промислових та побутових відходів є термічний аерозольний нанокаталіз [Патент UA № 67504 /Спосіб здійснення газозфазних хімічних процесів аерозольним нанокаталізом, 08.10.2003; Патент РФ № 2081695 /Способ осуществления газозфазных химических процессов (аэрозольный катализ), 20.06.97].

Недоліками відомого способу є складне технологічне обладнання, труднощі керування технологічним режимом, великі витрати енергії на переробку, необхідність застосування молекулярних фільтрів (для виключення виносу частинок каталізатора), які дуже коштовні і мають малий термін дії.

Найбільш близьким за технічною суттю та результатом, що досягається, є спосіб переробки промислових та побутових відходів шляхом термофотолізу органічних сполук під впливом випромінювання в діапазоні хвиль 200-450 нм в присутності водяної пари і розплаву неорганічних речовин. Процес здійснюють при температурі 100-300 °С на поверхні евтектичних сплавів вісмуту, що мають температуру плавлення від 45° до 145 °С [Патент України № 82806 /Спосіб утилізації суміші органічних побутових та промислових відходів, 12.05.2008].

Недоліками цього способу є складність устаткування термофотолізу за рахунок необхідності постійного очищення оптичної системи обладнання. Крім цього слід зазначити, що даний спосіб не виключає можливість новоутворення токсичних сполук за рахунок протікання окиснюючих процесів на поверхні евтектичного сплаву і їх потрапляння до твердого залишку, що не дозволяє використовувати отримувани енергетично цінні продукти розкладу.

Суть корисної моделі полягає в наступному.

Утилізацію побутових та промислових відходів здійснюють в основному термічними методами розкладу. Величезні енергетичні витрати, складне апаратне оформлення, малі швидкості процесу, обмеженість у можливості керування проміжними стадіями компенсуються високим ступенем вивченості та прогнозуванням процесу, тому модернізація в основному зводилася до поширення асортименту каталізаторів, що застосовуються, та вдосконалення конструкцій реакційних апаратів.

Сучасні способи утилізації, такі як, реагентна переробка та подальше каталітичне розкладання, мають обмежені можливості зміни хімічного складу та оптимізації процесу переробки твердих відходів, і крім того не виключають використання високих температур.

Поширення асортименту каталізаторів, що застосовуються, частково вирішують питання енергозбереження. При цьому дифузія високомолекулярних сполук із об'єму твердого матеріалу, є лімітуючою стадією процесу, що не дозволяє використовувати в економічному режимі сучасні промислові установки, які, крім того, ще й відрізняються складністю конструкції реакторів, досить значними енерговитратами та вартістю.

Задача полягає у створенні нового економічного способу, який дозволяє практично цілком перетворити органічні сполуки, що складають відходи, незалежно від її агрегатного стану та концентрації, на енергетично цінну сировину, виключити протікання окислювальних процесів та утворення екологічно небезпечних оксидів металів, що складають каталізатор.

Технічний результат утилізація побутових та промислових відходів шляхом термоелектронної обробки на поверхні мембрани, яку виконано з титаномагнієвого сплаву і робота виходу електронів з поверхні якого (3,69-3,92 eV) нижча ніж з евтектичних сплавів вісмуту (4,15-4,62 eV); гарантоване запобігання утворенню шкідливих речовин та їх потраплянню у отримувані продукти за рахунок виключення безпосереднього контакту з каталізатором.

Зазначений технічний результат при здійсненні корисної моделі досягається тим, що процес утилізації суміші побутових та промислових відходів здійснюють шляхом каталітичної термодеструкції під впливом евтектичних сплавів вісмуту (каталізатор) у присутності водяної пари, згідно з корисною моделлю, процес перетворення здійснюють на поверхні мембрани, яку встановлено між вихідною сировиною та каталізатором і виконано з матеріалу, що містить титаномагнієві сплави, а процес здійснюють при температурі 150-350 °C у присутності водяної пари.

Особливістю даного процесу є те, що застосування мембрани дозволяє виключити контакт вихідної сировини і продуктів розкладання зі сплавами вісмуту, що складають каталізатори, і також потрапляння оксидів важких металів до твердих продуктів розкладу.

У способі, що заявляється, процес розкладання органічних сполук, що утворюють відходи, ведуть переважно при температурі, що забезпечує руйнування зв'язків вуглеводню за рахунок впливу електронного облатка, що виникає на поверхні мембрани при збудженні електронів в елементах, які складають сплави вісмуту, і теплової радіації, що призводить до утворення легких продуктів (водень, метан) та твердого залишку (вуглець).

Звідси випливає, що йде процес розкладання органічних сполук в одну стадію з високим ступенем розкладу без домішок кисневмісних токсичних сполук, тому що при цьому виключений безпосередній контакт вихідної сировини з каталізатором (сплавами вісмуту) і як наслідок протікання побічних реакцій.

Експериментально доведено, що процес йде за означеною схемою при використанні як первинних продуктів паперу, деревини, текстилю, шкіри, полімерів, харчових відходів, торфу, а також їх сумішей.

Високий ступінь перетворення первинної сировини забезпечується радикальним характером процесу, який у свою чергу обумовлено енергетичними параметрами електронного облатка евтектичних сплавів, вищими за енергетичні параметри титаномагнієвої мембрани, що заявляється. На ступінь розкладу, по відношенню до первинної сировини, впливає також температура в реакторі, від якої залежить енергія збудження елементів, що утворюють сплав і яка повинна бути вища за температуру його плавлення.

Наявність вологи у первинних продуктах також не стимулює проходження процесів окислення й утворення токсичних сполук.

Процес йде у одну стадію, у одному апараті при відносно низьких температурах та здійснюється при атмосферному тиску, а при наявності рідких продуктів, які не є токсинами, вимагається тільки їх конденсація. Леткі продукти розкладу, які містять, головним чином, водень та вуглеводні, а також твердий залишок вуглець, можуть бути використані як паливо.

Таким чином, приведені у формулі ознаки корисної моделі, що характеризують спосіб, що заявляється, є необхідні та достатні для досягнення потрібного технічного результату.

Корисна модель ілюструється таблицею, у якій наведено параметри проведення процесу розкладу по прикладах.

Відомості, що підтверджують можливість здійснення корисної моделі з отриманням вказаного технічного результату, полягає в наступному.

Спосіб утилізації суміші побутових та промислових відходів органічного походження здійснюють в реакційному апараті об'ємом, наприклад 5 літрів, що обладнаний каталітичною камерою, яка містить евтектичний сплав вісмуту, титаномагнієвою мембраною, нагрівальним елементом, завантажувально-розвантажувальним люком, перемішувачем елементом, штуцером для відведення газоподібних продуктів реакції, контрольно-вимірювальними приладами (термопари та інше). За допомогою нагрівального приладу в реакційному апараті підтримують температуру 150-350 °C.

В апарат завантажують подрібнені до розміру часток не більше 5 мм та заволожені відходи, які рівномірно розподіляють по поверхні мембрани. Евтектичний сплав, що розташований під мембраною, нагрівають до необхідної температури за допомогою термоелектричного нагрівача (ТЕН).

На поверхні титаномагнієвої мембрани, що утворює реакційну зону апарату, під впливом теплової радіації евтектичного сплаву, проходить процес деструкції органічних сполук з утворенням водню, вуглеводнів та частково вуглекисню. Отриману парогазову суміш

пропускають через холодильник, де конденсуються пари води, і збирають в ємність. Сконденсовану рідину використовують для зволоження первинних відходів або твердого залишку вуглецю при його брикетуванні, з метою отримання твердого палива.

Процес легко регулюється.

5 Суміш побутових відходів для проведення експерименту виготовлялась відповідно даних по сепарації побутового сміття і мала наступний склад: папір та картон - 50 мас. ч.; органічні продукти - 37 мас. ч.; полімери - 8 мас. ч.; деревина, текстиль, шкіра - 5 мас. ч. Неорганічні компоненти (залізо, скло, пісок та кераміка) із складу суміші було виключено [Л. Штарке. Использование промышленных и бытовых отходов пластмасс. //Л.: Химия, 1987. - 175 с.].

10 Корисна модель ілюструється прикладами.

ПРИКЛАД 1 (позитивний)

В апараті, обладнаним каталітичною камерою, яка містить евтектичний сплав Вуду (Bi - 50 мас. ч.; Sn - 12,5 мас. ч.; Pb - 25 мас. ч.; Cd - 12,5 мас. ч.), що має температуру плавлення 75 °С, підтримують температуру 150 °С. В апарат завантажують подрібнену та зволожену суміш побутових відходів і рівномірно розподіляють її по поверхні титаномангнієвої мембрани, що утворює реакційну зону. Суміш відходів витримують у реакційній зоні реактора протягом однієї години.

20 Газоподібні продукти розкладу побутових відходів, що утворюються в апараті, проходять холодильник, де конденсується водяна пара, і збирають в ємність. Аналіз зразків газоподібних продуктів проводили хроматографічним методом, удільна теплота згоряння твердого залишку вимірювалась на приладі БИК-100, калориметричним методом.

Результати аналізів наведені в табл.

ПРИКЛАД 2 (позитивний)

25 Розкладання суміші відходів, згідно з запропонованим способом, здійснюють аналогічно прикладу 1, але в реакційному апараті підтримують температуру 250 °С. Результати вимірів наведені також у табл.

ПРИКЛАД 3 (позитивний)

30 Розкладання суміші відходів, згідно з запропонованим способом, здійснюють аналогічно прикладу 1, але в реакційному апараті підтримують температуру 350 °С. Результати вимірів наведені також у табл.

ПРИКЛАД 4 (негативний)

35 Розкладання суміші відходів, згідно з запропонованим способом, здійснюють аналогічно прикладу 1, але в реакційному апараті підтримують температуру 400 °С. Результати вимірів наведені також у табл.

ПРИКЛАД 5 (негативний)

40 Розкладання суміші відходів, згідно з запропонованим способом, здійснюють аналогічно прикладу 1, але в реакційному апараті підтримують температуру 100 °С. Результати вимірів наведені також у табл.

45 З прикладів 1-5 можна зробити висновок, що зменшення температури нижче 150 °С не виключає протікання процесів деструкції органічних речовин, але вихід водню та вуглеводнів незначний. Збільшення температури вище 350 °С, не сприяє збільшенню виходу водню та вуглеводнів за рахунок протікання окиснюючих процесів з утворенням CO<sub>2</sub> та H<sub>2</sub>O, за наявності незначної кількості повітря у подрібненій суміші відходів. Крім цього з прикладу 5 - евтектичні сплави починають ініціювати процес розкладу вуглеводнів тільки при досягненні, як мінімум, двократного перевищення температури їх плавлення.

Відомості, що підтверджують можливість здійснення корисної моделі на окремих видах відходів та палива, наведені в прикладах 6-10, які також ілюструються таблицею.

ПРИКЛАД 6 (позитивний)

50 В апараті, обладнаним реакційною камерою, яка містить евтектичний сплав Вуду (Bi - 50 мас. ч.; Sn - 12,5 мас. ч.; Pb - 25 мас. ч.; Cd - 12,5 мас. ч.), що має температуру плавлення 75 °С, підтримують температуру 250 °С. В апарат завантажують подрібнені та зволожені відходи деревини і рівномірно розподіляють їх по поверхні титаномангнієвої мембрани. Відходи витримують у реакційній зоні реактора протягом однієї години.

55 Газоподібні продукти розкладу відходів деревини проходять холодильник, де конденсується водяна пара, і збирають в ємність.

Аналіз зразків газоподібних продуктів проводили хроматографічним методом.

Елементарний склад та вихід продуктів розкладу відходів деревини наведені в табл.

ПРИКЛАД 7 (позитивний)

Розкладання відходів, згідно з запропонованим способом, здійснюють аналогічно прикладу 6, але в реакційну зону апарату завантажують подрібнені та зволожені відходи шкіри і процес здійснюють при температурі 250 °С протягом однієї години.

Елементарний склад та вихід продуктів розкладу відходів шкіри наведені в табл.

5 ПРИКЛАД 8 (позитивний)

Розкладання відходів, згідно з запропонованим способом, здійснюють аналогічно прикладу 6, але в реакційну зону апарату завантажують подрібнені відходи картоплі і процес здійснюють при температурі 250 °С протягом однієї години.

Елементарний склад та вихід продуктів розкладу відходів картоплі наведені в табл.

10 ПРИКЛАД 9 (позитивний)

Розкладання відходів, згідно з запропонованим способом, здійснюють аналогічно прикладу 6, але в реакційну зону апарату завантажують подрібнений торф і процес здійснюють при температурі 250 °С протягом однієї години.

Елементарний склад та вихід продуктів розкладу торфу наведені в табл.

15 ПРИКЛАД 10 (позитивний)

Розкладання відходів, згідно з запропонованим способом, здійснюють аналогічно прикладу 6, але в реакційну зону апарату завантажують подрібнені та зволожені відходи поліетилентерефталату (лавсан) і процес здійснюють при температурі 250 °С протягом однієї години.

20 Елементарний склад та вихід продуктів розкладу відходів поліетилентерефталату наведені в табл.

З наведеного можна зробити висновок, що при розкладі органічних сполук різного походження, в присутності водяної пари під впливом теплової радіації евтектичних сплавів вісмуту, утворюються тільки низькомолекулярні (газоподібні) речовини, які мають достатньо високу енергетичну цінність і можуть бути використані у якості альтернативних джерел палива.

25

Твердий залишок вуглецю також має енергетичну цінність і може бути використаний як тверде паливо після його брикетування.

Однак, особлива перевага полягає в тому, що процес здійснюється при достатньо низькій температурі, а підвищення її не впливає на вихід водню та вуглеводнів.

30

Запропонований спосіб є економічним, потребує відносно невисоких капітальних вкладень та відповідає вимогам щодо охорони довкілля.

Таблиця

Склад, вихід летючих продуктів та удільна теплота згоряння твердого залишку побутових відходів

| № прикладу | Склад вихідної сировини | Температура, °С | Час витримання, год. | Склад летючих продуктів, % |       |      |      |                 |         | Вихід продуктів розкладу, % |        |         | Удільна теплота згоряння твердого залишку кДж/кг |
|------------|-------------------------|-----------------|----------------------|----------------------------|-------|------|------|-----------------|---------|-----------------------------|--------|---------|--|
|            |                         |                 |                      | водень                     | метан | етан | СО   | СО <sub>2</sub> | повітря | летючих                     | рідких | твердих |  |
| 1          | Побутова суміш          | 150             | 1                    | 25,0                       | 12,1  | 1,2  | 8,3  | 2,4             | 51,0    | 22,6                        | 38,8   | 38,6    | 6200   |
| 2          | Побутова суміш          | 250             | 1                    | 31,0                       | 14,8  | 2,9  | 12,4 | 8,3             | 30,6    | 21,8                        | 40,0   | 38,2    | 4750   |
| 3          | Побутова суміш          | 350             | 1                    | 32,2                       | 16,6  | 3,6  | 13,6 | 10,0            | 24,0    | 22,0                        | 40,0   | 38,0    | 4600   |
| 4          | Побутова суміш          | 400             | 1                    | 29,5                       | 16,2  | 3,0  | 2,8  | 34,0            | 14,5    | 19,8                        | 48,0   | 32,2    | 4600   |
| 5          | Побутова суміш          | 100             | 1                    | 10,3                       | 2,1   | 0,5  | 4,8  | 1,3             | 81,0    | 5,3                         | 15,0   | 79,7    | 6800   |
| 6          | Деревина                | 250             | 1                    | 55,7                       | 18,2  | 1,4  | 11,3 | 12,0            | 1,4     | 33,4                        | 23,3   | 43,3    | 7230   |
| 7          | Шкіра                   | 250             | 1                    | 42,2                       | 18,8  | 1,0  | 11,5 | 8,0             | 8,5     | 28,0                        | 18,0   | 54,0    | 12230  |
| 8          | Картопля                | 250             | 1                    | 48,7                       | 13,0  | 2,9  | 18,0 | 8,6             | 8,8     | 14,0                        | 72,0   | 14,0    | 1750   |
| 9          | Торф                    | 250             | 1                    | 66,8                       | 11,8  | 1,8  | 7,7  | 10,5            | 1,4     | 28,0                        | 48,0   | 24,0    | 7800   |
| 10         | Лавсан                  | 250             | 1                    | 13,9                       | 28,2  | 23,6 | 4,6  | 3,3             | 26,4    | 52,3                        | 8,7    | 39,0    | 12150  |

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Спосіб утилізації суміші побутових та промислових відходів органічного походження, що здійснюється шляхом каталітичної термодеструкції органічних сполук під впливом евтектичних сплавів вісмуту у присутності водяної пари, який **відрізняється** тим, що процес перетворення здійснюють на поверхні мембрани, яку встановлено між вихідною сировиною та каталізатором і виконано з матеріалу, що містить титаномагнієві сплави, а процес здійснюють при температурі 150-350 °С.
- 10

---

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

---

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601