



УКРАЇНА

(19) UA (11) 96684 (13) C2  
(51) МПК  
F23G 5/027 (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) СПОСІБ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА

1

(21) а201008094

(22) 29.06.2010

(24) 25.11.2011

(46) 25.11.2011, Бюл.№ 22, 2011 р.

(72) КРИВЦОВ ВОЛОДИМИР СТАНІСЛАВОВИЧ,  
НЕЧИПОРУК МИКОЛА ВАСИЛЬОВИЧ, ЕРСМАМ-  
БЕТОВ В'ЯЧЕСЛАВ ШЕХАМЕТОВИЧ, КОБРІН  
ВІТАЛІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, ВАМБОЛЬ ВІОЛА ВЛА-  
ДИСЛАВІВНА(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕР-  
СИТЕТ ІМ. М.Є. ЖУКОВСЬКОГО "ХАРКІВСЬКИЙ  
АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ"

(56) UA 30535 U, 25.10.2008

RU 2183794 C2, 20.06.2002

EP 2077311 A1, 08.07.2009

(57) 1. Спосіб утилізації твердих відходів виробни-  
цтва, який полягає в дробленні твердих відходів,  
газифікації їх в плазмовому газогенераторі, відве-  
денні металу й шлаків, допалюванні генераторами

2

плазми камери допалювання, охолодженні, очи-  
щенні отриманих газів й нейтралізації шкідливих  
компонентів, який **відрізняється** тим, що перед  
газифікацією у плазмовому газогенераторі роздрі-  
бнені тверді відходи виробництва піддають термо-  
хімічній газифікації у термохімічному газогенера-  
торі з використанням палива, з термохімічного  
газогенератора відводять у плазмовий газогенера-  
тор для додаткової газифікації, з плазмового газо-  
генератора метал й шлак відводять, а пірогаз до-  
палюють генераторами плазми камери  
допалювання, газ охолоджують, метанують, а піс-  
ля розділяють на два потоки, один з яких подають  
у термохімічний газогенератор, а другий розділю-  
ють на компоненти й частково зріджують.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що при  
газифікації у термохімічному газогенераторі і плаз-  
мовий газогенератор вводять пари води.

Винахід належить до техніки для термічного  
знешкодження відходів шляхом піролізу, а точніше  
- до способів утилізації твердих відходів виробни-  
цтва.

Відомі способи утилізації твердих побутових  
відходів (див., наприклад, Корюков М.А., Леонов  
Б.Н., Мельников А.В. Современная технология  
утилизации твердых бытовых отходов // Экология.  
- 2008. - №5 (25). - С. 23-24), що включають послі-  
довні процеси сортування, дроблення, високотем-  
пературного піролізу, відведення металу й шлаків,  
очищення газу й використання його як палива для  
отримання тепла й електроенергії, причому частка  
його використовується для підтримання процесу  
піролізу.

Недоліком технічного рішення, описаного в  
цьому винаході, є висока екологічна небезпечність  
шлаку й газу, який здобувається внаслідок наси-  
ченості їх токсичними речовинами, які шкодять  
навколишньому середовищу.

Найбільш близьким за технічною суттю до за-  
пропонованого технічного рішення і вибраним за  
найближчий аналог є спосіб утилізації твердих  
відходів виробництва (Кадыров И.И., Полканов  
М.А., Горбунов В.А. і ін. Плазменные технологии:  
расширение возможности переработки отходов.

ГУП МосНПО "Радон", Россия, 16/11/2006  
URL:<http://www.proatom.rii/modules.php?name=News&file=article&sid=711>), який полягає в тому, що  
тверді відходи піддають процесу газифікації з ви-  
користанням плазмових генераторів тепла, відво-  
дять метал й шлаки, а газ допалюють електроду-  
говими плазмовими генераторами, охолоджують у  
випарному теплообміннику, очищують від аерозолів  
у рукавному фільтрі й нейтралізують шкідливі  
газоподібні компоненти (HCl, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>) лужним  
розчином у абсорбері. Отриманий газ використо-  
вують для спалювання у камері згоряння й одержан-  
ня теплоти і електроенергії.

Недоліком цього способу є те, що використан-  
ня електродугових плазмових генераторів призво-  
дить до високих витрат енергії, крім того, здобутий  
газ не може зберігатись у періоди падіння потреби  
на тепло і електроенергію. Це призводить до не-  
обхідності викиду корисного паливного газу до  
атмосфери, що знижує ефективність установки.

У основу винаходу поставлено задачу розро-  
бити такий спосіб утилізації твердих відходів ви-  
робництва за допомогою нової послідовності тех-  
нологічних операцій, який забезпечить зниження  
витрат електроенергії й допоможе уникнути втрат,

(13) C2  
(11) 96684  
(19) UA

які пов'язані з необхідністю викиду корисного паливного газу.

Це вирішується тим, що в способі утилізації твердих відходів виробництва дроблять тверді відходи, газифікують їх у плазмовому газогенераторі, відводять метал й шлаки, допалюють генераторами плазми камери допалювання, охолоджують, очищують отримані гази й нейтралізують шкідливі компоненти, згідно з винаходом, перед газифікацією у плазмовому газогенераторі роздрібнені тверді відходи виробництва піддають термохімічній газифікації з використанням палива, після чого їх додатково газифікують в плазмовому газогенераторі, з плазмового газогенератора метал й шлак відводять, а пірогаз допалюють генераторами плазми камери допалювання, отриманий газ охолоджують, метанують, а після розділяють на два потоки, один з яких подають у термохімічний газогенератор як паливо, а другий розділяють на компоненти й частково зріджують. При газифікації в термохімічній і плазмовий газогенератор можуть вводитись пари води.

Застосування вказаних ознак дозволяє зменшити витрати електроенергії завдяки розділенню газифікації на два етапи: термохімічній газифікації у термохімічному газогенераторі й додатковій газифікації в плазмовому газогенераторі, що зменшує масу шлаку, який залишається після термохімічного газогенератора й обробляється у плазмовому газогенераторі.

Застосування вказаних ознак дозволяє уникнути втрат, які пов'язані з необхідністю викиду корисного паливного газу у періоді падіння потреби на тепло й електроенергію шляхом його розділення й зрідження, що підвищує ефективність установок.

Спосіб пояснюється кресленням, де наведено схему установки для утилізації твердих відходів виробництва.

Установка містить пристрій для дроблення 1, пов'язаний трубопроводом 3 термохімічним газогенератором 2, в який паливним трубопроводом 3 подається паливо, трубопроводом 4 подають пару води. Трубопроводом 5 з термохімічного газогенератора 2 газ подають в генератор плазми камери допалювання 12, трубопроводом 6 відходи подають в плазмовий газогенератор 7, також трубопроводом 8 подають пару води в плазмовий газогенератор 7, з якого відводять метал трубопроводом 9 й шлак трубопроводом 10, а трубопроводом 11 газ відводять в генератор плазми камери допалювання 12. З генератора плазми камери допалювання 12 трубопроводом газ подають в пристрій для охолодження 13, реактор метанування 14, пристрій для очищення газу 15, пристрій для розділення й зрідження газу 16.

Спосіб реалізується наступним чином.

Тверді відходи виробництва дроблять у пристрої 1 до створення гомогенної структури сировини й подають зверху у термохімічний газогенератор 2. До термохімічного газогенератора 2 трубопроводом 3 підводять паливо, трубопроводом 4 підводять пари води. Газ і пара рухаються униз через шар сировини, який теж рухається униз й проходить через високотемпературну зону,

створену частковим згорянням палива, у горловині термохімічного газогенератора 2. При використанні термохімічного газогенератора у його горловині створюється високотемпературна зона, яка сприяє крекінгу смол й отриманню досить чистого пірогазу, який відводять трубопроводом 5. Шлаковий розплав трубопроводом 6 подають у плазмовий газогенератор 7, у якому здійснюють підігрів шлаків за допомогою електродугових плазмових генераторів. У плазмовий газогенератор 7 також подають газ або пари води трубопроводом 8, які дозволяють здійснювати керування вмістом пірогазу. Розплав металу відводять трубопроводом 9, а шлаки відводять трубопроводом 10. Завдяки високій температурі, створеній електродуговими плазмовими генераторами, здійснюється розкладання молекул й запобігається створення шкідливих речовин у вигляді діоксинів й фуранів у шлаку, який відводиться трубопроводом 10. Пірогаз, який створюється у плазмовому газогенераторі 7 й у термохімічному газогенераторі 2, трубопроводами 5 й 11 спрямовують до генератора плазми камери допалювання 12 і допалюють. У генераторі плазми камери допалювання 12 газ нагрівають до температури 1300-1600 °C, при якій горючі й токсичні компоненти розкладаються. Отриманий газ частково охолоджують до температури 650-800 °C у пристрої 13 вприскуванням води й метанують у реакторі 14. Процес метанування здійснюють у присутності каталізатора, що підвищує долю метану в отриманому пірогазі. Високотемпературне розкладання газу у генераторі плазми камери допалювання 12 дозволяє використовувати каталізатор у процесі метанування навіть при високих температурах завдяки відсутності смол у пірогазі. Після метанування газ очищують від аерозолів, нейтралізують шкідливі газоподібні компоненти (HCl, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>) за допомогою лужного розчину у пристрої 15. Газ, який утворився й вміщує значну кількість метану, спрямовують до пристрою розділення 16, у якому за допомогою низькотемпературних процесів здійснюють розділення газу на корисні компоненти й часткове зрідження. В результаті цього процесу може бути отримано зріджений метан, зріджений паливний газ, який вміщує більше, ніж 90 % метану по об'єму, й паливний газ з низькою теплотворною здатністю для використання у цілях опалювання. Частину цього газу трубопроводом 3 подають до термохімічного газогенератора 2 для підтримання процесу газифікації.

Приклад. Для утилізації сировини у вигляді відходів термореактивної пластмаси й деревини або фанери, які вміщують фенолоформальдегідні смоли, її дроблять й газифікують у термохімічному газогенераторі зі спадним рухом. Газифікацію здійснюють з введенням пароповітряної суміші. Температура у горловині газогенератора дорівнює 1200-1300 °C. Розплав шлаку далі підігрівають у плазмовому газогенераторі електродуговими плазмовими генераторами при температурі струменя плазми 5500 °C й температурі розплаву 1300-1600 °C. У результаті газифікації отримують газ із вмістом, який наведено у таблиці 1 залежно від типу сировини у об'ємних відсотках:

Таблиця 1

	Деревина	Пластмаса
Метан ( $\text{CH}_4$ )	6,5	6,1
Етилен ( $\text{C}_2\text{H}_4$ )	0,5	0,5
Діоксид вуглецю ( $\text{CO}_2$ )	10,4	5,3
Оксид вуглецю ( $\text{CO}$ )	29,2	22,0
Водень ( $\text{H}_2$ )	14,67	25,75
Сірководень ( $\text{H}_2\text{S}$ )	0,03	0,05
Азот ( $\text{N}_2$ )	38,7	40,3

Отриманий газ допалюють при температурі 1100-1300 °С, охолоджують й метанують. Отриманий газ очищують й нейтралізують. Охолоджений до температури навколишнього середовища газ

розділюють на компоненти й зріджують. У результаті розділення можуть бути отримані потоки газів, вміст яких наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Компоненти	Сировина Мол. %	Продукт 1 Мол. %	Продукт 2 Мол. %	Продукт 3 Мол. %
$\text{N}_2$	11,89	20,6	1,37	0,03
$\text{CH}_4$	42,8	0,1	93,63	99,9
$\text{H}_2$	17,73	31,14	0,05	0
$\text{CO}$	27,98	48,16	4,95	0,07
Сума	1	1	1	1

Продукт 1 може бути використаний для одержання тепла й електроенергії, а частина його - для підтримання процесу газифікації. Продукт 2, який вміщує 99,9 % метану, й продукт 3 з 93 % метану можуть бути зріджені для подальшого

схову й використання для заправки автотранспорту.

Застосування способу дозволить підвищити ефективність установок утилізації твердих відходів виробництва.

