

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102009901727424A1

Publication Date

20101029

Applicant

PROTODESIGN SRL

Title

PROCESSO IBRIDO DI PIROLISI E GASSIFICAZIONE PER LA
CONVERSIONE DI UN GENERICO RIFIUTO IN UN COMBUSTIBILE GASSOSO
(UN PARTICOLARE COMBUSTIBILE DA RIFIUTO - C.D.R.) A BASSO
IMPATTO AMBIENTALE.

Descrizione dell'invenzione avente per titolo: "PROCESSO IBRIDO DI PIROLISI E GASSIFICAZIONE PER LA CONVERSIONE DI UN GENERICO RIFIUTO IN UN COMBUSTIBILE GASSOSO (UN PARTICOLARE COMBUSTIBILE DA RIFIUTO - CDR) A BASSO IMPATTO AMBIENTALE" a nome della: ProtoDesign s.r.l., depositata in data 29.04.2009 con il n° AU3209A00000 1

Il processo ideato consente di trasformare un generico rifiuto (rifiuti solidi urbani ed industriali, biomasse provenienti da potatura, da aziende conserviere o dalle cosiddette coltivazioni energetiche, ecc...) in un combustibile gassoso "pulito", ossia senza le sostanze più inquinanti, quali: il cloro, il fluoro, lo zolfo ed i metalli pesanti. Il processo costituisce una modalità per smaltire i rifiuti senza consumi energetici aggiuntivi se non l'energia elettrica che serve per azionare il forno rotante del pirolizzatore e gli ausiliari (ventilatori, valvole ad azionamento elettrico, ecc...).

P.A. E.

Il trattamento termico principale a cui viene sottoposto il rifiuto è la pirolisi, processo di decomposizione termochimica (400°C – 900°C) di materiali organici, ottenuto mediante la trasmissione di calore e in completa assenza di un agente ossidante; tale trattamento trasforma il rifiuto dallo stato solido in un combustibile gassoso (*syngas*), in uno liquido (il cosiddetto *tar* o olio di pirolisi) e in un residuo carbonioso (*char*). Lo schema indicativo del processo è riportato in fig.1; con i numeri sono riportate le apparecchiature da utilizzare per il processo, con le lettere maiuscole sono indicati tutti i materiali che intervengono nel processo in ingresso ed in uscita e con le lettere minuscole le proprietà dei materiali. La legenda

completa è qui di seguito riportato:

Numeri (indicano le apparecchiature da utilizzare)

1 = Tramoggia	6 = Separatore meccanico	11 = condotto Gas caldo proveniente dal Gassificatore
2 = Camera miscelazione rifiuto-gas caldi Gassificazione	7 = Separatore termico	12 = camera per iniezione di Acqua
3 = Tamburo Rotante (dove avviene la Pirolisi)	8 = Elem. pulizia Char, lavaggio chimico ed elettrico	13 = camera misc. additivi-gas caldi, raccolta inerti
4 = Pompa	9 = Gassificatore	
5 = Centrifugatore (per separare <i>syngas</i> e <i>tar</i> dal <i>char</i>)	10 = Filtro dopo Gassificatore	

Lettere maiuscole (materiali in ingresso ed in uscita dal processo)

A = Additivi	F = <i>Char</i>	M = Ingresso generico rifiuto
B = <i>Tar</i>	G = <i>Char</i> pulito	N = Iniezione d'acqua
C = Aria	H = Combustibile ausiliario	O = Sfiato eventuale aria in eccesso
D = Aria ambiente	I = Gas caldo	P = <i>Syngas</i>
E = Aria calda	L = Inerti	

g. A. de. P.

Lettere minuscole (proprietà dei materiali)

a = Temperatura minore di 180°	b = Approssimativamente Temperatura Ambiente
--------------------------------	--

La pirolisi è indicativamente effettuata in un tamburo rotante (3 di fig.1). Il rifiuto (M di fig.1), introdotto nel processo con un generico sistema tramoggia-pompa (1 e 4 di fig.1) viene miscelato in una camera (2 di fig.1) con il gas caldo prodotto dalla gassificazione. Tale miscelazione permette di trasmettere l'energia termica necessaria e sufficiente a sostenere il processo di pirolisi, che a sua volta, come detto, consente di scomporre il rifiuto in una parte solida (*char* + inerti) ed in una gassosa (*Syngas* + *tar*-condensabile). L'energia termica per eseguire questo trattamento è, come appena detto, ottenuta dalla gassificazione (9 di fig.1) con aria ed acqua (12

di fig.1) dei prodotti solidi (*char*) e liquidi (*tar*) della pirolisi. L'idea di utilizzare il calore ottenuto dalla gassificazione dei prodotti in uscita dal pirolizzatore per effettuare proprio il processo di pirolisi è in parte utilizzato in altri sistemi brevettati:

- European patent application, EP 1 775 336 A2, del 18 aprile 2007, application number: 06405421.6, proprietario SOLENIA S.A. 6648 Minusio (CH);
- United States patent n. US6,849,160B2 del 1 febbraio 2005, proprietario SANIFA (Nanteree, FR).

Va rilevato in proposito che il metodo brevettato dalla SOLENIA è applicabile soltanto alle sostanze organiche, poiché prevede la combustione del solo carboncino (*char*) prodotto dalla pirolisi, senza una preventiva pulizia, ed i gas combustibili sono direttamente inviati in atmosfera; diversamente il processo proposto non prevede nessuna emissione in atmosfera così come descritto dallo schema di seguito riportato:



I materiali che si ottengono dal processo sono il syngas (CDR), che può essere utilizzato come un normale combustibile, gli inerti che possono essere adoperati come materiale di base nelle costruzioni, ed i metalli, che possono essere riciclati.

Inoltre, nel brevetto SOLENIA il calore per il processo di pirolisi è trasmesso dall'esterno, non permettendo così, per limiti tecnologici, una grossa produttività.

Dir. del. J

Con il sistema SANIFA, invece, il calore si trasmette direttamente dall'interno, ma non si può controllare la quantità e la qualità dei prodotti da gassificare. Invece, il brevetto proposto lo permette in quanto contiene dei concetti innovativi e migliorativi, come l'utilizzo della gassificazione in serie ed in "loop" con la pirolisi (rivendicazione 1): questa innovazione consente di trasformare un generico rifiuto (rifiuti solidi urbani ed industriali, biomasse rifiuto della potatura o biomasse rifiuto di aziende conserviere, etc..) in un combustibile gassoso "pulito", ossia senza le sostanze potenzialmente più inquinanti, quali: il cloro, il fluoro, lo zolfo ed i metalli pesanti. La parte gassificata è essenzialmente il combustibile solido (*char*) e quello condensabile (*tar*) prodotti dalla pirolisi. Tale peculiarità è ottenibile con una doppia pulizia della parte solida ricavata dalla pirolisi tramite un separatore meccanico (6 fig.1) ed un lavaggio chimico ed elettrico (8 fig.1). In particolare la pulizia (non effettuata nel sistema SANIFA) permette di eliminare molte delle sostanze più inquinanti che sono rese innocue e si ritrovano nei cosiddetti inerti. Il *tar* (parte condensabile dei gas che escono dalla pirolisi) può essere gassificato, perché separato (elementi 7 fig.1) dai gas prodotti dalla pirolisi. Nel brevetto SANIFA (richiamato sopra) tale operazione non è effettuata, infatti il *tar* rimane nel gas che esce dal sistema, insieme a gran parte delle sostanze inquinanti. L'energia termica sottratta ai gas di pirolisi per separare il *syngas* dal *tar* (7 fig.1) viene completamente recuperata nel gassificatore (9 fig.1).

Un ulteriore aspetto innovativo del processo ideato è la totale gassificazione del *tar* e del *char* prodotti dalla pirolisi (riv. 2). Tale gassificazione è attuata (riv. 5) controllando convenientemente le quantità di acqua e di aria da

FF. 20. 20. 20

immettere nel sistema (in particolare, l'acqua può anche non essere immessa); il controllo si estende anche e soprattutto alla temperatura di gassificazione in modo che non risulti molto alta, così da mantenere un potere calorifico per i gas (I di fig. 1) reintrodotti (attraverso i condotti 11 nel miscelatore 2 di fig.1) nel pirolizzatore il più elevato possibile. La trasmissione del calore prodotto dalla Gassificazione al rifiuto da pirolizzare avviene tramite miscelamento (2 fig.1 - riv. 3). Ossia l'energia termica che serve per il processo di pirolisi si adduce all'interno della camera dove avviene la pirolisi e non dall'esterno, migliorando notevolmente l'efficienza termica e la produttività del processo rispetto ai sistemi ad oggi in uso. Come detto, con il processo di gassificazione si deve ottenere il calore necessario per effettuare il processo di pirolisi alla temperatura ritenuta più opportuna per il tipo di rifiuto, ma contemporaneamente si trasforma in gas, il *tar* (liquido) ed il *char* (solido). Nel caso in cui la quantità di *char* e *tar* è eccessiva, il sovra più viene inviato alla camera di miscelazione (2 fig. 1) e pirolizzato e gassificato ciclicamente (in ogni caso è una modalità transitoria di funzionamento, fino al raggiungimento di un equilibrio ad una temperatura di pirolisi maggiore, o alla stessa temperatura diminuendo la quantità di aria da inviare al gassificatore). Nel caso opposto, cioè quello in cui la quantità di *tar* e *char* non è sufficiente per generare dalla sua gassificazione il calore necessario per la pirolisi, allora si utilizzerà in prima istanza il *Syngas* ed eventualmente un combustibile ausiliario (9 fig.1 combustibile ausiliario H).

La temperatura (tra i 400 e i 900°C) a cui si stabilizza il processo di pirolisi dipende da tanti fattori, tra i quali i principali sono: la composizione ed il

D. M. P.

potere calorifico del rifiuto e la quantità di aria e di acqua utilizzati per il processo di gassificazione. I prodotti solidi che fuoriescono dal tamburo rotante vengono separati dai prodotti gassosi in un centrifugatore (5 fig.1). Entrambi questi prodotti si trovano alla temperatura di pirolisi (400 – 900°C). I prodotti solidi vengono raccolti in basso e successivamente vengono suddivisi tramite un sistema meccanico (6 fig.1) in *char* (essenzialmente un combustibile solido con un'alta percentuale di carbonio) ed in residui solidi stabilizzati che nello schema di fig.1 sono denominati inerti (indicati con la lettera L di fig.1).

Il *Char* che fuoriesce dall'elemento 6 di fig.1 non è del tutto separato dagli inerti, quindi necessita di essere sottoposto ad altri processi chimici ed elettrici (8 fig.1) che ne permettano l'ulteriore separazione (riv. 4). Risulta importante sottolineare che proprio grazie a questi ultimi due processi avviene l'eliminazione di gran parte delle sostanze inquinanti. Inoltre, dai processi meccanici, chimici ed elettrici, si recuperano i metalli eventualmente contenuti nel rifiuto trattato. Tale processo (riv. 4) costituisce a tutti gli effetti un sistema per il recupero dei metalli (ferro, acciaio, alluminio, rame, etc....) eventualmente contenuti nel rifiuto da smaltire.

Diversamente dal prodotto solido, il prodotto gassoso che fuoriesce dal centrifugatore (5 fig.1) subisce un differente processo in quanto composto da due fasi ben distinte: *syngas* e *tar*. Il *syngas*, così prodotto, è un gas combustibile pulito con una composizione ed un potere calorifico che dipendono sostanzialmente dalla composizione del rifiuto e dalla temperatura in cui avviene il processo di pirolisi. In ogni caso, per un rifiuto solido urbano "medio" si possono superare anche i 12'000 kJ/kg; il *tar*, invece, è

Handwritten signature or initials.

il componente condensabile e può contenere ancora parte delle sostanze inquinanti. Quindi è basilare la separazione di queste due fasi che può avvenire raffreddando il gas che fuoriesce dal centrifugatore (5 fig.1). Il processo di raffreddamento (riv.6) può non avvenire solo con aria (7 fig.1), perché la sua portata è legata anche alla temperatura ottimale per la pirolisi che viene ottenuta per mezzo della miscelazione (2 fig.1) del rifiuto con i gas caldi derivati dal processo di gassificazione. A tale scopo si effettua una preventiva iniezione d'acqua (che nello schema è indicata con la lettera "N" - vd 12 di fig.1), che favorisce anche la gassificazione di tutto il *tar* ed il *char*. L'utilizzo di un combustibile ausiliario nel gassificatore (9 fig.1) è utile nelle fasi di avviamento del sistema o se il rifiuto ha un potere calorifico particolarmente basso. Il gas prodotto dalla gassificazione viene filtrato con sistemi meccanici per recuperare i residui solidi, che vengono ulteriormente separati in *char* ed inerti. Il *char* da qui recuperato viene immesso nuovamente nel tamburo rotante, miscelato (2 fig.1) sia con il *tar* (eventualmente in eccesso) ed il gas caldo derivante dalla gassificazione che con il rifiuto da smaltire ed eventualmente con gli additivi (carbonato di calcio - CaCO_3 , carbonato di sodio - Na_2CO_3 , etc...). L'aggiunta degli additivi, come è ben noto, serve a "catturare" chimicamente gli atomi di cloro e di fluoro e non solo, che quindi vengono eliminati con gli inerti come degli innocui sali, senza trasformarsi nei pericolosi composti denominati diossine e furani. L'introduzione degli additivi nel processo può avvenire in differenti sezioni (ad esempio può eventualmente avvenire nella sezione 2 e/o 13 di fig.1) a seconda della composizione, dell'umidità e del potere calorifico del rifiuto.

9/11/11
M. G.

RIVENDICAZIONI

1. Processo per convertire rifiuti in combustibili gassosi comprendente le fasi di:
 - sottoporre i rifiuti ad un processo di pirolisi;
 - sottoporre i rifiuti ad un processo di gassificazione, in cui detto processo di pirolisi e detto processo di gassificazione sono eseguiti in serie ed in un anello.
2. Processo secondo la rivendicazione 1, in cui il processo di pirolisi è eseguito con il calore prodotto dal processo di gassificazione per quanto riguarda carboncino ("char") e catrame condensabile ("tar") prodotti dal processo di pirolisi.
3. Processo secondo la rivendicazione 2, comprendente inoltre la fase di trasmettere ai rifiuti il calore derivante dalla gassificazione, tramite miscelazione.
4. Processo secondo la rivendicazione 2, comprendente inoltre, prima della fase di sottoporre i rifiuti ad un processo di gassificazione, la fase di effettuare una pulizia meccanica, chimica ed elettrica del carboncino.

5. Processo secondo la rivendicazione 2, in cui il processo di gassificazione di carboncino e catrame condensabile è eseguito tramite acqua ed aria contenenti calore in eccesso utilizzato per eseguire il processo di pirolisi.
6. Processo secondo la rivendicazione 5, comprendente inoltre la fase di separare il catrame condensabile dal syngas tramite raffreddamento con acqua ed aria.
7. Processo secondo la rivendicazione 3, comprendente inoltre la fase di filtrare i gas caldi derivanti dal processo di gassificazione e dopo ciò utilizzati per mescolarli con i rifiuti.
8. Processo secondo la rivendicazione 1, comprendente le seguenti fasi:
 - inserire i rifiuti (M) attraverso una tramoggia (1);
 - mescolare i rifiuti (M) in una camera (2) con il gas caldo prodotto dal processo di gassificazione;
 - eseguire il processo di pirolisi in un tamburo rotante (3) con l'energia termica generata dalla fase di mescolamento, il processo di pirolisi consentendo di scomporre

i rifiuti (W) in una parte solida, con carboncino ed inerti, ed una parte gassosa, con syngas e catrame condensabile, l'energia termica per eseguire tale trattamento essendo ottenuta dal processo di gassificazione in un dispositivo di gassificazione (9) con aria ed acqua provenienti da carboncino e catrame condensabile, la parte gassificata essendo essenzialmente il combustibile solido, il carboncino, ed il combustibile condensabile, il catrame condensabile, prodotto dalla pirolisi;

- eseguire una doppia pulizia della parte solida ottenuta dalla pirolisi attraverso un separatore meccanico (6) ed un lavaggio chimico ed elettrico in un elemento pulente (8);
- separare, con un separatore termico (7), il catrame condensabile dai gas prodotti dal processo di pirolisi, l'energia termica rimossa dai gas di pirolisi per separare syngas da catrame condensabile essendo recuperata completamente nel dispositivo di gassificazione (9);
- gassificare completamente catrame

condensabile e carboncino prodotti dal processo di pirolisi, tale gassificazione essendo eseguita controllando sia le quantità di acqua ed aria da inserire nel sistema, sia la temperatura di gassificazione, allo scopo di mantenere il valore di calore per i gas reinseriti, tramite condotti (11) nel miscelatore (2), nel pirolizzatore quanto più elevato possibile;

- se la quantità di carboncino e catrame condensabile è eccessiva, inviare la quantità extra alla camera di miscelazione (2) e pirolizzarla e gassificarla in modo ciclico;
- se la quantità di catrame condensabile e carboncino non è sufficiente per generare, dalla sua gassificazione, il calore necessario per la pirolisi, allora utilizzare syngas ed eventualmente un combustibile ausiliario (H);
- separare i prodotti solidi che escono dal tamburo rotante (3) dai prodotti gassosi nel dispositivo di centrifugazione (5);
- raccogliere i prodotti solidi dal di sotto e dividerli attraverso il sistema meccanico (6) in carboncino e residui solidi stabilizzati,

inerti (L);

- sottoporre il carboncino che fuoriesce dal sistema meccanico (6) ad altri processi chimici ed elettrici, che ne consentono l'ulteriore separazione dagli inerti (L);
- sottoporre il prodotto gassoso che fuoriesce dal dispositivo di centrifugazione (5) ad una fase di separazione per syngas e catrame condensabile, raffreddando il gas che fuoriesce dal dispositivo di centrifugazione (5), il processo di raffreddamento avvenendo con aria, ed iniettando in precedenza acqua, che favorisce anche la gassificazione dell'intero catrame condensabile e carboncino;
- filtrare il gas prodotto dalla gassificazione con un sistema meccanico (10) per recuperare i residui solidi, che sono ulteriormente separati in carboncino ed inerti, il carboncino in tal modo recuperato essendo di nuovo inserito nel tamburo rotante (3), mescolato nella camera di miscelazione (2) sia con catrame condensabile sia con il gas caldo derivante dalla gassificazione, sia con i rifiuti da eliminare ed eventualmente con

additivi.

9. Sistema per eseguire il processo delle Rivendicazioni da 1 a 8, caratterizzato dal fatto di comprendere:

- almeno una tramoggia (1);
- almeno una camera (2), connessa alla tramoggia (1), per miscelare rifiuti e gas caldi per la gassificazione;
- almeno un tamburo rotante (3), connesso alla camera (2), atto ad eseguire un processo di pirolisi;
- almeno una pompa (4) atta ad azionare la camera (2);
- almeno un dispositivo di centrifugazione (5) connesso al tamburo rotante (3) ed atto a separare syngas e catrame condensabile dal carboncino nei rifiuti;
- almeno un separatore meccanico (6) ed un separatore termico (7) per il carboncino, connesso al dispositivo di centrifugazione (5);
- almeno un dispositivo di gassificazione (9) atto ad eseguire il processo di gassificazione di catrame condensabile e

carboncino;

- almeno un elemento pulente (8), connesso al separatore meccanico (6) ed al dispositivo di gassificazione (9) ed atto ad eseguire un lavaggio chimico ed elettrico del carboncino; ed
- almeno un condotto del gas caldo (11) proveniente dal dispositivo di gassificazione (9) e connesso alla camera (2).

9. Sistema secondo la rivendicazione 9, comprendente inoltre almeno un filtro (10) collocato a valle del dispositivo di gassificazione (9) e connesso ad esso.
10. Sistema secondo la rivendicazione 9, comprendente inoltre almeno una camera (12) per iniezione d'acqua collocata a monte del dispositivo di centrifugazione (5) e connessa ad esso.
11. Sistema secondo la rivendicazione 9, comprendente inoltre almeno una camera (13) per mescolare additivi e gas caldi, e per raccogliere inerti, collocata a monte del separatore termico (7) e connessa ad esso.

Claim for the invention entitled:” PYROLYSIS AND GASIFICATION HYBRID PROCESS FOR THE CONVERSION OF GENERAL WASTE IN A GASEOUS FUEL (A SPECIFIC FUEL FROM WASTE – RDF) WITH A LOW ENVIRONMENTAL IMPACT” by: ProtoDesign s.r.l., with a priority date of 29.04.2009 with the number AV2009A000001

What we claim is:

- 1) an interconnected pyrolysis (ref. 3 of fig. 1) and gasification process with both a “loop and followed” interconnect (ref. 9 of fig. 1);
- 2) a pyrolysis process of claim 1 obtained through the heat produced from the gasification process of claim 1 from *Char* and *Tar* produced by the same pyrolysis;
- 3) the transmission of the heat derived from gasification through a mixing process into the general waste;
- 4) the gasification of claim 2 of *Char* after a mechanical, chemical and electrostatic cleaning;
- 5) the gasification of claim 2 of *Char* and *Tar* by means of water and air containing the excess heat used for making the pyrolysis process of claim 2;
- 6) the process of separating *Tar* from *Syngas* through the cooling of water (ref. 12 of fig. 1) and air (ref. 7 of fig. 1) of claim 5;
- 7) the filtration process of the hot gasses derived from the gasification process (ref. 9 of fig. 1) and therefore used to mix with the general waste of claim 3.



Mani George P. Arca

ProtoDesign S.r.l.
(L'Amministratore Unico)

Disegni dell'invenzione avente per titolo: "PROCESSO IBRIDO DI PIROLISI E GASSIFICAZIONE PER LA CONVERSIONE DI UN GENERICO RIFIUTO IN UN COMBUSTIBILE GASSOSO (UN PARTICOLARE COMBUSTIBILE DA RIFIUTO - CDR) A BASSO IMPATTO AMBIENTALE" a nome della: ProtoDesign s.r.l., depositata in data _____ con il n° _____.

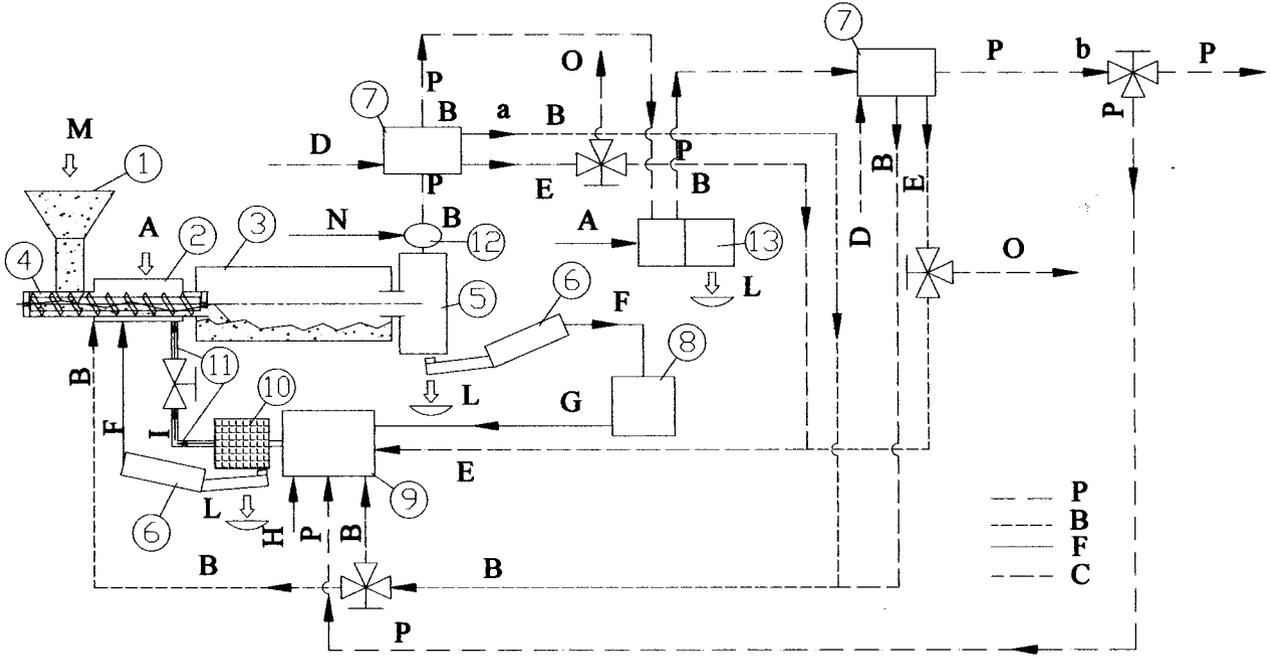


Fig. 1 – Schema indicativo del processo.

Handwritten signature: G. Ingeg. ell sic Genova