



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

# UIBM

<b>DOMANDA NUMERO</b>	<b>101999900799596</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>10/11/1999</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>10/05/2001</b>

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
C	22	B		

Titolo

PROCEDIMENTO DI TRASFORMAZIONE IN CONTINUO DI MATERIALI AL FINE DI OTTENERE PRODOTTI DI COMPOSIZIONE CONTROLLATA, ED APPARECCHIATURA IDONEA ALL'ESECUZIONE DI QUESTO PROCEDIMENTO.

**RM99A000692**

SIB 92074

DESCRIZIONE DELL'INVENZIONE INDUSTRIALE dal  
titolo:

"PROCEDIMENTO DI TRASFORMAZIONE IN CONTINUO DI  
MATERIALI AL FINE DI OTTENERE PRODOTTI DI  
COMPOSIZIONE CONTROLLATA, ED APPARECCHIATURA  
IDONEA ALL'ESECUZIONE DI QUESTO PROCEDIMENTO"  
della ditta italiana Centro Sviluppo Materiali SpA  
con sede in ROMA (ITALIA)

▼

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un  
procedimento per la trasformazione in continuo,  
mediante reazioni chimico-fisiche all'interno di  
scoria liquida, di materiali da gassificare,  
termodistruggere, inertizzare o dai quali occorre  
recuperare elementi con valore commerciale, al  
fine di ottenere prodotti di composizione  
controllata, ed una apparecchiatura idonea  
all'esecuzione di questo procedimento.

In particolare, oggetto della presente  
invenzione sono un procedimento ed una  
apparecchiatura costituita sostanzialmente da una  
camera di reazione, detto reattore, per la

**S.I.B.  
ROMA**

trasformazione in continuo mediante reazioni chimico-fisiche all'interno di scoria liquida di materiali, anche di scarto, solidi, liquidi e gassosi al fine di ottenere in uscita dall'apparecchiatura stessa prodotti di composizione controllata, evitando sottoprodotti di difficile riutilizzo e/o pericolosi.

Il procedimento oggetto della presente invenzione è un procedimento per la trasformazione in continuo, mediante reazioni chimico-fisiche all'interno di scoria liquida, di materiali - anche di scarto, in forma solida, liquida o gassosa - da gassificare, termodistruggere, inertizzare o dai quali recuperare elementi con valore commerciale, al fine di ottenere prodotti di composizione controllata, condotto in una apparecchiatura costituita da una unica camera di reazione, detta reattore, a simmetria sostanzialmente cilindrica, avente due zone, una superiore ed una inferiore, comunicanti e funzionalmente distinte per la conduzione del procedimento, detto procedimento essendo caratterizzato dal fatto di comprendere le operazioni di:

-eventualmente introdurre nella zona

superiore del reattore, attraverso un primo livello di iniezione, un gas comburente per la post-combustione dei gas di processo;

- introdurre nella zona inferiore del reattore, lateralmente attraverso un secondo livello di iniezione e/o verticalmente dall'alto, il materiale da trasformare, il combustibile, il comburente ed eventualmente correttivi e additivi della scoria e gas di trasporto di materiali

- eventualmente introdurre dal fondo del reattore gas inerti di agitazione;

- estrarre dalla zona superiore del reattore i fumi di processo; e

- estrarre dalla zona inferiore del reattore il materiale trasformato, a composizione controllata, e la scoria inerte.

L'introduzione nella zona inferiore del reattore, di materiale da trasformare, combustibile, comburente, eventuali correttivi e additivi e gas di trasporto di materiale, può avvenire lateralmente oppure verticalmente dall'alto. L'introduzione laterale nella zona inferiore di materiale da trasformare insieme a combustibile, comburente e additivi può anche avvenire in direzione radiale tramite una

pluralità di punti di immissione eventualmente su differenti livelli.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, materiale da trasformare, combustibile, parte del comburente, eventuali correttivi e additivi e gas di trasporto di materiale, vengono introdotti all'interno del reattore verso il centro della scoria per iniezione orizzontale oppure inclinata verso il basso e, contemporaneamente, la rimanente parte di comburente viene introdotta mediante iniettori ad un livello superiore.

Il materiale da trasformare può avere una granulometria inferiore a 8 mm.

La granulometria del combustibile degli additivi può essere inferiore a 3 mm.

La velocità di iniezione del comburente nella zona superiore è inferiore a 40 m/s, ed è comunque tale da consentire ai singoli getti di intersecarsi tra loro e di permettere una efficiente combustione del gas di processo proveniente dalla zona inferiore del reattore, ed ottenere una efficienza di scambio termico (HTE) tra gas e bagno liquido superiore al 70%.

In varianti del procedimento secondo

l'invenzione l'indice di basicità binario della scoria è superiore ad 1.

La formazione di una emulsione tra fase scoria e fase metallica nella zona inferiore del reattore per realizzare un efficiente scambio termico ed elevate cinetiche chimiche può essere realizzata anche mediante l'iniezione di gas di agitazione dal fondo del reattore, essendo la potenza fornita dal gas di agitazione inferiore a 2,5 kW per tonnellata di bagno metallico.

La pressione interna del reattore può essere compresa tra 1 e 4 bar.

L'invenzione ha anche per oggetto una apparecchiatura per la trasformazione in continuo, mediante reazioni chimico-fisiche all'interno di scoria liquida, di materiali da gassificare, termodistruggere, inertizzare o dai quali recuperare elementi con valore commerciale, al fine di ottenere prodotti di composizione controllata, caratterizzata dal fatto di comprendere:

- una camera di reazione, detta reattore, a simmetria sostanzialmente cilindrica, avente due zone, una zona superiore ed una inferiore, comunicanti e funzionalmente distinte per la

conduzione del procedimento;

- un raccordo, sostanzialmente di forma troncoconica, tra la zona superiore del reattore ed un condotto di evacuazione dei fumi;

- mezzi di alimentazione, nella zona inferiore del reattore, del materiale da trasformare, del combustibile, del carburante, ed eventualmente di correttivi e additivi della scoria, e di gas di trasporto di materiale;

- eventualmente mezzi di iniezione di comburente per realizzare la post-combustione dei gas di processo;

- un condotto di scarico del materiale trasformato e delle scorie ottenute;

- eventualmente mezzi di alimentazione di gas di agitazione sul fondo del reattore.

I mezzi di alimentazione congiunta e contemporanea di materiale da trasformare, combustibile, comburente e additivi alla zona inferiore del reattore possono essere costituiti da ugelli, disposti circonferenzialmente orizzontali o inclinati verso il basso, e orientati verso il centro, ed eventualmente ad almeno una lancia disposta verticalmente in modo tale da iniettare direttamente nella scoria

liquida.

I detti ugelli possono essere inclinati verso il basso di un angolo compreso tra 0 e 40 gradi rispetto al piano orizzontale.

Il rapporto tra altezza interna e diametro interno della camera cilindrica, reattore, può essere compreso tra 1 e 8.

Il rapporto tra altezza del raccordo troncoconico ed altezza del reattore può essere compreso tra 0,2 e 0,5. I mezzi di alimentazione del gas di agitazione nel reattore possono essere dei setti porosi posti sul fondo dello stesso.

La zona superiore cilindrica del reattore può essere raffreddata in modo differenziato lungo la sua altezza.

Nel reattore, nella zona dove è presente il bagno di scoria liquida vengono immessi tramite una molteplicità di ugelli ed eventualmente veicolati da un gas di trasporto, i materiali da termodistruggere, gassificare, inertizzare o dai quali recuperare prodotti con valore commerciale, contemporaneamente e congiuntamente ad additivi e correttivi della scoria (quali, ad esempio, ossidi o carbonati di calcio e magnesio), eventualmente metalli fortemente riducenti (quali

ad esempio alluminio, magnesio), al combustibile (quale carbone fossile, olio combustibile, gas naturale o loro miscele binarie o ternarie) ed al comburente (quale aria, ossigeno o loro miscela).

Il materiale immesso nella scoria si viene a trovare in un ambiente ad elevata temperatura e fortemente riducente per la presenza del carbonio del combustibile e dell'ossido di carbonio come prodotto della parziale combustione del combustibile con il gas comburente e per la presenza di metalli riducenti eventualmente iniettati.

Tutto ciò porta alla rapida riduzione di ossidi metallici riducibili, quali ossidi di ferro, cromo, nichel, zinco, piombo e alla evaporazione di metalli volatili quali zinco, piombo e cadmio.

La presenza nella scoria di ossido di calcio e l'ambiente fortemente riducente, accentuato ove necessario dai metalli riducenti iniettati, comporta che elementi nocivi (quali ad esempio zolfo ed alogeni) rimangano bloccati nella scoria essenzialmente come sali di calcio; l'ambiente riducente impedisce la formazione di NOx nei fumi di processo.

Gli ossidi non riducibili quali CaO, MgO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, vengono completamente trattenuti

perché si disciolgono nella scoria.

La gassificazione diretta in condizioni riducenti dei materiali iniettati contenenti carbonio, fornisce CO; ulteriore CO può essere prodotto dalla riduzione di ossidi metallici da parte del carbonio disperso nella scoria; il gas di processo così prodotto può essere eventualmente post combusto, per sostenere il regime termico del reattore anche mediante una iniezione di comburente attraverso ugelli posti superiormente.

I processi realizzabili in accordo con la presente invenzione, considerati gli obiettivi voluti, richiedono elevate cinetiche chimiche, dipendenti anche da adeguata omogeneità del bagno (costituito da fase metallica e fase scoria), ed efficienti scambi termici, obiettivi da realizzare tramite intensa agitazione del bagno.

L'agitazione del bagno viene realizzata essenzialmente dai materiali iniettati mediante gli ugelli sopradetti, ed eventualmente mediante insufflazione di gas dal fondo del reattore.

Di conseguenza l'apparato oggetto della presente invenzione è in grado di garantire elevata flessibilità operativa ed elevata produttività specifica.

Si è data finora della presente invenzione una descrizione di carattere generale. Con l'aiuto della figura e dei seguenti esempi verrà ora fornita una descrizione dettagliata di sue forme

di realizzazione, finalizzate a fare meglio comprendere scopi, caratteristiche, vantaggi e modalità operative.

La fig. 1 mostra schematicamente la sezione di una forma di realizzazione dell'apparecchiatura secondo la presente invenzione.

L'apparecchiatura mostrata in figura 1 è costituita dal corpo sostanzialmente cilindrico 1 del reattore, avente due zone, una superiore 2 ed una inferiore 3, comunicanti e funzionalmente distinte per la conduzione del processo, collegato, tramite un raccordo troncoconico 4, ad un condotto di evacuazione fumi 5 (parzialmente illustrato nella figura) destinato a convogliare verso l'esterno i fumi prodotti durante il processo.

Nella zona inferiore 3 del reattore è disposto almeno un livello di iniettori nella scoria, per l'immissione contemporanea e congiunta di materiali da trattare, combustibile, comburente, additivi e correttivi della scoria e gas di trasporto. L'iniezione avviene tramite una molteplicità di ugelli 6 (due dei quali sono indicati nella figura) disposti circonferenzialmente, con direzione di iniezione radiale, ed eventualmente anche tramite almeno una lancia 7 disposta verticalmente in modo da iniettare direttamente nella scoria.

Per realizzare la eventuale post combustione,

nella zona superiore 2 del reattore è prevista l'iniezione di comburente mediante una molteplicità di ugelli 8 disposti circonferenzialmente, con iniezione in direzione radiale, orizzontali o inclinati verso il basso (solo due dei quali sono mostrati in figura).

Nella zona inferiore 3 del reattore è inoltre previsto un foro di colata 9, ed il relativo sistema di evacuazione, attraverso il quale avviene lo spillaggio del metallo 10 e della scoria 11 liquidi.

Considerati gli obiettivi di elevata efficienza delle reazioni chimiche e di flessibilità e produttività del reattore, sono richieste elevate cinetiche chimiche, dipendenti anche da adeguata omogeneità del bagno (costituito da fase metallica e fase scoria), ed efficienti scambi termici. Questi obiettivi sono da realizzare tramite intensa agitazione del bagno.

L'agitazione del bagno viene realizzata essenzialmente dai materiali iniettati con gas di trasporto mediante gli ugelli 6, eventualmente mediante la lancia 7 e dal gas comburente iniettato tramite gli ugelli 8. A fini della agitazione può anche essere prevista l'insufflazione di gas inerti dal fondo del reattore tramite tappi porosi (non mostrati in figura).

Come si può vedere dagli esempi seguenti, la forma di realizzazione del reattore si mantiene sostanzialmente costante per processi di natura diversa. Viene così evidenziata la flessibilità dell'impianto per processi con finalità tecnologiche differenti, ma tutti basati sullo stesso principio di reazioni in fase scoria.

ESEMPIO 1

Le caratteristiche della forma di realizzazione della apparecchiatura secondo l'invenzione utilizzata in questo esempio sono indicate nella seguente tabella 1.1.

TABELLA 1.1

D: diametro interno corpo reattore	2 m
H: altezza totale reattore (incluso raccordo troncoconico)	5.8 m
Altezza raccordo troncoconico	2.3 m
Angolo di apertura del raccordo troncoconico	78°

In questo esempio l'impianto sopra identificato viene utilizzato per il trattamento di polveri provenienti dal processo di produzione d'acciaio al carbonio nel Forno Elettrico ad Arco (polveri FEA).

In Tabella 1.2 vengono indicati i materiali immessi e le loro portate (kg/h per i solidi, Nm<sup>3</sup>/h per i gas).

TABELLA 1.2

Polveri provenienti dalla produzione di acciaio al C mediante forno ad arco elettrico	3000 kg/h
Combustibile	2064 kg/h di carbone fossile
Comburente primario	1050 Nm <sup>3</sup> /h ossigeno
Additivi	143 kg/h di Magnesia
Comburente per postcombustione	571 Nm <sup>3</sup> /h ossigeno

Le polveri FEA vengono iniettate, mediante gas inerte, sotto scoria liquida nel reattore, contemporaneamente e congiuntamente al carbone fossile, all'ossigeno e a magnesia mediante gli iniettori del livello inferiore.

La scoria liquida sovrastante il bagno metallico ha una temperatura inferiore ai 1600°C in modo da limitare fortemente l'evaporazione di elementi metallici (quali il ferro) ed avrà viscosità inferiore a 4 poise a 1400° C in modo da garantire una efficace omogeneizzazione dell'ambiente di reazione.

La composizione della scoria deve inoltre essere tale da limitare l'usura dei refrattari di rivestimento del reattore (nell'esempio refrattari magnesiaci legati al carbonio). Il tenore di ossido di magnesio nella scoria deve essere superiore al 8% .

La basicità binaria della scoria ( $\%CaO/\%SiO_2$ ) deve essere compresa tra 1 e 1,5

La miscela di polvere FEA, combustibile e correttivi della scoria, quando iniettata nella scoria, si viene a trovare in un ambiente ad alta temperatura e fortemente riducente per la presenza dei gas prodotti nella gassificazione del combustibile e del combustibile residuo ancora presente.

Tutto ciò porta alla rapida riduzione degli ossidi metallici riducenti presenti nella miscela (quali ferro, zinco, piombo). Stante la temperatura del bagno superiore ai 1450°C, i metalli e gli ossidi volatili (quali zinco e ossido di piombo) escono completamente dal bagno sotto forma di vapori che vengono successivamente recuperati per il loro riutilizzo. I restanti metalli, essenzialmente ferro, si sciolgono nel bagno metallico che viene

carburato dal combustibile in eccesso disperso nella fase scoria fusa.

La presenza nella carica di ossido di calcio e l'ambiente fortemente riducente comporta che gli alogeni e gli elementi nocivi quali lo zolfo rimangono bloccati nella scoria come sali di calcio. Gli ossidi non riducibili (quali  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) vengono completamente trattenuti nel bagno perché si disciolgono nella scoria.

L'iniezione combinata di combustibile e comburente fornisce l'apporto energetico necessario allo svolgimento del processo ed al mantenimento dello stato termico del reattore.

Il controllo del regime termico viene effettuato operando la parziale post combustione del gas di processo mediante la iniezione di comburente attraverso gli ugelli del livello superiore.

L'agitazione del sistema (bagno metallico e scoria fusa), mediante insufflazione di gas dal fondo del reattore, garantisce l'omogeneità termica e chimica del bagno aumentando le cinetiche del processo.

Questo modo di operare consente di ottenere dai materiali iniettati (polveri FEA,

combustibile, correttivi) una fase metallica, una fase scoria ed una fase gassosa che, grazie all'azione filtrante della scoria, è costituita essenzialmente da gas permanenti (quali azoto, ossido di carbonio, anidride carbonica ed idrogeno), da vapore d'acqua e vapori di zinco e piombo. Il miscuglio di aeriformi risultante è esente da composti pericolosi (quali SOx, NOx, composti clorurati e polveri).

Il gas di processo che esce con continuità dal reattore viene inviato agli impianti di recupero dello zinco e del piombo ed al recupero dell'energia termica in esso contenuta.

La fase metallica e la scoria liquida vengono spillate a cadenza dal reattore aprendo l'apposito foro di colata.

In Tabella 1.3 vengono indicati i materiali uscenti dalla apparecchiatura.

TABELLA 1.3

Fumi uscenti dal reattore	3000 kg/h
Fase metallica spillata	750 kg/h
Scoria spillata	1050 kg/h

In Tabella 1.4 vengono indicate alcune delle grandezze utili per definire un corretto

svolgimento del procedimento, in termini di reazioni chimiche e scambio termico.

TABELLA 1.4

Potenza di agitazione del bagno liquido	0,5 kW/t di fase metallica del bagno
Rapporto tra Massa di fase metallica e Massa di scoria presente nel reattore	1,0

### ESEMPIO 2

Le caratteristiche della forma di realizzazione della apparecchiatura secondo l'invenzione utilizzata in questo esempio sono analoghe a quelle descritte nella precedente tabella 1.1.

L'esempio si riferisce all'uso del reattore per la gassificazione di carbone finalizzata alla produzione di un gas ricco in CO ed H<sub>2</sub> ed esente da polveri, composti inquinanti o pericolosi (composti solforati, NO<sub>x</sub>)

In Tabella 2.1 vengono indicati i materiali immessi e le loro portate (kg/h per i solidi, Nm<sup>3</sup>/h per i gas).

TABELLA 2.1

Carbon fossile in polvere	3000 kg/h granulometria < 100 µm
Comburente	2300-Nm <sup>3</sup> /h ossigeno
Additivi	150 kg/h di (CaO + MgO)
Comburente di post-combustione	230 Nm <sup>3</sup> /h ossigeno

La gassificazione del carbone avviene in presenza di una scoria basica in ambiente riducente il che permette, - da una parte, di fissare nella scoria, sotto forma di composti stabili, lo zolfo che si sviluppa nella gassificazione del carbone e, dall'altra, di solubilizzare e inertizzare rapidamente le ceneri risultanti dalla gassificazione del carbone stesso.

Si ottiene inoltre la rapida riduzione degli ossidi metallici presenti nelle ceneri (quali FeO<sub>x</sub>, MnO) ed i metalli così ottenuti si sciolgono nel bagno metallico che viene carburato dal combustibile disperso nella scoria fusa.

La gassificazione in scoria permette di ottenere diversi vantaggi:

- viene contrastata la tendenza dello zolfo a solubilizzarsi nella fase metallica, e quindi

viene migliorata la qualità della fase metallica stessa,

- viene limitata a valori bassissimi la quantità di zolfo nel gas di processo con i vantaggi ecologici conseguenti.
- la presenza nella carica di ossido di calcio e l'ambiente fortemente riducente comportano che gli alogeni e gli elementi nocivi quali lo zolfo rimangono bloccati nella scoria come sali di calcio. Gli ossidi non riducibili (quali  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) vengono completamente trattenuti nel bagno perché si disciolgono nella scoria.
- la presenza di ossido di calcio in concentrazione adeguata consente anche la rapida fissazione, come silicati di calcio, della silice apportata dalle ceneri del carbone, inertizzando le ceneri; come vantaggio aggiuntivo, viene evitato l'arricchimento locale di silice nella scoria diminuendo l'attacco chimico ai refrattari attorno agli ugelli di iniezione.

La scoria liquida sovrastante il bagno metallico ha una temperatura inferiore ai  $1600^\circ\text{C}$  in modo da limitare fortemente l'evaporazione di

elementi metallici (quali il ferro) ed avrà viscosità inferiore a 4 poise a  $1400^{\circ}$  C in modo da garantire un efficace ricircolo e quindi una elevata omogeneità dell'ambiente di reazione .

La composizione della scoria deve inoltre essere tale da limitare l'usura dei refrattari di rivestimento del reattore nell'esempio con refrattari magnesiaci legati al carbonio, il tenore di ossido di Magnesio nella scoria deve essere superiore al 8% .

La basicità binaria della scoria ( $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ ) deve essere compresa tra 1 e 1,5.

La gassificazione del carbone da parte del comburente iniettato contemporaneamente e congiuntamente dagli iniettori del livello inferiore, viene mirata alla produzione di CO ed  $\text{H}_2$ .

Per il mantenimento del regime termico del reattore, questo gas può essere parzialmente post combusto mediante comburente iniettato dagli iniettori del livello superiore.

Ove necessario, per realizzare l'omogeneità termica e chimica del bagno adeguata a garantire elevate cinetiche di reazione, dal fondo del

reattore, può essere insufflato gas inerte (Ad esempio  $N_2$ ) nel bagno.

Questo modo di operare consente di ottenere dai materiali iniettati (carbon fossile in polvere, comburente, additivi) una fase gassosa costituita da gas permanenti (quali azoto, ossido di carbonio, anidride carbonica ed idrogeno) e da vapore d'acqua, esente, grazie all'azione filtrante della scoria, da composti pericolosi quali  $SO_x$ ,  $NO_x$ , composti clorurati e polveri.

Il gas di processo che esce con continuità dal reattore viene inviato agli impianti utilizzatori. La fase metallica e la scoria vengono spillati a cadenza dal reattore aprendo l'apposito foro di colata.

In Tabella 2.2 vengono indicati i materiali uscenti dalla apparecchiatura.

TABELLA 2.2

Fumi uscenti dal reattore	6310 kg/h
Fase metallica	100 kg/h
Scoria	350 kg/h

In Tabella 2.3 vengono indicate le grandezze utili per definire un corretto svolgimento del procedimento, in termini di reazioni chimiche e scambio termico.

TABELLA 2.3

Potenza di agitazione del bagno liquido	0,5 kW/t di fase metallica del bagno metallico
Rapporto tra Massa fase metallica e Massa di scoria presente nel reattore	1,0 -

**ESEMPIO 3**

Le caratteristiche della forma di realizzazione della apparecchiatura secondo l'invenzione utilizzata in questo esempio sono analoghe a quelle descritte nella precedente tabella 1 dell'esempio 1.

L'esempio si riferisce all'uso dell'apparecchiatura per la termodistruzione di materiali contenenti Policlorobenzene (PCB), ottenendo CO, H<sub>2</sub> e cloruri di metalli alcalino-terrosi fissati nella scoria.

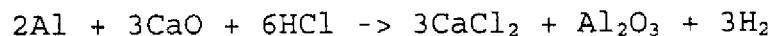
In Tabella 3.1 vengono indicati i materiali immessi e le loro portate (kg/h per i solidi, Nm<sup>3</sup>/h per i gas).

TABELLA 3.1

Materiali contenenti PCB (Policlorobenzene)	300 kg/h
Comburente	800 Nm <sup>3</sup> /h ossigeno
Carbon fossile	600 kg/h
Additivi	30 kg/h di Alluminio 130 kg/h di CaO + MgO
Comburente per post combustione	80 Nm <sup>3</sup> /h ossigeno - -

Nell'uso dell'apparecchiatura per la termodistruzione (esempio presente) l'alluminio metallico viene introdotto dall'alto mediante la lancia di iniezione.

La scoria avente elevate attività di calce, unitamente alla presenza di alluminio metallico, consente che sostanze quali PCB che contengono cloro e idrogeno diano acido cloridrico che viene rapidamente fissato nella scoria secondo la reazione:



e in queste condizioni si evita che si formino gas clorurati dannosi quali per esempio fosgene, diossine e policlorofurani.

La attività termodinamica della calce nella scoria deve essere superiore a 0,05 e preferibilmente compresa tra 0,1 e 0,5.

La composizione della scoria deve inoltre essere tale da limitare l'usura dei refrattari di rivestimento del reattore (nell'esempio refrattari magnesiaci legati al carbonio). Il tenore di ossido di magnesio nella scoria deve essere superiore al 8%. In questo caso la temperatura di lavoro della scoria è compresa tra 1600 e 1650°C.

Questo modo di operare consente di ottenere dai materiali iniettati (materiali contenenti PCB, comburente e correttivi), una fase metallica (originata essenzialmente dalle specie metalliche presenti nelle ceneri del carbone), una fase scoria ed una fase gassosa che, grazie all'azione filtrante della scoria, è costituita essenzialmente da gas permanenti (quali azoto, ossido di carbonio ed idrogeno) e da vapore d'acqua, esente da composti pericolosi composti clorurati e polveri).

Il gas di processo, che esce con continuità dal reattore, viene inviato agli impianti di riutilizzo.

Il controllo del regime termico viene effettuato operando la parziale post combustione del gas di processo mediante una iniezione di comburente attraverso un secondo livello di iniettori.

L'agitazione del sistema (bagno metallico e scoria fusa), ottenuta dalla iniezione dei materiali sopradetti ed eventualmente mediante insufflazione di gas dal fondo del reattore, garantisce l'omogeneità termica e chimica del bagno e consente elevate cinetiche di processo.

In Tabella 3.2 vengono indicati i materiali uscenti dalla apparecchiatura.

TABELLA 3.2

Fumi uscenti dal reattore	2040 t/h
Fase metallica	20 kg/h
Scoria	250 kg/h

In Tabella 3.3 vengono indicate le grandezze utili per definire un corretto svolgimento del procedimento, in termini di reazioni chimiche e scambio termico.

TABELLA 3.3

Potenza di agitazione del bagno liquido	0,5 kW/t fase metallica del bagno
Rapporto tra Massa fase metallica e Massa di scoria presente nel reattore	1,0

**ESEMPIO 4**

Le caratteristiche della forma di realizzazione della apparecchiatura secondo l'invenzione utilizzata in questo esempio sono analoghe a quelle descritte nella precedente tabella 1.1.

L'esempio si riferisce all'uso dell'apparecchiatura per il trattamento di rottame contenente Nichel/Cadmio da recuperare.

In Tabella 4.1 vengono indicati i materiali immessi e le loro portate (kg/h per i solidi, Nm<sup>3</sup>/h per i gas).

TABELLA 4.1

Rottami contenenti Ni e Cd	1000 kg/h granulometria < 200 µm
Comburente	800 Nm <sup>3</sup> /h ossigeno
Combustibile (carbon fossile)	770 kg/h
Additivi	9 kg/h di Alluminio 60 kg/h di (CaO + MgO)
Comburente	80 Nm <sup>3</sup> /h ossigeno

Il riciclo del rottame contenente Ni-Cd, che include anche batterie Ni - Cd, avviene in presenza di una scoria basica, in ambiente riducente con temperature di processo comprese tra 1450 e 1600 °C. Tali condizioni permettono anche di fissare nella scoria sotto forma di solfuri stabili, lo zolfo, proveniente dal carbone gassificato. L'ossido di nichel viene completamente ridotto a nichel metallico che, avendo a 1600°C una bassa tensione di vapore, si raccoglie nella fase metallica assieme agli altri metalli eventualmente presenti come tali in carica o generati dalla riduzione degli ossidi corrispondenti presenti nella carica. Il cadmio, che alla temperatura di esercizio vaporizza, esce

con i fumi di processo, e viene recuperato in impianti a valle.

Si ottengono in tal modo diversi vantaggi:

- separazione quantitativa di nichel e cadmio;
- lo zolfo viene fissato pressoché completamente nella scoria, ottenendo una fase metallica a basso zolfo e un gas di processo praticamente esente da zolfo;
- le ceneri presenti nel carbone vengono fissate quantitativamente nella fase scoria, grazie alla capacità filtrante della scoria stessa.

La scoria liquida sovrastante il bagno metallico ha viscosità inferiore a 4 poise a 1400° C in modo da garantire una efficace omogeneità dell'ambiente di reazione.

La basicità binaria della scoria ( $\% \text{CAO} / \% \text{SiO}_2$ ) è compresa tra 1 e 1.5.

La composizione della scoria deve inoltre essere tale da limitare l'usura dei refrattari di rivestimento del reattore (nell'esempio refrattari magnesiaci legati al carbonio). Il tenore di ossido di magnesio nella scoria deve essere superiore al 8% .

Il controllo del regime termico viene effettuato operando la parziale post combustione

del gas di processo mediante una iniezione di comburente attraverso un secondo livello di iniettori.

L'agitazione del sistema (bagno metallico e scoria fusa), ottenuta dalla iniezione dei materiali sopradetti ed eventualmente mediante insufflazione di gas dal fondo del reattore), garantisce l'omogeneità termica e chimica del bagno e consente elevate cinetiche di processo.

Questo modo di operare consente di ottenere dai materiali iniettati (carbon fossile in polvere, rottami di batterie al Ni-Cd, combustibile, additivi) una fase gassosa costituita da vapori di Cd e, grazie all'azione filtrante della scoria, da gas permanenti (quali azoto, ossido di carbonio, anidride carbonica ed idrogeno) e da vapore d'acqua. La fase gassosa è esente da composti pericolosi quali SOx , NOx , composti clorurati e polveri.

Il gas di processo che esce con continuità dal reattore viene inviato agli impianti di riutilizzo. La fase metallica e la scoria vengono spillati a cadenza dal reattore aprendo l'apposito foro di colata.

In Tabella 4.2 vengono indicati i materiali uscenti dalla apparecchiatura.

TABELLA 4.2

Gas permanenti	-	1835 kg/h
Fase metallica		960 kg/h
Scoria		100 kg/h
Cadmio nel gas		23 kg/h

In Tabella 4.3 vengono indicate le grandezze utili per definire un corretto svolgimento del procedimento, in termini di reazioni chimiche e scambio termico.

TABELLA 4.3

Potenza di agitazione del bagno liquido	0,5 kW/t fase metallica del bagno
Rapporto tra Massa fase metallica e Massa di scoria presente nel reattore	1,0

**Alberto Tonon**  
(scr. Albo n. 83 BM)




RM99A000692

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento di trasformazione in continuo, mediante reazioni chimico-fisiche all'interno di scoria liquida, di materiali da gassificare, termodistruggere, inertizzare o dai quali recuperare elementi con valore commerciale, al fine di ottenere prodotti di composizioni controllata in una apparecchiatura costituita da una unica camera di reazione, detta reattore, a simmetria sostanzialmente cilindrica avente due zone, una zona superiore ed una zona inferiore comunicanti e funzionalmente distinte per l'esecuzione del procedimento, detto procedimento essendo caratterizzata dal fatto di comprendere le operazioni di:

- eventualmente introdurre nella zona superiore del reattore, attraverso un primo livello di iniezione, un gas comburente per la post-combustione dei gas di processo;

-introdurre nella zona inferiore del reattore, attraverso un secondo livello di iniezione e/o verticalmente dall'alto, il materiale da trasformare, il combustibile, il comburente ed eventualmente correttivi e additivi della scoria e gas di trasporto di materiali;

-eventualmente introdurre dal fondo del reattore gas inerti di agitazione;

-estrarre dalla zona superiore del reattore i fumi di processo;

-estrarre dalla zona inferiore del reattore il materiale trasformato, a composizione controllata, e la scoria inerte.

2. Procedimento di trasformazione come da rivendicazione 1, in cui l'introduzione nella zona inferiore del reattore di materiale da trasformare, combustibile, comburente, ed eventualmente correttivi e additivi per la scoria e gas di trasporto di materiali, avviene lateralmente oppure verticalmente dall'alto.

3. Procedimento come rivendicazione 1 o 2, in cui l'introduzione nella zona inferiore del reattore di materiale da trasformare, combustibile, comburente, ed eventualmente correttivi e additivi e gas di trasporto di materiali, avviene in direzione radiale, tramite una pluralità di punti di immissione eventualmente su differenti livelli.

4. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3, in cui nella zona inferiore del reattore il materiale da

trasformare, il gas di trasporto dei materiali, il combustibile, parte del comburente ed eventualmente correttivi e additivi, vengono introdotti verso il centro della scoria, in modo orizzontale o inclinato verso il basso, e contemporaneamente la rimanente parte di comburente viene introdotta ad un livello superiore.

5. Procedimento di trasformazione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il materiale da trasformare ha una granulometria inferiore a 8mm.

6. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la granulometria del combustibile e degli additivi è inferiore a 3mm.

7. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedente in cui la velocità di introduzione del comburente nella zona superiore del reattore è minore di 40 m/s ed è comunque tale da consentire ai singoli getti di intersecarsi tra loro e permettere la combustione del gas di processo proveniente dalla zona inferiore del reattore, in modo tale da ottenere una efficienza di scambio termico (HTE) tra gas e

bagno superiore al 70%.

8. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui l'indice di basicità binaria della scoria è superiore ad 1.

9. Procedimento di trasformazione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la formazione di una emulsione tra fase scoria e fase metallica nella zona inferiore del reattore viene realizzata anche mediante l'iniezione di gas di agitazione dal fondo del reattore, essendo la potenza fornita dal gas di agitazione inferiore a 2,5 kW per tonnellata di bagno metallico.

10. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la pressione interna del reattore è compresa fra 1 e 4 bar.

11. Apparecchiatura idonea a realizzare il procedimento delle rivendicazioni da 1 a 10, di trasformazione in continuo, mediante reazioni chimico-fisiche all'interno di scoria liquida, di materiali da gassificare, termodistruggere, inertizzare o dai quali recuperare elementi con valore commerciale, al fine di ottenere prodotti di composizione controllata, caratterizzata dal fatto di comprendere:

- una camera di reazione (1), detta

reattore, a simmetria sostanzialmente cilindrica, avente due zone, una zona superiore (2) ed una zona inferiore (3), comunicanti e funzionalmente distinte per la conduzione del processo;

- un raccordo (4), sostanzialmente a forma di tronco di cono, tra la zona superiore (2) ed un condotto di evacuazione (5) dei fumi e;

- mezzi di alimentazione (6,7), operanti in detta zona inferiore (3), del materiale da trasformare, del combustibile, del comburente e eventuali correttivi e additivi della scoria, e gas di trasporto di materiali;

- eventualmente mezzi di iniezione (8) di comburente per realizzare la post-combustione dei gas di processo;

- un condotto di scarico (9) del materiale trasformato (10) e delle scorie (11) ottenute;

- eventualmente mezzi di alimentazione di gas inerte di agitazione sul fondo del reattore.

12. Apparecchiatura come da rivendicazione 11, in cui detti mezzi di alimentazione, congiunta e contemporanea, di materiale da trasformare, combustibile, comburente ed eventuali correttivi e additivi e gas di trasporto di materiali, nella zona inferiore del reattore, sono costituiti da ugelli, disposti circonferenzialmente a detta

zona, orizzontali o inclinati verso il basso, e orientati verso il centro, ed eventualmente da almeno una lancia disposta verticalmente in modo da iniettare direttamente nella scoria liquida.

13. Apparecchiatura come da rivendicazione 12, in cui detti ugelli sono inclinati verso il basso di un angolo compreso fra zero e  $40^\circ$  rispetto al piano orizzontale.

14. Apparecchiatura secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 11 a 13, in cui il rapporto tra altezza interna del reattore e diametro interno dello stesso è compreso tra 1 e 8.

15. Apparecchiatura come da una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti da 11 a 14, in cui il rapporto tra altezza del raccordo troncoconico e altezza del reattore è compreso tra 0,2 e 0,5.

16. Apparecchiatura come da una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti da 11 a 15, in cui detti mezzi di alimentazione di gas di agitazione in detta zona inferiore del reattore sono setti porosi.

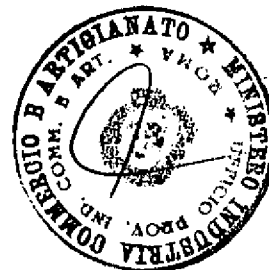
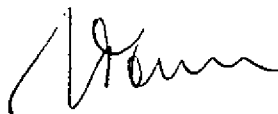
17. Apparecchiatura come da una qualsiasi rivendicazione precedente da 11 a 16, in cui la zona superiore cilindrica è raffreddata in modo differenziato lungo la sua altezza.

18. Procedimento ed apparecchiatura per

trasformare in continuo, mediante reazioni chimico-fisiche all'interno di scoria liquida, materiali da gassificare, termodistruggere, inertizzare o dai quali recuperare elementi con valore commerciale, al fine di ottenere prodotti di composizione controllata, come precedentemente descritto, esemplificato e rivendicato.

p.p. Centro Sviluppo Materiali S.p.A.

**Giulio Tonon**  
(scr. Albo n. 83 BM)



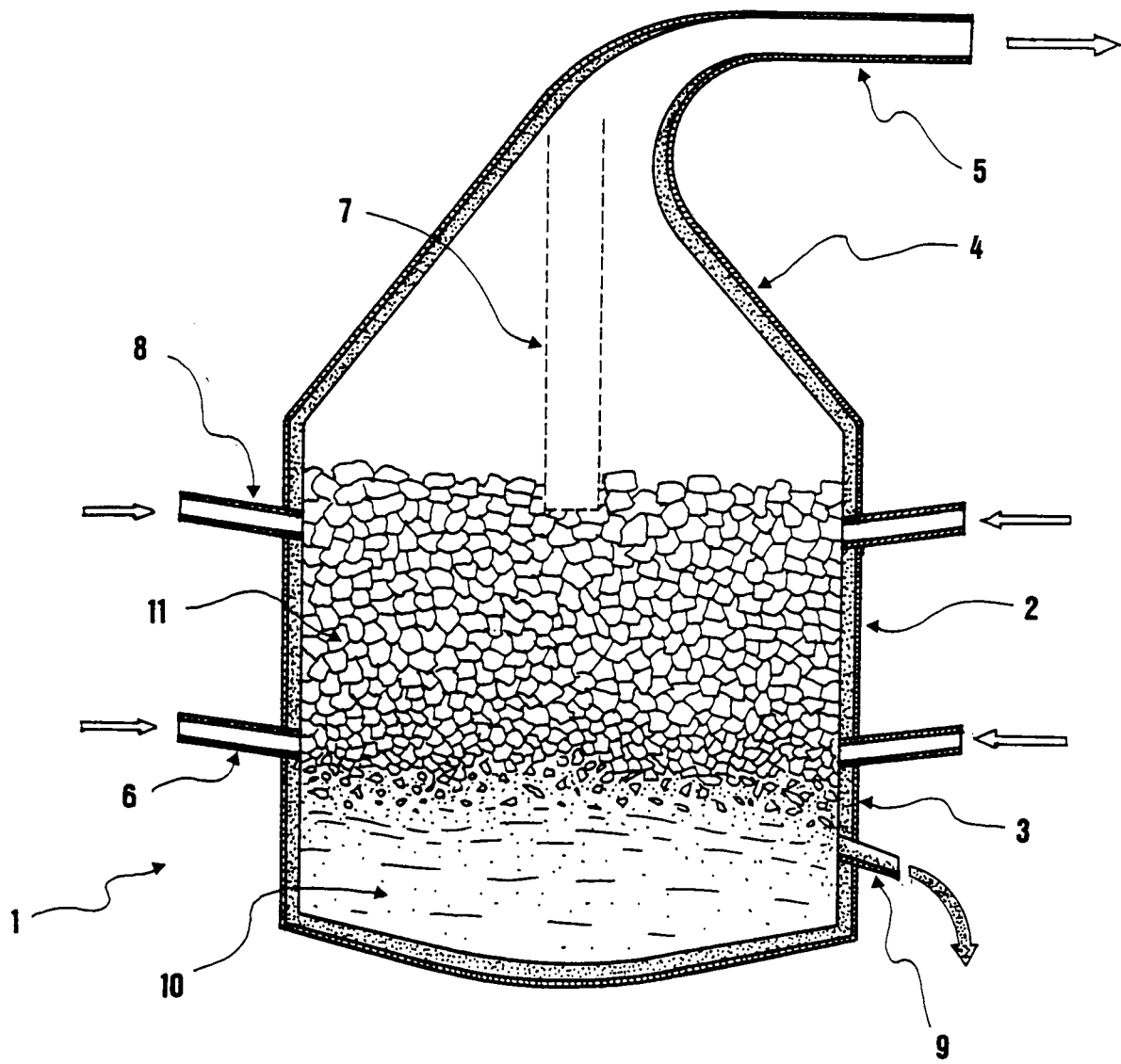


FIG.1



*[Handwritten signature]*