



CONFEDERAZIONE SVIZZERA
UFFICIO FEDERALE DELLA PROPRIETÀ INTELLETTUALE

(11) CH 685244 A5

(51) Int. Cl.⁶: C 10 J 3/02
C 10 J 3/66
C 10 J 3/30

Brevetto d'invenzione rilasciato per la Svizzera ed il Liechtenstein

Trattato sui brevetti, del 22 dicembre 1978, fra la Svizzera ed il Liechtenstein

(12) FASCICOLO DEL BREVETTO A5

(21) Numero della domanda: 1183/92

(73) Titolare/Titolari:
Poretti & Gaggini S.A., Bedano

(22) Data di deposito: 10.04.1992

(72) Inventore/Inventori:
Jaccard, Léon, Curio

(24) Brevetto rilasciato il: 15.05.1995

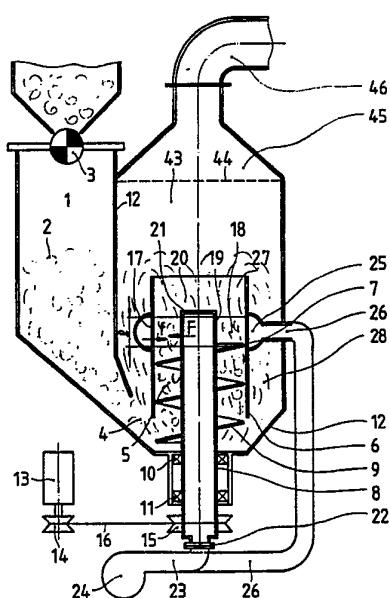
(74) Mandatario:
Dipl.-Ing. Carlo Gaggini, Massagno

(45) Fascicolo del
brevetto pubblicato il: 15.05.1995

(54) Gasogeno ad equicorrente.

(57) Il gasogeno ad equicorrente secondo l'invenzione possiede una coclea di trasporto (7) che trasporta il materiale fresco assieme al materiale riciclato – ossia al materiale che è già passato una o più volte dal focolare (18) – dal basso verso l'alto lungo una camera di trasporto (5). Il focolare (18) di forma anulare viene alimentato con aria primaria di combustione tanto dall'esterno che dall'interno, cosicché tutto il materiale da gassificare è costretto ad attraversare la zona del focolare (18) e viene dunque sottoposto ad un processo completo di trasformazione in carbone di legna con conseguente formazione di biossido di carbonio.

Al di sopra del focolare (18) è disposta la camera di gassificazione (20), che serve alla trasformazione del biossido di carbonio in monossido di carbonio. Questo gas viene poi convogliato verso l'esterno per l'uso previsto (combustione, azionamento di motori). Il gasogeno inventivo ha il vantaggio di garantire condizioni di gassificazione perfettamente controllabili, ciò che è indispensabile in particolare nel trattamento del legno contaminato (legno da demolizione, resti di fabbricazione ecc.).



CH 685244 A5

Descrizione

La presente invenzione concerne un gasogeno ad equicorrente, come descritto nel prologo della rivendicazione 1.

Dalla domanda di brevetto europeo della depositante N. 0 531 778, depositata il 21.8.1992, è noto un gasogeno avente le caratteristiche del prologo della rivendicazione 1 della presente invenzione, nel quale è presente una coclea che, nella sua parte assiale, è costituita da un tubo centrale attraverso il quale il materiale da gassificare viene alimentato dall'alto nel focolare, dove poi la coclea ruota durante il funzionamento del gasogeno in modo da trasportare il materiale dal basso, cioè dalla zona del focolare, verso l'alto, dove il tubo presenta una apertura attraverso la quale può entrare nell'interno del tubo tanto il materiale da gassificare fresco che il materiale già passato dalla zona del focolare e trasportato verso l'alto dalla coclea.

Questo tipo di gasogeno dà risultati abbastanza buoni nella pratica, ma possiede ancora degli inconvenienti che ne limitano il campo d'impiego. Il primo di questi è il fatto di lavorare con un focolare di forma anulare alimentato da una sola corona di adduzione dell'aria primaria. Ciò significa che, attorno al tubo dotato dei fori di adduzione dell'aria primaria, si forma bensì una corona circolare di materiale in fase di combustione, ma questa corona non ha sempre lo stesso spessore radiale e soprattutto non arriva necessariamente a riempire la totalità della camera circolare che forma il focolare. Ciò significa che sussiste la possibilità che del materiale fresco proveniente dall'interno del tubo non debba passare affatto dalla zona di combustione, ma possa passare al di sopra della stessa senza venirne interessato, senza cioè che ci sia alcuna formazione di biossido di carbonio e la sua trasformazione in carbone di legna.

Ciò riduce naturalmente la potenza del gasogeno ed è soprattutto indesiderato quando, come nella combustione di legna di riciclaggio contaminata da sostanze estranee, si deve essere sicuri che il materiale, onde evitare con certezza ogni possibile formazione di gas tossici e di catrame, deve attraversare una zona ad una temperatura minima di ad esempio oltre 1000°C durante un tempo minimo di ad esempio 2 sec. Un altro svantaggio del gasogeno ad equicorrente secondo lo Stato della tecnica consiste poi nel fatto che il suo focolare è situato nel punto più basso del circuito percorso dal combustibile. Da ciò consegue che i resti della combustione della legna che si formano nel focolare, ossia la cenere, devono venir allontanati verso il basso mediante una griglia forata. La presenza di una simile griglia costituisce sempre uno svantaggio, poiché ogni griglia è soggetta ad un pericolo di intasamento.

Scopo della presente invenzione è dunque quello di eliminare gli svantaggi del gasogeno ad equicorrente dello Stato della tecnica ed in particolare di proporre una costruzione di gasogeno nella quale tutto il materiale da gassificare sia costretto a passare per un tempo perfettamente controllabile da una zona di combustione soggetta ad una tempera-

tura minima ed inoltre nella quale non sia necessario prevedere un dispositivo con griglia di scarico delle ceneri.

Questi scopi vengono raggiunti mediante un gasogeno con le caratteristiche della parte caratterizzante della rivendicazione 1.

Grazie al fatto che il focolare costituisce la continuazione della camera di forma anulare e che l'aria primaria di combustione viene addotta al focolare di forma anulare tanto dal lato esterno che da quello interno dello stesso, il materiale è costretto a passare attraverso una zona di combustione a forma di corona che, venendo alimentata da ambo i lati con l'ossigeno dell'aria primaria, si può estendere su tutta la superficie della zona anulare stessa. Non possono cioè formarsi zone o punti «morti», ossia zone nelle quali l'apporto di aria primaria è insufficiente per garantire la combustione completa del materiale passante, com'era per contro il caso a proposito del gasogeno dello Stato della tecnica.

Inoltre, grazie al fatto che è possibile, nel gasogeno secondo l'invenzione, scegliere liberamente i parametri definenti il tempo di passaggio del materiale attraverso la zona di combustione primaria o focolare del gasogeno – parametri che sono due, e cioè l'estensione assiale della zona del focolare e la velocità di rotazione della coclea che determina l'avanzamento del materiale – è possibile garantire un tempo minimo di permanenza del materiale nella zona più calda del focolare. In altre parole, scegliendo opportunamente la lunghezza assiale della zona del gasogeno nella quale sono previsti, tanto all'interno che all'esterno, i fori di adduzione dell'aria primaria e scegliendo pure in modo adeguato la velocità di alimentazione della coclea – il suo passo e la sua velocità angolare – è possibile ottenere che il materiale da gassificare rimanga per un periodo minimo di tempo nella zona del focolare, dove regna una temperatura di da 1000°C. a 1400°C. Se ciò avviene è risaputo dagli esperti che si elimina ogni pericolo, oltre che della formazione dei sempre temuti catrami, di quella di gas tossici come le diossine, gas che possono formarsi soprattutto nella combustione di materiali lignei di scarto contaminati con coloranti o collanti vari. Tale pericolo è presente in particolare quando il gasogeno o la caldaia a combustione diretta vengono alimentati con materiale da demolizione di case oppure con resti di fabbricazione di mobili moderni. È proprio per questo tipo di applicazione che il gasogeno qui proposto presenta i maggiori vantaggi.

Un altro vantaggio non trascurabile del gasogeno secondo l'invenzione è la mancanza di una griglia per lo scarico della cenere formantesi. Grazie al fatto che il focolare si trova nella parte alta della coclea di alimentazione del materiale, la cenere finissima che si forma – costituita da particelle incombustibili di natura per lo più minerale – viene sospinta con il materiale verso l'alto e finisce – grazie alla sua leggerezza – per essere trascinata liberamente dalla corrente di gas verso l'alto, nella camera di combustione finale. È chiaro che tali finissime particelle di cenere dovranno poi, a seconda dell'uso previsto per il gas e tenendo conto pure delle prescrizioni legali sul contenuto massimo di

cenere dei gas di fuoriuscita da un simile impianto, venir eliminate convenientemente. Quest'operazione di depurazione successiva dei gas fuoriuscenti dall'impianto, che può venir eseguita con l'uso di appositi filtri a ciclone od elettrostatici, costituisce però un provvedimento usuale in tutti gli impianti di combustione del tipo di quello dell'invenzione, soprattutto quando questi si prefiggano la combustione di materiale contaminato come nel caso presente, sicché la necessità di prevedere un simile filtro non comporta alcuna maggioranza di impegno e spese rispetto alla pratica usuale. Per contro il poter rinunciare, come nel caso della invenzione, all'adozione di una griglia di base disposta sotto il focolare è certamente un vantaggio molto apprezzabile.

La forma di esecuzione secondo la rivendicazione 2, che prevede l'uso di un asse della coclea cavo per alimentare la parte di aria primaria addotta al focolare dal suo interno, ha il vantaggio di prevedere una adduzione dell'aria di grande semplicità ed inoltre di garantire il raffreddamento continuo dei cuscinetti di rotazione sui quali ruota la coclea, in modo da rendere superflui altri provvedimenti tesi ad impedire la trasmissione per condutture del calore lungo l'asse della coclea fino ai suoi punti di supporto.

La forma di esecuzione preferita secondo la rivendicazione 3 costituisce una forma di realizzazione estremamente semplice per il ritorno del materiale, che permette altresì di realizzare il riciclaggio senza impiego di altri mezzi in movimento, poiché il materiale ritorna in circolazione per libera caduta ed inoltre che, grazie al fatto che la camera di ritorno è coassiale con la camera di gassificazione e con la camera di trasporto, si ottiene una costruzione particolarmente compatta del gasogeno secondo l'invenzione.

La forma di esecuzione preferita secondo la rivendicazione 4 è una soluzione ottimale del problema della riunione del materiale «riciclato» proveniente dall'alto e del materiale fresco proveniente dal silo di carico. In effetti, grazie alla presenza di una seconda coclea di alimentazione coassiale con la prima coclea di trasporto, ma separata da quest'ultima tramite una zona dell'asse priva di coclea, ed al fatto che in questa zona opera un organo di alimentazione del materiale fresco, si riesce a risolvere ottimalmente il problema dell'alimentazione di materiale senza intasamento dello stesso e soprattutto evitando il pericolo, sempre presente quando si alimenta con coclee del materiale granulare, che del materiale possa incastrarsi tra la coclea e la sua parete, bloccando l'impianto.

La rivendicazione 5 concerne una forma di realizzazione particolarmente vantaggiosa dell'organo di alimentazione del materiale fresco, adottabile nella forma di realizzazione del gasogeno secondo le caratteristiche della rivendicazione 4. Secondo tale variante l'organo di alimentazione è un semplice braccio ruotante attorno ad un asse parallelo all'asse della coclea: si tratta di una soluzione molto semplice e di provata efficienza pratica.

Particolarmente vantaggiosa è la forma di esecuzione dell'invenzione secondo la rivendicazione 6. Infatti secondo tale variante inventiva il silo di carico

è disposto essenzialmente coassialmente con l'asse della coclea, rispett. con l'asse del gasogeno, in modo da racchiudere il gasogeno lungo tutta la sua periferia. Questa soluzione permette di ottenere una isolazione ottimale del gasogeno, poiché il materiale da bruciare, ossia il truciolo di legna, che circonda tutta la camera di gassificazione del gasogeno a partire dal basso, costituisce un ottimo isolante che impedisce le perdite di calore verso l'esterno. Il materiale subisce cioè, nella sua marcia di avvicinamento verso il basso fino nel punto di unione con il materiale «riciclato», un processo di riscaldamento e di essicramento, benvenuti entrambi per prepararlo al successivo processo di gassificazione.

La forma di esecuzione preferita della rivendicazione 7 costituisce un completamento ottimale di quella della rivendicazione 6, poiché permette di adottare un braccio di trasporto ruotante fissato solidalmente all'asse delle coclee coassiali. Grazie a ciò si può rinunciare a prevedere un organo di azionamento separato per il braccio di trasporto stesso, ciò che costituisce una semplificazione di non poco conto, fermo restando infatti che in un gasogeno è meglio ridurre al minimo il numero di elementi in movimento.

La rivendicazione 8 concerne un ulteriore perfezionamento della camera di mischia, poiché grazie alla presenza di un secondo braccio ruotante che lambisce il fondo della camera di mischia, si ottiene da un lato un migliore mescolamento delle componenti di materiale fresco e «riciclato» e d'altro lato pure un trasporto più sicuro del materiale verso l'alto da parte della seconda coclea, poiché il secondo braccio convoglia il materiale dalla periferia della camera di mischia verso la coclea stessa.

La rivendicazione 9 concerne una forma preferita dell'invenzione che prevede un sistema particolarmente semplice e vantaggioso di alimentazione dell'aria primaria dall'esterno verso l'interno del focolare di forma anulare.

La rivendicazione 10 introduce un ulteriore perfezionamento alla soluzione della rivendicazione 9, il quale prevede che l'aria primaria di alimentazione entri nel canale anulare esterno al focolare in direzione tangenziale, così da costituire nel canale un turbine di aria. Lo scopo di questo provvedimento è quello di migliorare la regolarità dell'alimentazione di aria primaria lungo tutta la circonferenza esterna del focolare, evitando dunque la formazione di canali di combustione privilegiati in corrispondenza ai punti nei quali l'adduzione di aria primaria è più intensa. È appunto una delle preoccupazioni principali della presente invenzione quella di ottenere una combustione «il più simmetrica» possibile, intendendo con questa espressione tutti gli sforzi per evitare la formazione di zone di combustione privilegiate in conseguenza di una asimmetrica alimentazione di aria primaria. Simili differenze di intensità di combustione, che si possono avere se l'aria primaria ha la possibilità di «scavarsi» vie di facile passaggio attraverso il materiale da bruciare oppure se l'aria primaria viene alimentata in maniera già di per sé asimmetrica, sono la causa di combustioni incomplete, con le conseguenze immaginabili soprattutto per quanto concerne i gas di scarico.

La rivendicazione 11 concerne poi una forma preferita dell'invenzione per ciò che riguarda il problema dell'accensione del gasogeno, che viene vantaggiosamente realizzata con l'aiuto di aria calda inviata in pressione nel focolare dell'apparecchio.

La rivendicazione 12 concerne infine una conformazione preferita della parte superiore del gasogeno, ossia della parte che sovrasta la camera di gassificazione.

Secondo questa rivendicazione è previsto che, al di sopra della camera di gassificazione, sia prevista una camera di riduzione chiusa superiormente da una griglia di omogeneizzazione della corrente di gas. Anche questo provvedimento risponde alle esigenze generali di ottenere un'elevata simmetria di funzionamento del gasogeno inventivo e di migliorare la composizione dei gas di scarico.

L'invenzione viene ora descritta più nei dettagli con l'aiuto di alcune forme di realizzazione preferite corredate delle relative figure.

Queste mostrano:

fig. 1 Rappresenta un'alzata schematizzata ed in sezione lungo un piano verticale - che contiene l'asse della coclea - di una prima forma di esecuzione del gasogeno secondo l'invenzione. Nella stessa figura sono pure rappresentati alcuni dettagli costruttivi che corrispondono a forme di esecuzione preferite dell'invenzione stessa.

fig. 2 Rappresenta un'altra forma di esecuzione preferita dell'invenzione, pure rappresentata in alzata e schematicamente in sezione lungo un piano verticale contenente l'asse delle due cocle qui previste. Il gasogeno secondo questa forma di realizzazione garantisce un trasporto particolarmente sicuro del materiale.

fig. 3 È una sezione orizzontale semplificata del gasogeno della fig. 3 lungo la linea I-I della fig. 2, onde mostrare una forma preferita d'adduzione dell'aria primaria dal lato esterno del focolare.

fig. 4 È un'altra forma preferita del gasogeno secondo l'invenzione, rappresentata analogamente a quello delle fig. 1 e 2.

Nella fig. 1 con 1 è indicato un silo di carico che viene alimentato dall'alto con materiale fresco 2 attraverso un'apertura dotata di una valvola o serranda di chiusura 3. Questa serranda 3 deve essere stagna poiché, durante il funzionamento del gasogeno, anche il silo di carico 1 si riempie di gas di combustione, che non deve dunque poter sfuggire attraverso la serranda stessa.

Già sin d'ora si precisa quanto segue rispetto al materiale da gassificare. Con materiale fresco si intende del materiale di legna sminuzzato opportunamente per poter venir alimentato in un gasogeno. Di regola tale materiale, che può provenire tanto direttamente dal bosco quale legna da ardere che dalla demolizione di edifici o dagli scarti di fabbricazione di mobili ecc., ha delle dimensioni geometriche, dette anche granulometria, di da pochi centimetri (circa 5 cm) a pochi millimetri. Questo materiale viene simbolicamente indicato, nelle figure indicate, con dei cerchietti. Il carbone di legna, otte-

nuto dalla trasformazione della lignite nella camera di gassificazione, viene indicato nelle figure graficamente con delle virgolette. Questo materiale rientra, secondo la presente invenzione, in circolo e si mischia con il materiale fresco; per questa ragione esso viene indicato anche come materiale «riciclato», intendendo con questa definizione unicamente il fatto che il materiale viene rimesso nel ciclo di combustione all'interno del gasogeno. L'espressione «riciclato» non ha dunque, in questa descrizione, altri significati più ampi di quello sopraindicato. In particolare essa non si riferisce ad eventuali operazioni di riciclaggio aventi luogo al di fuori del gasogeno stesso.

Il silo di carico 1 è poi dotato di opportuni mezzi di pilotaggio, non rappresentati, che azionano la serranda 3 per mantenere essenzialmente costante, entro limiti di tolleranza scelti, il livello del materiale 2 nel silo di carico.

Nella sua parte inferiore 4 il silo di carico 1 è collegato con una camera di trasporto 5 di forma anulare. La camera di trasporto 5 è delimitata esternamente da una parete 6 essenzialmente cilindrica entro la quale ruota una coclea 7 costituita da un albero centrale 8 e da una lamiera 9 avvolta a spirale attorno all'albero 8. L'albero 8 della coclea 7 è supportato su due cuscinetti di rotazione 10 e 11 fissati ad un involucro esterno 12 che racchiude tutto il gasogeno. L'albero 8 può venir messo in lenta rotazione tramite un motoriduttore 13 ed un sistema di trasmissione opportuno del moto, ad esempio due puleggie 14 e 15 ed una cinghia 16, come mostrato nella fig. 1. Va da sè che qualsiasi altro sistema di rotazione dell'albero 8 è impiegabile all'uopo.

La camera di trasporto 5 risulta dunque delimitata esternamente dalla parete cilindrica 6 ed internamente dall'albero 8 della coclea 7: essa è dunque essenzialmente una camera di forma anulare entro la quale il materiale da trattare viene spinto dal basso verso l'alto, come verrà più sotto meglio descritto.

La parte superiore della parete cilindrica 6 presenta, lungo una zona indicata con I, una serie di fori 17 attraverso i quali una corrente d'aria, che costituisce inventivamente una parte dell'aria primaria di combustione, viene fatta passare dall'esterno della parete 6 verso l'interno, secondo quanto mostrato con la freccia f. La corrente d'aria indicata con f è dunque una corrente d'aria essenzialmente radiale rivolta verso l'interno della parete cilindrica 6. Il modo con il quale questa corrente d'aria viene generata non costituisce una caratteristica fondamentale della presente invenzione. Degli esempi preferiti di tale adduzione verranno comunque descritti a titolo di esempio e costituiscono oggetto di rivendicazioni subordinate dell'invenzione.

In corrispondenza della zona I succitata, una seconda corrente d'aria viene addotta inventivamente seguendo la direzione della freccia F, ed attraverso fori 19, dall'interno verso l'esterno della camera di trasporto anulare 5, sicché nella zona I, che viene definita focolare del gasogeno e viene indicata con il numero di riferimento 18, viene a formarsi una zona anulare alla quale viene alimentato tanto dal-

l'esterno, secondo la freccia f, che dall'interno, secondo la freccia F, dell'aria primaria di combustione. Il modo specifico con il quale la seconda parte dell'aria primaria viene alimentata al focolare 18 dall'interno non è essenziale per questa invenzione: anche di esso verrà tuttavia descritta una forma preferita di soluzione cui corrisponde una rivendicazione subordinata dell'invenzione.

Essenziale agli scopi inventivi è per contro la formazione di un focolare 18 lungo la zona I, di forma anulare ed alimentato mediante aria primaria di combustione tanto dall'esterno, secondo la freccia f, che dall'interno, secondo la freccia F. Grazie a questo accorgimento si ottiene infatti, come verrà meglio spiegato più sotto, che il materiale da gassificare è costretto a passare attraverso un focolare 18 di estensione e forma assolutamente definite, nel quale, in conseguenza dell'adduzione di aria primaria da ambo i lati, non possono formarsi zone «inattive» di scarsa combustione e nelle quali regna dunque una temperatura inferiore che nelle restanti zone del focolare. La zona anulare del focolare 18 può infatti, nelle sue dimensioni, (diametro ed estensione assiale) venir scelta in modo tale che dappertutto in essa, con la quantità d'aria addotta, regnino condizioni di combustione omogenee. Questa è una condizione molto importante per il buon funzionamento di un gasogeno, in particolare quando si tratta di lavorare materiali lignei «contaminati», per i quali si esige, onde evitare ogni formazione di sostanze venefiche quali le diossine, che il materiale sia obbligato a passare da una zona di temperatura minima data (ad esempio > 1200°C) per un tempo minimo determinato.

Sopra la zona del focolare 18 è poi inventivamente prevista una camera di gassificazione 20 di forma pure essenzialmente anulare, delimitata esternamente dalla parete cilindrica 6 che dunque si prolunga al di là della zona I del focolare 18. All'interno, per contro, l'albero della coclea 7, che in una forma preferita dell'invenzione contiene i fori 19 dai quali fuoriesce la seconda parte dell'aria primaria, può — ma non deve — terminare subito al di sopra del focolare 18, sicché si giustifica la definizione di «essenzialmente anulare» della camera di gassificazione 20, nel senso che la stessa può essere anulare nella sua parte più bassa e semplicemente cilindrica in quella più alta. Ciò non è tuttavia essenziale agli effetti dell'invenzione.

Per il funzionamento del gasogeno è ora ancora necessario che l'aria primaria possa venir addotta ai fori 17 e 19, ossia che gli stessi siano collegati — i primi dal lato esterno della parete cilindrica 6 ed i secondi dall'interno dell'albero della coclea 8 — con una sorgente di aria in pressione. La sorgente può essere individuale per ogni serie di fori 17 e 19 oppure si può prevedere un'unica sorgente per entrambe le serie di fori.

In questo caso può essere utile prevedere la necessità di regolare individualmente la quantità di aria addotta a ciascuna serie di fori 17 e 19, così da poter meglio influenzare la formazione del focolare 18, cioè da garantire una buona simmetria su tutta la sua sezione circolare. Secondo una forma preferita dell'invenzione, l'adduzione dell'aria prima-

ria dall'interno del focolare 18 viene realizzata grazie al fatto che l'albero 8 della coclea 7 è cavo e forma una condutture di adduzione di aria primaria. L'albero 8 ha dunque la forma di un tubo chiuso superiormente con un coperchio 21. Nelle vicinanze della sua estremità superiore chiusa dal coperchio sono praticati, nella parete del tubo, una o più file di fori 19 disposti simmetricamente lungo la circonferenza del tubo.

Alla sua estremità inferiore, che ruota poiché costituisce l'albero della coclea, il tubo è munito di un accoppiamento 22 con un tubo di alimentazione dell'aria 23 collegato con un ventilatore 24. L'aria soffiata dal ventilatore 24, ed eventualmente modulata, riempie dunque il tubo 8 e fuoriesce radialmente dai fori 19 quale aria primaria atta ad alimentare il focolare 18 dall'interno. Grazie al continuo passaggio di aria esterna attraverso il tubo 8, il tubo stesso, ed in particolare i suoi cuscinetti di rotazione 10 ed 11, viene costantemente raffreddato, così da rendere inutile qualsiasi altro provvedimento di schermatura o di impedimento della trasmissione del calore per conduzione attraverso la parete del tubo. Altre forme di alimentazione dell'aria primaria ai fori 19 sono naturalmente pure pensabili (ad esempio dall'alto attraverso il coperchio 21): ma quella testé descritta è la più conveniente.

Per quanto concerne l'alimentazione dell'aria primaria al focolare 18 dall'esterno, nella fig. 1 è mostrata una prima forma di soluzione preferita, che consiste nel fatto che l'aria stessa viene alimentata attraverso fori 17 praticati nella parete essenzialmente cilindrica 6 della camera di trasporto 5. I fori 17 sono disposti in una o più file lungo tutta la circonferenza della parete 6 suddetta e comunicano con un canale anulare 25 disposto lungo tutta la circonferenza della parete 6 sul suo lato esterno. Il canale 25 è poi collegato, tramite un tubo di collegamento 26, con una sorgente di aria in pressione. Nell'esempio mostrato il tubo 26 è collegato con il ventilatore 24 che fornisce pure l'aria primaria per l'alimentazione del focolare 18 dall'interno della sua zona anulare. In questo caso può essere utile applicare in un punto adatto del sistema di tubi 23 e 26 una serranda di regolazione — non mostrata — per regolare opportunamente la portata d'aria delle due alimentazioni ai fori 17, rispett. 19.

Il funzionamento del gasogeno sopradescritto è il seguente:

Il materiale fresco da bruciare — previa trasformazione in gas — scende dal silo 1 e giunge nella parte inferiore della coclea 7 tramite la parte inferiore 4 del silo di carico 1. La coclea 7 ruota lentamente, azionata dal motoriduttore 13 con puleggie 14 e 15 e cinghia di trasmissione 16, nel senso di trasportare il materiale dal basso verso l'alto lungo la camera di trasporto 5. Quando il materiale giunge all'altezza della zona anulare del focolare 18, esso subisce, per effetto dell'apporto dell'aria primaria dall'esterno e dall'interno attraverso i fori 17 e 19, la combustione che lo trasforma in carbone di legna con formazione di biossido di carbonio.

La regolazione della quantità di materiale trasportato dalla coclea 7, ossia la regolazione della sua velocità di rotazione, permette, scelte le dimensioni

del gasogeno ed in particolare l'estensione assiale 1 della zona del focolare 18 e la quantità di aria primaria di combustione addotta al focolare, di adattare opportunamente il grado di trasformazione della legna in carbone di legna. Infatti nella zona che segue il focolare 18, cioè nella camera di gassificazione vera e propria 20, il biossido di carbonio deve attraversare uno strato di carbone di legna e con esso combinarsi per formare il monossido di carbonio, che è il gas che si intende produrre nel gasogeno e che può venir impiegato tanto per produrre calore in una successiva camera di combustione (non mostrata) che per azionare un motore a scoppio (pure non mostrato).

Essenziale dunque per il funzionamento del gasogeno è che nella camera di gassificazione 20 sia presente carbone di legna a sufficienza. Nel suo percorso di attraversamento dello strato di carbone di legna dal basso verso l'alto, il biossido di carbonio, unendosi con il carbone di legna, ne produce la riduzione delle dimensioni, ossia i pezzi di carbone di legna vengono consumati mentre vengono spinti verso l'alto dal nuovo materiale che viene alimentato dalla coclea 7. A seconda delle «dimensioni iniziali» del pezzo di carbone di legna all'uscita della zona 1 del focolare, della quantità di biossido di carbonio prodotto nella zona del focolare, delle dimensioni della camera di gassificazione 20 e di altri parametri che non è qui il caso di precisare oltre, i pezzi di materiale da gassificare giungono all'estremità superiore della camera di gassificazione 20, costituita dal bordo 27, in uno dei seguenti tre possibili stadi:

— O come finissima cenere restante dalla gassificazione completa di tutto il carbonio contenuto nel carbone di legna.

— O come pezzo di materiale tutto trasformato in carbone di legna ma che non è stato gassificato completamente.

— O come pezzo di legna solo parzialmente trasformata in carbone di legna, cioè contenente ancora parti di lignite incombusa.

La cenere finissima e leggerissima viene ora trascinata verso l'alto dal gas prodotto: l'esperienza mostra infatti che la cenere prodotta è così leggera da rendere vano ogni tentativo di separarla dal gas di combustione in questa fase.

Per la sua separazione completa si debbono dunque impiegare, là dove necessario, degli appositi filtri (a ciclone od altro), non mostrati poiché non rilevanti nell'ambito della presente invenzione. Essenziale è qui infatti solo il fatto che la cenere della gassificazione viene allontanata assieme al gas prodotto.

Nella forma di realizzazione dell'invenzione secondo la fig. 1, i materiali del secondo e terzo tipo sudetto sono per contro costretti a tracimare oltre il bordo 27 ed a ricadere, quale materiale «riciclat», in una camera di ritorno 28 che circonda esternamente la parete cilindrica 6 della camera di trasporto 5. La camera di ritorno 28 comunica inferiormente con la parte inferiore 4 del silo di carico 1, sicché il materiale — che d'ora in poi definiremo sempre solo riciclato — si mischia in questo punto di comunicazione con il materiale fresco 2 addotto dal silo di carico 1.

5 Questa mescolanza di materiale fresco e materiale riciclato trasportato dalla coclea 7 è graficamente rappresentata nella fig. 1 e nelle figure che seguono dalla presenza di cerchietti, indicanti il materiale fresco, e virgolette, indicanti il carbone di legna. Sarà bene osservare che questa rappresentazione è puramente simbolica e non vuol in alcun modo dare delle indicazioni quantitative della mischia del materiale: si è infatti più sopra spiegato che la trasformazione della legna in carbone di legna è un processo graduale, sicché si possono trovare anche particelle di materiale in uno stadio intermedio tra i due citati.

10 Come risulta dal funzionamento testé descritto del gasogeno inventivo, questo possiede un vantaggio molto importante per quanto concerne la regolabilità della potenza erogata dalla macchina. Infatti per far variare la potenza calorica fornita dal gasogeno, ossia la quantità di monossido di carbonio prodotto, è sufficiente far variare la quantità di aria primaria inviata nel focolare 18, ciò che, nell'esempio della fig. 1, corrisponde a far variare la velocità di rotazione del ventilatore 24. In effetti se la quantità di materiale fresco alimentato dalla coclea è sempre sufficiente, ossia se essa è sempre superiore al fabbisogno massimo di materiale combustibile corrispondente alla potenza massima prevista del gasogeno, la quantità di gas prodotto dipende direttamente ed unicamente dalla quantità di aria primaria alimentata nel focolare 18. Diminuendo la portata del ventilatore 24 ci sarà automaticamente una minore trasformazione di lignite in carbone di legna, cioè una minore produzione di biossido di carbonio nel focolare 18 e di conseguenza una minore sua trasformazione in monossido di carbonio nella zona di gassificazione 20. L'unica differenza rispetto ad un esercizio con produzione maggiore sarà l'aumento quantitativo del materiale riciclato e una modifica più o meno accentuata della sua composizione (granulometria e grado di trasformazione in carbone di legna). Tale aumento quantitativo del materiale riciclato sarà però automaticamente compensato dalla diminuzione del materiale fresco 2 addotto dal silo di carico 1, materiale fresco che si troverà impedito l'accesso alla zona inferiore della coclea 7 da parte del materiale riciclato.

15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 Il vantaggio testé descritto della facile regolazione della potenza erogata dal gasogeno è di particolare importanza qualora esso serva per riscaldare un edificio, ossia se la potenza va adattata con grande flessibilità ai fabbisogni dell'utente.

Nella fig. 2 è mostrata una variante del gasogeno inventivo che ha lo scopo di migliorare la mischia del materiale fresco con quello riciclato e di aumentare la sicurezza di funzionamento dell'apparecchio, grazie all'eliminazione di ogni pericolo di intasamento della camera di mischia o di bloccaggio della coclea.

Le parti dell'apparecchio della fig. 2 corrispondenti a quelle dell'apparecchio della fig. 1 sono indicate, nella fig. 2, con gli stessi numeri di riferimento.

La soluzione della fig. 2 differisce da quella della fig. 1 per il fatto che la camera di ritorno 28 termina inferiormente con un'apertura di forma anulare 29 al

di sotto della quale è disposta una camera di mischia 30 del materiale fresco e del materiale «riciclat» di forma pure essenzialmente anulare, nella quale ruota una seconda coclea 31 avente essenzialmente le stesse dimensioni della coclea 7 di trasporto del materiale al focolare 18. La seconda coclea 31 e la coclea 7 di trasporto presentano lo stesso asse di rotazione 8 e sono separate tra di loro da una zona m dell'asse 8 priva di coclea, nella quale opera un organo di alimentazione 32 del materiale fresco che spinge quest'ultimo dalla parte inferiore 4 del silo di carico 1 alla camera di mischia 30.

In una forma preferita della variante di esecuzione succitata, pure rappresentata nella fig. 2, l'organo di alimentazione 32 del materiale è un braccio 32 ruotante attorno ad un asse 33 parallelo all'asse 8 della coclea 7 e lambente, nella sua rotazione, la parete inferiore 34 orizzontale del silo di carico 1. In questo modo l'organo di alimentazione 32 spinge il materiale fresco verso la camera di mischia 30, là dove esso si mischia con il materiale riciclato trasmesso dal bordo 27 della camera di gassificazione 20 e caduto lungo la camera di ritorno 28.

Nell'esempio della fig. 2 l'albero 33 dell'organo di alimentazione 32 viene azionato in rotazione tramite una puleggia 36 azionata dalla cinghia 16 che aziona pure l'albero 8 delle coclee 7 e 31. Si tratta però di una delle molte soluzioni pensabili per azionare l'albero 33. Anche il braccio 32 mostrato quale organo di alimentazione è solo una, seppure la preferita, delle possibilità esistenti per tale organo. Un altro sistema, equivalente nelle funzioni, potrebbe essere quello, non mostrato, di prevedere una coclea orizzontale disposta nella parte inferiore del silo di carico 1 e terminante nella zona m priva di coclea.

In ogni caso la presenza di un organo di alimentazione 32 deve da un lato facilitare l'alimentazione del materiale fresco alla camera di mischia 30 e d'altro lato impedire che il materiale possa incasstrarsi tra il labbro inferiore della coclea 7 ed il bordo inferiore della parete cilindrica 6, pericolo che è sempre presente nell'uso di una coclea.

L'organo di alimentazione 32 deve dunque essere fatto in modo tale da «spazzare» di tanto in tanto il suddetto bordo inferiore ed allontanarne così quei pezzi di legno o di carbone di legna che vi si fossero incuneati.

La fig. 3 mostra una sezione lungo la linea I-I della fig. 2 che permette di illustrare un'altra variante preferita di un dettaglio del gasogeno secondo l'invenzione.

Dalla figura appare che il collegamento del canale anulare 25, che alimenta l'aria primaria dall'esterno al focolare, attraverso la corona di fori 17, con la sorgente di aria in pressione è realizzato mediante uno o più, nel caso specifico ad esempio mediante tre, tubi di alimentazione 26', 26" e 26"" che sboccano nel canale anulare 25 tangenzialmente. Grazie a questi provvedimenti si costituisce nel canale anulare 25 un turbine di aria, che dà le migliori garanzie di ottenere una distribuzione regolare dell'aria primaria su tutta la circonferenza della parete cilindrica 6 del canale 25. Tale regolarità

5 della alimentazione dell'aria primaria lungo tutta la circonferenza del focolare 18 è di capitale importanza per garantire una omogeneità assoluta delle condizioni di combustione nel focolare 18, evitando così qualsiasi formazione di zone a temperatura più bassa. Dalla figura si vede inoltre che i tubi di collegamento 26', 26" e 26"" servono anche a collegare fisicamente la parete cilindrica 6 con l'involucro 12 del gasogeno.

10 Dalla fig. 3 si vede inoltre che, secondo un'altra forma preferita dell'invenzione, in uno almeno dei tubi di alimentazione 26', 26", 26"" (nel caso mostrato nel tubo 26") è disposta una resistenza elettrica 36 atta a riscaldare l'aria passante per provoca così l'accensione del materiale da gassificare al momento della messa in funzione del gasogeno.

15 L'accensione del gasogeno avviene dunque automaticamente nel modo seguente: dapprima si riempie il silo di carico 1 con trucioli di legna o simili, quindi si fa ruotare la coclea 7 così da far giungere il materiale fresco fino a riempire almeno la zona del focolare 18. A questo punto si avvia il ventilatore 24 e si mette sotto tensione la resistenza 36. L'aria primaria, passando attraverso la resistenza 36, si riscalda e riesce così ad infiammare in breve tempo il materiale fresco situato nella zona del focolare 18. A questo punto inizia la formazione di biossido di carbonio e la trasformazione della lignite in carbone di legna, che si porta – in seguito alla continuata alimentazione da parte della coclea 7 – nella zona di gassificazione. Ora la combustione è innescata e la resistenza 36 può venir spenta.

20 La fig. 4 mostra un'altra forma di esecuzione preferita dell'invenzione, che permette di realizzare una costruzione compatta del gasogeno e soprattutto di ridurre le perdite di calore dell'apparecchio, migliorandone il grado di rendimento totale. Anche in questa forma di realizzazione le stesse parti delle varianti delle fig. 1 e 2 sono indicate con gli stessi numeri di riferimento.

25 Secondo questa variante il silo di carico 1 è disposto essenzialmente coassialmente con l'asse 8 della coclea 7, così da racchiudere il gasogeno stesso lungo tutta la sua periferia. Il silo di carico 1 è dunque qui costituito da un recipiente cilindrico con una parete esterna 37 chiuso superiormente da un coperchio 38 nel centro del quale è disposta la serranda di alimentazione 3. Il gasogeno vero e proprio, contenuto nell'involucro 12 cilindrico e che, nella costituzione, corrisponde perfettamente a quello dei due esempi precedentemente descritti delle fig. 1 e 2, risulta sospeso nel recipiente cilindrico 37 mediante uno o più tubi di collegamento 26, come mostrato nella fig. 3, oppure tramite appositi bracci di supporto non mostrati.

30 Nella sua parte inferiore 34 il silo di carico 1 della fig. 3 forma, analogamente a quanto mostrato nella fig. 2, una camera di mischia 30. La differenza con la camera di mischia 30 della fig. 2 è che quella della fig. 3, grazie al fatto che anche il silo di carico 1 è qui perfettamente simmetrico, è pure perfettamente simmetrica, e presenta essenzialmente una forma tronco-conica, con parete 39 circolare inclinata verso il basso e restringentesi, così da facilitare la caduta del materiale greggio 2 pro-

veniente dal silo di carico 1 e del materiale riciclato proveniente dalla camera di ritorno 28. I vantaggi di questa soluzione, oltre a quelli già citati del minor ingombro, dell'isolazione termica ottenuta grazie allo strato di materiale greggio – ottimamente isolante termicamente com'è il legno – che riempie l'intercapedine tra il recipiente 37 e l'involucro 12 – e del preriscaldamento del materiale greggio, che giunge così nella zona del focolare già pre-riscaldato per la combustione – comprendono pure quello della «simmetria automatica» della mischia – poiché il materiale greggio e quello riciclato si incontrano qui in tutta la circonferenza del gasogeno e non solo in un punto laterale di unione del silo di carico 1 con il bordo inferiore della parete cilindrica 6, com'era il caso nelle varianti delle fig. 1 e 2 – nonché quello della maggiore semplicità della costruzione. Quest'ultimo vantaggio discende direttamente dalla costruzione perfettamente cilindrica del silo di carico 1 e dalla sua coassialità con l'albero 8 della coclea 7. Grazie a questa caratteristica è possibile, in una ulteriore variante preferita di un dettaglio del gasogeno, prevedere che il braccio ruotante 40, corrispondente nella funzione al braccio ruotante 32 della fig. 2, è fissato solidalmente all'albero 8 delle coclee 7 e 31 e lambisce, nella sua parte più esterna, la parte inferiore 34 del silo di carico 1.

Anche qui il braccio ruotante 40 esegue la sua funzione di organo di alimentazione, spingendo il materiale greggio che proviene dal silo di carico 1 verso il centro del silo, ossia verso l'asse 8 delle coclee 7, 31, là dove esso cade poi nella camera di mischia 30, mescolandosi con il materiale riciclato proveniente dalla camera di ritorno 28.

Il vantaggio di questa soluzione rispetto a quella della fig. 2 è quello di eliminare l'albero di rotazione ed i relativi organi di azionamento per il braccio ruotante 40, cioè di realizzare la succitata semplificazione dell'apparecchio.

Una ulteriore soluzione preferita di un dettaglio dell'invenzione, adattabile vantaggiosamente in combinazione con una camera di mischia 30 come mostrato nelle varianti delle fig. 2 e 4, prevede che in corrispondenza della parte inferiore della seconda coclea 31, all'asse 8 della coclea 31 sia fissato un secondo braccio 41 (fig. 2 e 3) che lambisce il fondo 42 della camera di mischia 30 e spinge così il materiale verso il centro, dove esso viene afferrato dalla seconda coclea 31 e trasportato verso l'alto. La funzione del braccio 41 è simile a quella del braccio 40, ossia è quella di convogliare – grazie alla sua forma arcuata in avanti – il materiale verso il centro di rotazione.

Secondo un'altra forma di realizzazione preferita dell'invenzione, la parte superiore del gasogeno, ossia la parte che si trova al di sopra del bordo 27 della camera di gassificazione 20, è fatta quale una camera di riduzione 43 chiusa superiormente da una griglia di omogeneizzazione 44 della corrente di gas. Scopo di questa camera di riduzione è, assieme alla griglia 44, di omogeneizzare il gas prodotto e di dargli il tempo per generare una riduzione degli ossidi d'azoto presenti nello stesso. In effetti quest'ultimi, in presenza di monossido di carbonio, reagiscono con quest'ultimo, dando luogo

a biossido di carbonio ed azoto. Grazie a questa reazione si riesce dunque a ridurre considerevolmente il tasso di ossidi di azoto presenti nel gas, con grande vantaggio per l'ambiente.

Al di sopra della griglia 44 il gasogeno termina in una zona di raccordo 45 che raccoglie il gas prodotto e lo invia, attraverso una conduttura 46, al dispositivo previsto a valle per l'uso del gas monossido di carbonio prodotto dal gasogeno. L'uso che si vuol fare di questo gas – combustione in uno scambiatore di calore a scopo di riscaldamento o quale propellente di un motore a scoppio o di una turbina ecc. – esula dallo scopo di questa invenzione e non viene dunque qui più particolarmente descritto.

Il gasogeno ad equicorrente secondo la presente invenzione, le cui dimensioni vanno scelte in funzione delle dimensioni del materiale da gassificare e della sua quantità oraria, è ideale soprattutto per la gassificazione di legna contaminata, grazie alle possibilità descritte di controllare perfettamente i tempi e le temperature di gassificazione nella camera di gassificazione 20. Tuttavia esso può venir impiegato utilmente anche quale produttore di gas per riscaldamento a partire da ogni tipo di legna da ardere: unica condizione è che il materiale da bruciare sia sminuzzato in parti di dimensioni compatibili con le dimensioni date dell'apparecchio.

Rivendicazioni

1. Gasogeno ad equicorrente con un silo di carico del materiale fresco ed un focolare nonché con una coclea per trasportare il materiale ruotante attorno ad un asse verticale e trasportante il materiale da gassificare in modo che il materiale già passato dal focolare e non trasformato completamente in gas può riunirsi, quale materiale «riciclato», con il flusso del materiale fresco proveniente dal silo di carico e così ripassare una seconda o più volte, fino alla sua completa trasformazione in gas, dal focolare, caratterizzato dal fatto che la coclea è costruita in modo da trasportare il materiale fresco mischiato al materiale riciclato dal basso verso l'alto lungo una camera anulare di trasporto (5) nella quale ruota la coclea (7) stessa, camera delimitata esternamente da una parete essenzialmente cilindrica (6) ed internamente dall'asse (8) della coclea (7), il focolare (18) è pure di forma anulare e costituisce la continuazione della camera anulare di trasporto (5) e il focolare (18) di forma anulare viene alimentato con aria primaria tanto dal suo lato esterno che da quello interno attraverso dei fori (17, rispett. 19) disposti a formare due corone di fori praticati nella parete cilindrica (6), rispett. nell'asse (8) della coclea (7); il focolare (18) di forma anulare è seguito da una camera di gassificazione (20) di forma pure essenzialmente anulare nella quale il biossido di carbonio prodotto dalla combustione può reagire con il carbone di legna gassificandolo e trasformandolo in monossido di carbonio.

2. Gasogeno secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che l'asse (8) della coclea (7) è cavo e forma una conduttura di adduzione di aria attraverso la quale viene alimentata la parte di aria

primaria di combustione che viene addotta al focolare (18) di forma anulare dal suo lato interno.

3. Gasogeno secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la camera di gassificazione (20) è circondata da una camera di ritorno del materiale (28) estendentesi esternamente alla parete cilindrica (6) della camera di trasporto (5) e comunicante inferiormente con la parte inferiore (4) del silo di carico (1), sicché il materiale «riciclato», trasformato più o meno completamente in carbone di legna ed attraversante la camera di gassificazione (20) tracima dal bordo superiore (27) circolare della camera di gassificazione (20), cade nella camera di ritorno (28) e si mischia con il materiale fresco (2) addotto dal silo di carico (1).

4. Gasogeno secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che la camera di ritorno (28) termina inferiormente con un'apertura di forma anulare (29) al di sotto della quale è disposta una camera di mischia (30) del materiale fresco (2) e del materiale «riciclato» di forma pure essenzialmente anulare nella quale ruota una seconda coclea (31) avente essenzialmente le stesse dimensioni della coclea (7) di trasporto del materiale al focolare (18), dove poi la coclea (7) di trasporto e la seconda coclea (31) presentano lo stesso asse di rotazione (8) e sono separate tra di loro da una zona (m) dell'asse (8) priva di coclea nella quale opera un organo di alimentazione (32, 40) del materiale fresco che spinge questo ultimo dalla parte inferiore (4) del silo di carico (1) alla camera di mischia (30).

5. Gasogeno secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che l'organo di alimentazione (32, 40) del materiale fresco è un braccio (32) ruotante attorno ad un asse (33) parallelo all'asse (8) della coclea (7), lambente, nella sua rotazione, la parete inferiore (34) orizzontale del silo di carico (1) e così spingente il materiale fresco verso la camera di mischia (30).

6. Gasogeno secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che il silo di carico (1) è disposto essenzialmente coassialmente con l'asse (8) della coclea (7), in modo da racchiudere il gasogeno stesso lungo tutta la sua periferia, dove poi il silo di carico (1) forma inferiormente la camera di mischia (30) di forma essenzialmente circolare.

7. Gasogeno secondo le rivendicazioni 4 e 6, caratterizzato dal fatto che il braccio ruotante (40) è fissato solidalmente all'asse (8) delle cocle (7, 31) coassiali e lambisce, nella sua parte più esterna, la parte inferiore (34) del silo di carico (1).

8. Gasogeno secondo una delle rivendicazioni da 4 a 7, caratterizzato dal fatto che in corrispondenza della parte inferiore della seconda coclea (31), all'asse (8) della coclea (31) è fissato un secondo braccio (41) che lambisce il fondo (42) della camera di mischia (30) e spinge così il materiale verso il centro, dove esso viene afferrato dalla seconda coclea (31).

9. Gasogeno secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che attraverso fori (17) praticati nella parete essenzialmente cilindrica (6) della camera anulare di trasporto (5), viene alimentata la parte di aria primaria addotta al focolare (18) dal lato esterno dove poi i fori sono disposti in una o

più file lungo tutta la circonferenza della parete (6) suddetta e comunicano con un canale anulare (25), disposto lungo tutta la circonferenza della parete (6), sul suo lato esterno, posto in collegamento con una sorgente di aria in pressione.

5 10. Gasogeno secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che il collegamento del canale (25) con la sorgente di aria in pressione è realizzato mediante uno o più tubi di alimentazione (da 26' a 26'') dell'aria sboccanti nel canale anulare (25) tangenzialmente, così da costituire nel canale anulare (25) stesso un turbine di aria.

15 11. Gasogeno secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che in uno almeno dei tubi di alimentazione dell'aria (26', 26'', 26'') è disposta una resistenza elettrica (36) atta a riscaldare l'aria passante per provocare così l'accensione del materiale da gassificare al momento della messa in funzione del gasogeno.

20 12. Gasogeno secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che al di sopra della camera di gassificazione (20) è prevista una camera di riduzione (43) chiusa superiormente da una griglia di omogeneizzazione (44) della corrente di gas.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

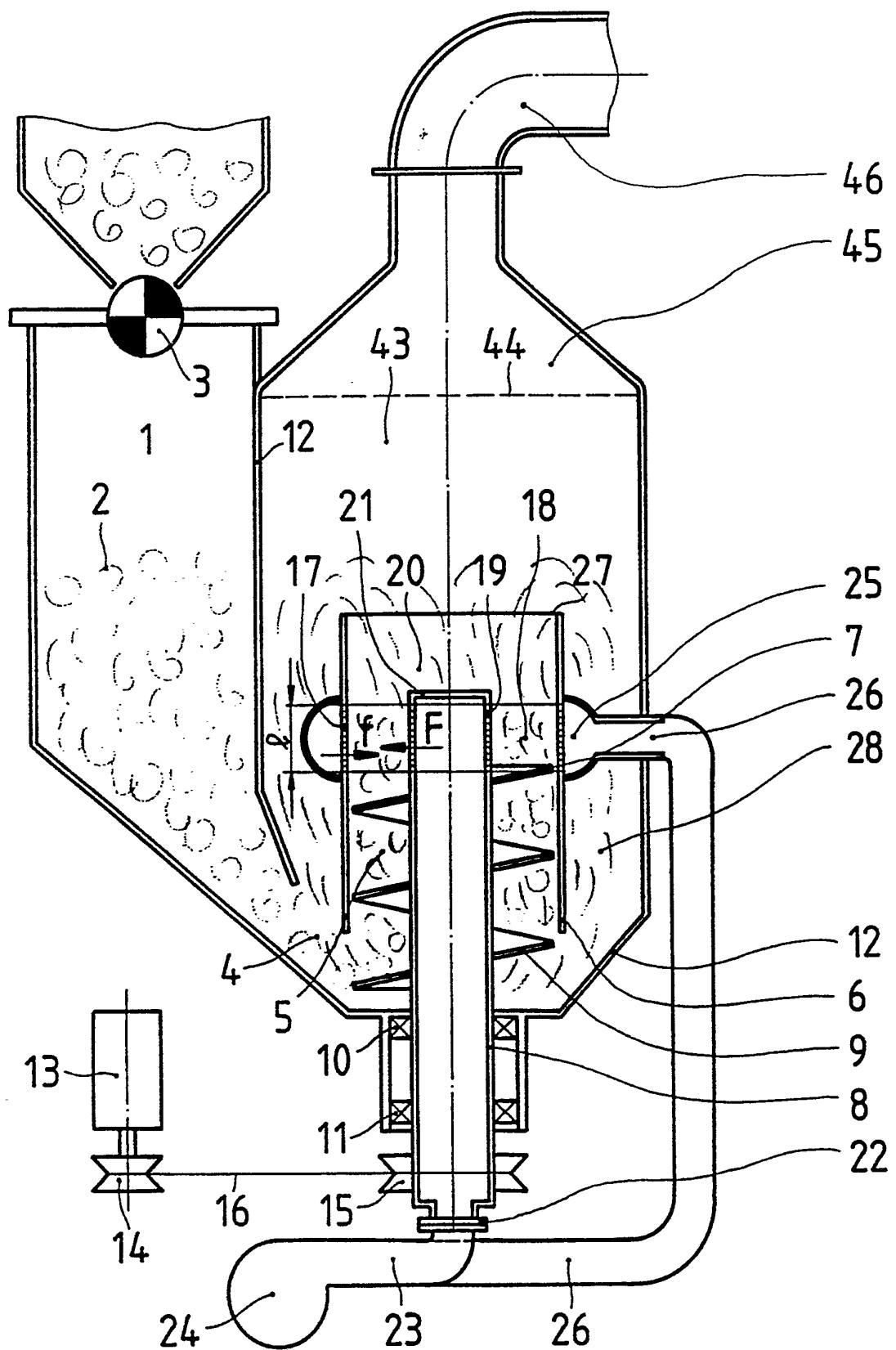


Fig. 1

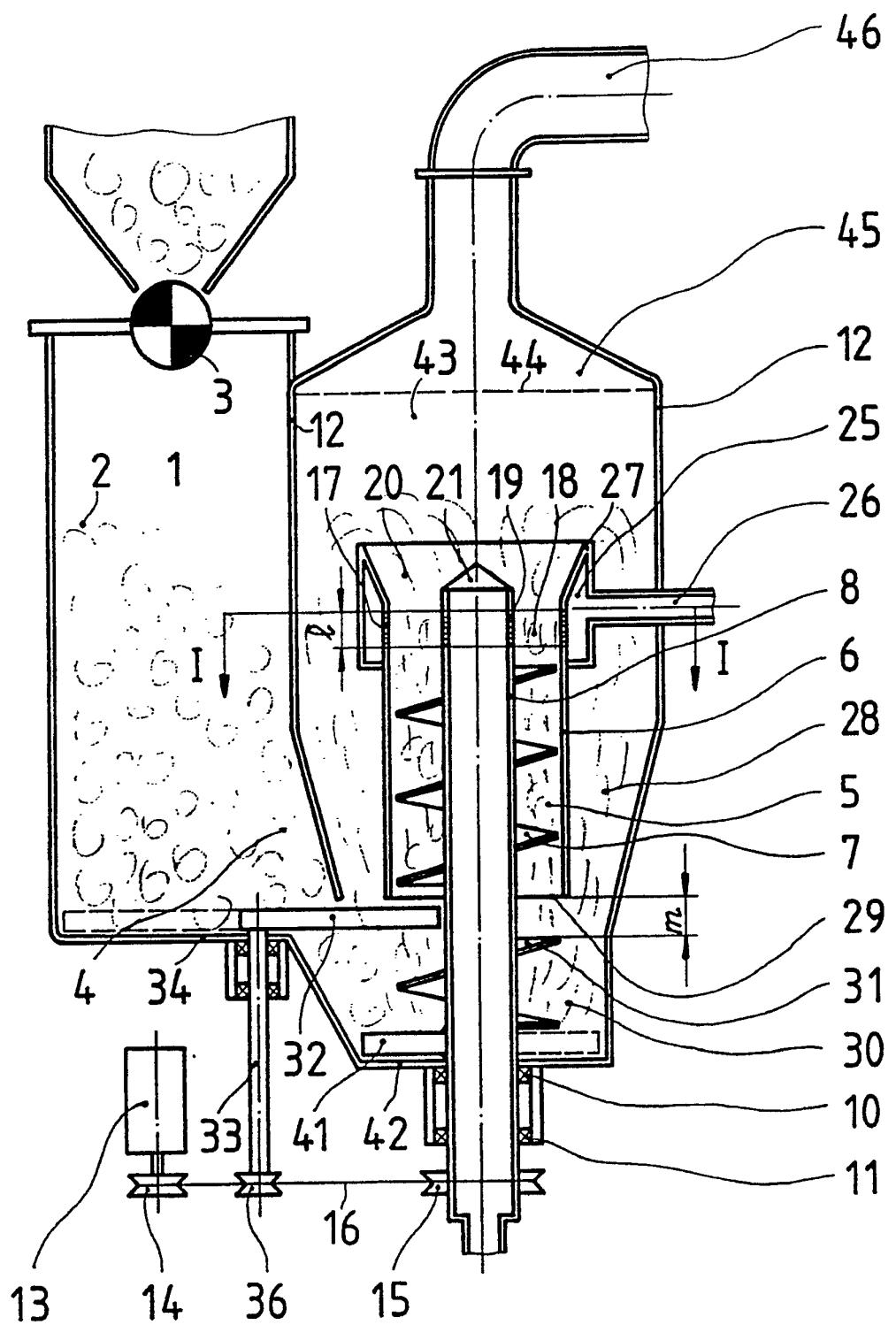
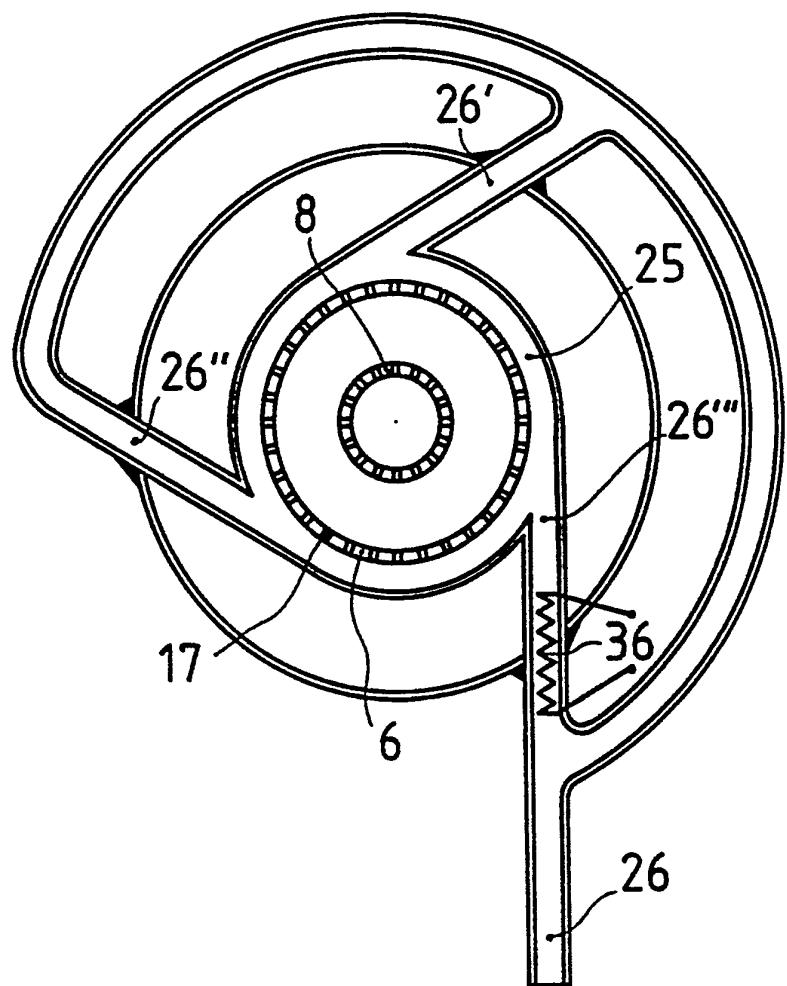


Fig. 2

Fig. 3



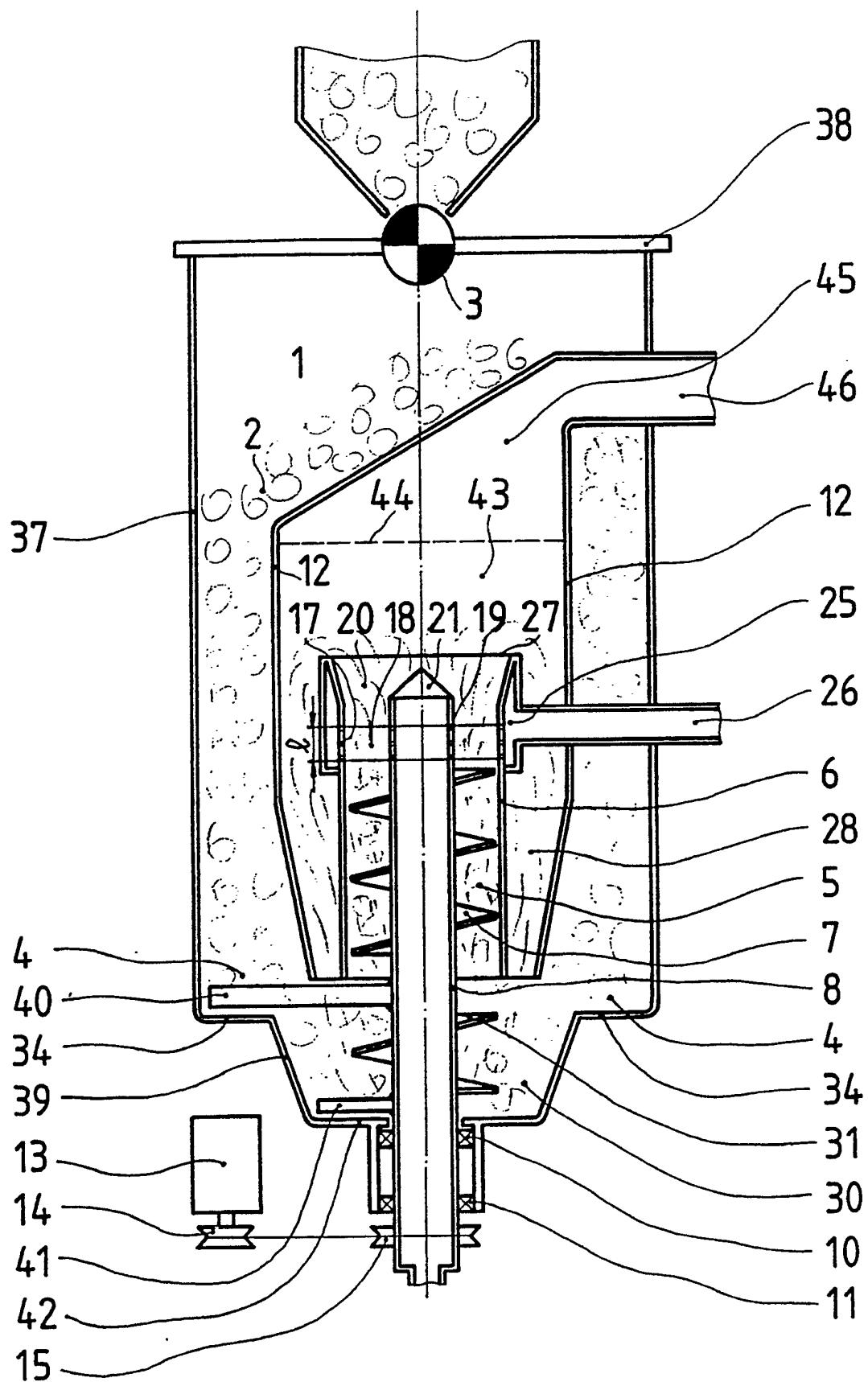


Fig. 4