

# ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011902007701A1

Publication Date

20130622

Applicant

ITALCEMENTI S.P.A.

Title

APPARATO PER LA PRODUZIONE DI CLINKER A PARTIRE DA MISCELA  
CRUDA COMPRENDE UN PRERISCALDATORE AD ALTEZZA  
CONTENUTA

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo:

APPARATO PER LA PRODUZIONE DI CLINKER A PARTIRE DA MISCELA CRUDA COMPRENDE UN PRERISCALDATORE AD ALTEZZA CONTENUTA

\*\*\*\*\*

### CAMPO DELL'INVENZIONE

La presente invenzione rientra nell'ambito della realizzazione di impianti per la produzione di leganti idraulici. Più precisamente la presente invenzione è relativa ad un apparato per la produzione di clinker a partire da farina cruda comprendente un preriscaldatore a sospensione avente una limitata altezza verticale ovvero un ridotto impatto ambientale.

### STATO DELLA TECNICA

Come noto, il cemento è un legante idraulico utilizzato per legare materiali solidi inerti, come la sabbia e la ghiaia, per formare il calcestruzzo e le malte ovvero i componenti base per la realizzazione di costruzioni.

Su scala industriale il cemento è realizzato attraverso la miscelazione e la macinazione di clinker e gesso con eventualmente correttivi come calcare, loppa e pozzolana. Il "clinker" viene oggi normalmente ottenuto attraverso una tecnologia denominata a "via secca" ovvero rappresenta il prodotto di una cottura ad elevata temperatura di una miscela di materie prime costituite principalmente da calcare (carbonato di calcio) ed argilla (silice, allumina, ossidi di ferro, oltre ad acqua di cristallizzazione). Le materie prime sono miscelate allo stato solido nelle proporzioni desiderate e quindi macinate finemente sino ad ottenere una polvere omogenea denominata "farina cruda" (o miscela cruda). Per gli scopi della presente invenzione con l'espressione "farina cruda" o "miscela cruda" è dunque da intendersi la polvere omogenea utilizzata come materiale di partenza per la produzione di clinker.

La farina cruda una volta polverizzata ed essiccata in un apposito molino è dosata in un preriscaldatore/calcinatore e successivamente trasformata in clinker mediante cottura ad una temperatura di circa 1450 C° in un forno rotante costituito essenzialmente da un cilindro rotante inclinato. Durante il trattamento termico nel

forno rotante la farina cruda reagisce formando i silicati ed alluminati di calcio (reazione di clinkerizzazione) che rappresentano i principali costituenti del clinker. Negli impianti di produzione di clinker noti dallo stato della tecnica, la farina cruda, prima di essere alimentata al forno rotante, è sottoposta ad un trattamento di preriscaldamento e, eventualmente, di pre-calcinazione. Una delle tecniche di preriscaldamento attualmente più impiegate si basa sull'impiego del così detto "preriscaldatore a sospensione" o "preriscaldatore multistadio a cicloni" (di seguito semplicemente "preriscaldatore") costituito da una torre di cicloni in cui ciascuno stadio di pre-riscaldamento avviene in uno o più separatori a ciclone. In corrispondenza di ciascuno stadio di pre-riscaldamento la farina è dapprima dispersa in un condotto verticale nella corrente gassosa ed è poi separata per effetto centrifugo in un separatore a ciclone di largo diametro (8-9 metri). Tale condotto verticale costituisce in sostanza uno stadio di riscaldamento del preriscaldatore.

La Figura 1 è una vista schematica relativa ad un pre-riscaldatore multi-stadio noto dallo stato dell'arte. Tale pre-riscaldatore è di fatto assimilabile ad uno scambiatore di calore che funziona in controcorrente nel quale la farina da riscaldare scende per gravità dall'alto verso il basso, mentre i fumi caldi prodotti nel forno rotante risalgono fino alla sommità del preriscaldatore. Il preriscaldatore schematizzato in figura 1 comprende quattro stadi di riscaldamento. Tuttavia il numero di tali stadi può variare a seconda delle applicazioni.

Il preriscaldatore illustrato in figura 1, ad esempio, comprende un primo stadio di riscaldamento definito solitamente da una coppia di primi separatori 301 a ciclone alimentati in ingresso da un primo condotto di alimentazione (indicato con il riferimento 401). Quest'ultimo è attraversato dai fumi in uscita da un secondo separatore 302 a ciclone di un secondo stadio di preriscaldamento. La farina viene introdotta nel primo condotto 401 in modo che si mescoli proprio con i fumi provenienti dal secondo separatore 302. Tale primo condotto 401 si divide solitamente in due rami ciascuno diretto all'ingresso di uno dei primi cicloni del primo stadio di preriscaldamento. Tali primi separatori 301 eseguono quindi una prima separazione fra la farina pre-riscaldata e i fumi. In particolare ciascuno dei primi separatori 301 comprende una sezione di uscita della farina e una sezione di

uscita dei fumi. In particolare i fumi in uscita dai primi separatori 301 vengono poi utilizzati nell'impianto di macinazione/essiccazione della farina cruda prima di essere emessi in atmosfera previa depolverizzazione.

La farina in uscita dai primi separatori 301 viene introdotta in un secondo condotto 402 che collega l'uscita di un terzo separatore 303 all'alimentazione del secondo separatore 302 posto ad una altezza superiore. La farina in uscita da questo ultimo viene successivamente introdotta per gravità in un terzo condotto 403 che collega un quarto separatore 304 al terzo separatore 303 che si colloca ad una altezza intermedia fra il secondo separatore 302 e il quarto separatore 303. La farina in uscita dal terzo separatore 303 viene inserita in un quarto condotto 404 che collega il quarto separatore 304 all'uscita del forno rotante 500 per essere successivamente riportata al quarto separatore 304. All'interno di questo ultimo, la farina viene definitivamente separata dai fumi e portata all'interno del forno rotante 500 per subire la trasformazione in clinker.

Il numero di stadi di pre-riscaldamento è determinato dall'umidità delle materie prime da essiccare nell'impianto di macinazione/essiccazione che appunto utilizza questi gas, e quindi dalla quantità di energia termica ad essi associata, dopo che essi hanno lasciato il preriscaldatore stesso. In particolare in presenza di una elevata umidità delle materie prime si rende infatti necessaria una quantità maggiore di calore per l'essiccazione e si avranno quindi preriscaldatori con solo quattro stadi. In presenza di umidità medie vengono invece predisposti preriscaldatori a cinque stadi, mentre in presenza di materie prime con umidità basse preriscaldatori a sei stadi.

La scelta di materie prime a basso grado di umidità nonché l'accurata progettazione dei condotti verticali e dei cicloni che formano i diversi stadi di riscaldamento fanno sì che oggi sia ormai consueto realizzare preriscaldatori a cinque ed anche a sei stadi, con condotti verticali di collegamento sufficientemente lunghi per aumentare i tempi di contatto e quindi lo scambio termico fra gas e materia ed in ultima analisi l'efficienza termica globale del processo.

Inoltre la capacità produttiva nominale dei forni da cemento è negli ultimi anni aumentata in modo sensibile, passando dalle 1000-2000 tpd (tonnellate giornaliere) di clinker, tipiche degli anni 70 fino alle 5000- 7000 tpd tipiche dei

progetti più recenti. Questa tendenza ha avuto come conseguenza l'aumento delle dimensioni fisiche dei preriscaldatori con sezioni dei condotti ed altezze dei cicloni proporzionalmente ingrandite. Da tutto consegue che i preriscaldatori in sospensione, aventi in passato altezze di 60-80 m, superano normalmente i 120 m di altezza ed arrivano a toccare i 140-150m.

La notevole altezza dei preriscaldatori determina un importante problema di impatto ambientale visivo, precedentemente non sentito in quanto le altezze dei preriscaldatori, molto più contenute, non si scostavano di molto dai sili di deposito più alti (40- 60m). Attualmente invece la torre del preriscaldatore svetta sul profilo del cementificio venendo a costituire elemento caratterizzante del paesaggio, visibile a grandi distanze. In questo senso, la crescente sensibilità ai problemi di natura ambientale rende quindi sempre più difficile l'ottenimento da parte delle amministrazioni locali dei necessari permessi di costruzione.

Come sopra indicato l'altezza di un preriscaldatore è quindi determinata in primis dal numero di stadi del preriscaldatore stesso, a sua volta dipendente in senso inverso dall'umidità delle materie prime. L'altezza del pre-riscaldatore è inoltre legata alla lunghezza dei condotti di collegamento, all'aumentare della quale cresce l'efficienza termica del preriscaldatore. Infine al crescere della capacità produttiva nominale (cioè delle tonnellate giornaliere di clinker prodotte) cresce la dimensione del preriscaldatore ed in particolare proprio l'altezza. In questo senso occorre aggiungere che una alta produttività giornaliera di clinker non può più prescindere dalla presenza di un precalcinatore interposto fra il forno rotante e il preriscaldatore. Nelle soluzioni tradizionali il precalcinatore si configura come una torre centrale accanto alla quale si dispongono i vari cicloni che costituiscono il preriscaldatore. Il precalcinatore raggiunge altezze considerevoli, nell'ordine di 60-70 metri, costituendo dunque un inconveniente in termini di altezza, ma allo stesso tempo anche un vincolo progettuale necessario.

Davanti a queste evidenze, per contenere l'altezza complessiva dei preriscaldatori si sono adottati fino ad ora interventi intesi da una parte a ridurre l'altezza riferita al suolo e dall'altra a ridurre l'ingombro verticale. In particolare al primo tipo di intervento appartengono tutte le soluzioni impiantistiche che prevedono di ridurre l'altezza rispetto al suolo delle strutture a valle del preriscaldatore stesso e quindi

del forno rotante e del raffreddatore. In particolare tali strutture vengono collocate nel sotto-suolo in modo da ridurre l'emersione rispetto al suolo stesso. Tuttavia questa soluzione presenta diversi inconvenienti. Anzitutto per consentire una agevole manutenzione ed incrementare i livelli di sicurezza è preferibile disporre di impianti produttivi sopra terra. In questo senso dunque la soluzione di collocare sotto il livello del suolo le strutture a valle del preriscaldatore è evidentemente poco opportuno. Inoltre la costruzione di strutture sotto il livello del suolo richiede ampi scavi aggiuntivi e, laddove si voglia ridurre oltre un certo limite l'altezza rispetto al suolo degli impianti a valle del raffreddatore, si incontra un limite nella necessità di potere passare fra le basi del forno rotante per consentire una viabilità accettabile all'interno dello stabilimento.

Una soluzione alternativa è quella che prevede un intervento sulla geometria della torre del preriscaldatore al fine di contenerne l'altezza propria. In particolare l'intervento più comune è quello di sdoppiare il "grappolo" di cicloni realizzando di fatto due torri funzionanti in parallelo, o come si dice in gergo realizzando un torre a "due stringhe". In questo caso, avendo ciascuna "stringa" una potenzialità pari alla metà della totale, le dimensioni dei cicloni e dei relativi condotti diminuiscono e quindi anche l'altezza complessiva viene ad essere più contenuta. Questa soluzione ha però lo svantaggio di presentare costi di realizzazione e manutenzione pressoché doppi della soluzione a semplice stringa (Figura 1), oltre che ad alcune difficoltà di natura gestionale. Più precisamente risulta non facile mantenere l'equilibrio fra le due stringhe in termini di portata di gas e materiali. Una soluzione alternativa alla configurazione a "due stringhe" potrebbe essere quella di progettare una torre più "tozza" con cicloni e condotti di collegamento più corti, con evidenti sacrifici in termini di rendimento termico, dato che il ridotto sviluppo dei condotti di collegamento penalizza i tempi di contatto gas-materiale e quindi lo scambio termico.

Una parziale soluzione al problema legato all'altezza dei preriscaldatori è contenuta nella domanda di brevetto PCT/IB2009/00782. Tale domanda mostra la soluzione tecnica schematizzata in Figura 2 in cui il preriscaldatore comprende un elettrofiltro 450 collocato sostanzialmente "a terra" cioè sostanzialmente alla base del preriscaldatore. L'elettrofiltro 450 è collegato ad un primo separatore 460 a

ciclone attraverso una tubazione prevalentemente verticale che definisce una sezione di carico per la farina. I fumi in uscita dal primo separatore 460 si mescolano con la farina introdotta nella tubazione verticale che raggiunge l'ingresso 453 dell'elettrofiltro 450. All'interno di questo ultimo avviene la separazione per precipitazione elettrostatica. I fumi in uscita dall'elettrofiltro 450 vengono trattati da un sistema catalitico 500 di trattamento fumi per l'abbattimento dei NOx, mentre la farina viene riportata verso l'alto per essere introdotta in una tubazione 470 che collega l'uscita di un secondo separatore 465 a ciclone con l'ingresso del primo separatore 460.

Rispetto alla soluzione in Figura 1, l'impiego di un elettrofiltro 450 alla base del preriscaldatore porta ad una riduzione dell'altezza del preriscaldatore in quanto, a parità di numero di stadi di riscaldamento, viene di fatto eliminato il dislivello (indicato con 501 in Figura 1) richiesto per il posizionamento dei primi separatori (indicati con il riferimento 301 in figura 1). Si è visto tuttavia che tale soluzione non basta di per sé a risolvere in modo soddisfacente la problematica dell'altezza in quanto la riduzione di quota consentita (nell'ordine di una decina di metri) non è sufficiente per ridurre in modo significativo l'impatto ambientale.

Al contrario si è visto che la soluzione mostrata in Figura 2 introduce di fatto una ulteriore problematica legata alla movimentazione della farina in uscita dall'elettrofiltro 450. Infatti la posizione a terra di questo ultimo e la struttura sostanzialmente "tradizionale" del preriscaldatore determinano un considerevole dislivello (indicato con 502) fra l'uscita 451 della farina dall'elettrofiltro 450 e la sezione di carico della seconda tubazione 470 fra il primo separatore 460 e il secondo separatore 465. Per consentire alla farina di superare tale dislivello 502, è necessario predisporre opportuni mezzi operativi di adduzione cioè di movimentazione della farina. La potenza richiesta a tali mezzi di adduzione dipende da un lato dall'entità di questo dislivello 502 e dall'altro dalla lunghezza delle tubazioni utilizzate per il trasporto farina. Infatti all'aumentare della loro lunghezza aumenta la potenza richiesta.

E' dunque evidente che con uno schema di preriscaldatore tradizionale, all'aumentare degli stadi di riscaldamento (cioè del numero di separatori a cicloni), il dislivello 502 da superare aumenta direttamente così come la potenza richiesta

ai mezzi operativi di adduzione della farina. E' dunque evidente che l'impiego dell'elettrofiltro 450, pur vantaggioso in termini di riduzione dell'altezza, mal si coniuga con la struttura "a grappolo" dei preriscaldatori tradizionali mostrati nelle figure 1 e 2.

In base dunque alle considerazioni sopra riportate emerge chiaramente la necessità di disporre di soluzioni tecniche alternative a quelle sopra indicate e finora sviluppate per contenere la dimensione in altezza dei preriscaldatori senza limitare, al contempo, l'efficienza e la capacità produttiva degli stessi. Pertanto compito principale di quanto forma oggetto della presente invenzione è quello di fornire un apparato per la produzione di clinker a partire da farina cruda che consenta di superare gli inconvenienti sopra indicati. Nell'ambito di questo compito un primo scopo è quello di fornire un apparato per la produzione di clinker che, a parità di produttività, presenti una altezza dal suolo più contenuta rispetto a quella delle soluzioni tradizionali. Un altro scopo della presente è quello di fornire un apparato per la produzione di clinker in cui la struttura del preriscaldatore si coniughi in modo ottimale con la presenza di un elettrofiltro. Non ultimo scopo è quello di fornire un apparato che sia di facile affidabile e di facile realizzazione a costi competitivi.

#### SOMMARIO

La presente invenzione è dunque relativa ad un apparato per la produzione di clinker a partire da farina cruda. L'apparato comprende un forno rotante e un precalcinatore comunicante con il forno rotante in modo da essere attraversato dai fumi di combustione generati nel forno stesso. Il precalcinatore comprende una sezione di ingresso fumi che definisce un piano base di riferimento sostanzialmente orizzontale. L'apparato secondo l'invenzione comprende un preriscaldatore in sospensione che si sviluppa al di sopra di tale piano base di riferimento per riscaldare la farina attraverso uno scambio termico con i fumi di combustione in uscita dal precalcinatore. In particolare tale preriscaldatore comprende:

- un primo separatore a ciclone comprendente una sezione di alimentazione della farina in miscela con i fumi, una sezione di uscita fumi e una sezione di uscita farina;

- almeno un elettrofiltro di separazione collocato in una posizione sottostante al primo separatore; tale elettrofiltro comprende una sezione di alimentazione della farina in miscela con i fumi, una sezione di uscita fumi e almeno una sezione di uscita della farina;
- una prima tubazione di alimentazione e riscaldamento che collega la sezione di alimentazione dell'elettrofiltro con la sezione di uscita fumi del primo separatore, detta prima tubazione comprende una prima sezione di scarico della farina;
- almeno un secondo separatore a ciclone comprendente una sezione di alimentazione della farina in miscela con i fumi, una sezione di uscita fumi e una sezione di uscita della farina;
- una seconda tubazione di alimentazione e riscaldamento che collega la sezione di uscita fumi del secondo separatore alla sezione di alimentazione del primo separatore; detta seconda tubazione comprendendo una seconda sezione di carico di detta farina;
- mezzi operativi di adduzione della farina per movimentare la farina dalla sezione di uscita dell'elettrofiltro fino alla seconda sezione di carico della seconda tubazione.

L'apparato secondo l'invenzione è caratterizzato dal fatto che il primo separatore e il secondo separatore del preriscaldatore sono disposti sostanzialmente ad una stessa altezza rispetto al piano base di riferimento in modo tale che le rispettive sezioni di uscita fumi definiscano un primo piano di riferimento sostanzialmente orizzontale. Inoltre secondo l'invenzione la seconda tubazione presenta un primo tratto che si sviluppa in posizione sottostante al primo piano e un secondo tratto che si sviluppa in posizione sovrastante allo stesso primo piano in modo da definire rispettivamente un punto di massima altezza e un punto di minima altezza della seconda tubazione. Inoltre la seconda sezione di carico della seconda tubazione è definita da detto primo tratto della seconda tubazione.

L'impiego di due separatori posti alla stessa altezza riduce l'altezza complessiva del preriscaldatore rispetto alle soluzioni tradizionali in cui i separatori sono disposti in cascata ad altezze diverse. Si è visto che l'impiego di una tubazione che si sviluppa da lati opposti rispetto al primo piano di riferimento consente vantaggiosamente di limitare l'entità del dislivello fra la sezione di uscita farina

dell'elettrofiltro e la sezione di carico definita sulla stessa seconda tubazione. Questo si traduce in vantaggiosa riduzione del percorso necessario allo spostamento della farina e dunque della potenza richiesta ai mezzi di adduzione della farina stessa.

#### ELENCO DELLE FIGURE

Ulteriori caratteristiche e vantaggi saranno evidenti dalla seguente descrizione dettagliata di forme realizzate preferite dell'apparato per la produzione di clinker secondo la presente invenzione illustrate a titolo esemplificativo e non limitativo negli uniti disegni in cui:

- la Figura 1 è una vista schematica relativa ad un primo apparato per la produzione di clinker a partire da farina cruda di tipo noto;
- la Figura 2 è una vista schematica relativa ad un secondo apparato per la produzione di clinker a partire da farina cruda di tipo noto;
- la Figura 3 è una vista schematica relativa ad una possibile forma di realizzazione di un apparato secondo la presente invenzione;
- la Figura 4 è un ingrandimento del dettaglio IV definito dalla linea tratteggiata in Figura 3;
- la Figura 5 è un ingrandimento del dettaglio V definito dalla linea tratteggiata in Figura 3.

Gli stessi numeri e le stesse lettere di riferimento nelle figure identificano gli stessi elementi o componenti.

#### DESCRIZIONE DETTAGLIATA

Con riferimento alle citate figure, la presente invenzione è relativa ad un apparato 1 per la produzione di clinker a partire da farina cruda. L'apparato 1 secondo l'invenzione comprende un forno rotante 10 e un precalcinatore 12 comunicante con il forno rotante 10 in modo da essere attraversato dai fumi generati nel forno stesso. Più precisamente il forno rotante 10 comprende una sezione di uscita 10' fumi comunicante con una sezione di ingresso 12' del precalcinatore 12. Tale sezione di ingresso 12' definisce un piano base 100 di riferimento sostanzialmente orizzontale dal quale si sviluppa, in senso verticale, il precalcinatore 12. Le dimensioni verticali di questo ultimo possono variare a seconda della produttività richiesta all'apparato 1 secondo criteri di per sé noti.

L'apparato 1 secondo l'invenzione comprende un pre-riscaldatore in sospensione (di seguito indicato semplicemente come "preriscaldatore") per riscaldare la farina cruda destinata al forno rotante 10 attraverso uno scambio termico con i fumi di combustione generati nel forno rotante 10 e uscenti dal precalcinatorio 12. In particolare il preriscaldatore è del tipo a sospensione con separatori a ciclone. Dal punto di vista costruttivo, il preriscaldatore si sviluppa accanto al pre-calcinatorio, secondo un criterio di disposizione di per sé noto. In questo senso dunque le forme di realizzazioni mostrate nelle figure 3 e 4 sono da considerarsi esclusivamente delle schematizzazioni aventi unicamente lo scopo di mostrare la reciproca disposizione verticale dei diversi separatori che costituiscono il preriscaldatore.

Le Figure 3 e 4 sono relative ad un apparato secondo l'invenzione indicato con il riferimento 1. Il preriscaldatore dell'apparato 1 comprende una prima tubazione 32 di alimentazione e riscaldamento internamente alla quale viene inserita la farina cruda preventivamente trattata secondo procedimenti di per sé noti (ad esempio polverizzazione ed essiccazione in un apposito molino). In particolare la prima tubazione 32 comprende una prima sezione 32' di carico attraverso la quale avviene l'inserimento della farina. La prima tubazione 32 è attraversata dai fumi di combustione generati all'interno del forno rotante 10 e all'interno di essa viene realizzato un "primo stadio" di riscaldamento della farina in miscela con detti fumi.

Il preriscaldatore dell'apparato 1 comprende almeno un primo separatore 30 a ciclone e un secondo separatore 40 a ciclone disposti ad una stessa altezza rispetto al piano base 100 di riferimento sopra indicato. Tali separatori 30, 40 presentano una struttura di per sé nota. In particolare ciascuno di essi comprende una porzione superiore di forma sostanzialmente cilindrica dalla quale si sviluppa una porzione inferiore sostanzialmente ad imbuto. Per ciascuno dei due separatori 30,40 la porzione superiore definisce una sezione di alimentazione 31', 41' di una miscela farina-fumi. Tale sezione di alimentazione 31', 41' è definita in modo da consentire un ingresso tangenziale di tale miscela all'interno del separatore.

Per ciascuno dei separatori 30, 40 la porzione superiore definisce altresì una sezione di uscita fumi 31'', 41'' che consente una fuoriuscita sostanzialmente verticale dei fumi dal separatore stesso. Infine per ciascuno dei due separatori 30,

40, la porzione inferiore ad imbuto definisce, in prossimità della parte più rastremata, una sezione di uscita 31''',41''' della farina (di seguito indicata come sezione uscita farina 31''', 41''').

Il preriscaldatore comprende inoltre un elettrofiltro 450 di separazione della farina dai fumi. Tale elettrofiltro 450 è collocato in una posizione almeno sottostante il primo separatore 30. L'elettrofiltro 450 comprende una sezione di alimentazione 11' della miscela farina-fumi, una sezione di uscita fumi 11'' e una sezione di uscita farina 11'''. La sezione di uscita fumi 11'' è collegata ad una tubazione di scarico fumi 28 all'estremità della quale è collocato un aspiratore 29 per generare le condizioni di aspirazione sufficienti a garantire un flusso costante dei fumi attraverso il preriscaldatore e il precalcinatore 12.

La prima tubazione 32 sopra indicata collega la sezione di alimentazione 11' dell'elettrofiltro 450 con la sezione di uscita fumi 31'' del primo separatore 30. Una seconda tubazione 42 di alimentazione e riscaldamento collega invece la sezione di uscita fumi del secondo separatore 40 con la sezione di alimentazione 31' del primo separatore 30. Tale seconda tubazione 42 definisce un "secondo stadio" di riscaldamento per la farina e comprende una seconda sezione di carico 42' attraverso la quale la farina in uscita dall'elettrofiltro 450 viene inserita nella stessa seconda tubazione 42. A tal proposito il preriscaldatore è provvisto di mezzi operativi di adduzione della farina (più avanti descritti) per movimentare la farina dalla sezione di uscita 11''' dell'elettrofiltro 450 fino alla seconda sezione di uscita 42' della seconda tubazione.

Secondo la presente invenzione, il primo separatore 30 e il secondo separatore 40 sono disposti ad una stessa altezza rispetto al piano base 100 di riferimento sopra indicato. Con questo si vuole indicare una condizione tale per cui la sezione di uscita fumi 31'' del primo separatore 30 e la sezione di uscita fumi 41'' del secondo separatore 40 sono collocate sostanzialmente alla stessa altezza H rispetto al piano base 100 definendo loro stesse un primo piano 101 di riferimento sostanzialmente orizzontale. Secondo la presente invenzione la seconda tubazione 42 presenta un primo tratto 33' che si sviluppa in posizione sottostante al primo piano 101 e un secondo tratto 33'' che si sviluppa in posizione sovrastante lo stesso primo piano 101. Il primo tratto 33' e il secondo tratto 33''

definiscono in sostanza un punto di minima altezza 72 e un punto di massima altezza 71 della seconda tubazione 42 rispetto al piano base 100 di riferimento. Inoltre secondo la presente invenzione il primo tratto 33' della seconda tubazione 42 definisce la seconda sezione 42' di carico sopra indicata destinata ad essere alimentata dalla farina in uscita dall'elettrofiltro 450.

La disposizione dei due separatori 30, 40 e la conformazione della seconda tubazione 42 consentono una notevole riduzione dell'altezza complessiva del preriscaldatore rispetto alle soluzioni conosciute in cui i separatori a ciclone sono disposti ad altezze diverse come mostrato nelle Figure 1 e 2. In particolare si è visto che tali soluzioni hanno un effetto sinergico in termini di contenimento dell'altezza complessiva del preriscaldatore. Infatti non solo viene abbattuto il tipico dislivello tipicamente esistente fra due separatori contigui (si veda figura 1), ma viene vantaggiosamente sfruttato lo spazio fra gli stessi separatori per definire uno stadio di riscaldamento della farina. In sostanza attraverso questa soluzione il preriscaldatore viene vantaggiosamente compattato verso il basso cioè verso il piano di base 100. Inoltre attraverso la particolare conformazione della seconda tubazione 42 viene vantaggiosamente ridotta anche l'altezza della seconda sezione di carico e conseguentemente viene contenuto il lavoro richiesto ai mezzi di adduzione per il sollevamento di tale farina.

Dal punto di vista strutturale, il primo separatore 30 e il secondo separatore 40 oltre che una simile conformazione presentano preferibilmente anche una stessa estensione verticale, misurata a partire dalla rispettiva sezione di uscita fumi 31'', 41'' fino alla rispettiva sezione di uscita farina 31''', 41'''. In particolare i due separatori 30, 40 presentano una altezza tale per cui la sezione di uscita farina 31''' del primo separatore 30 e la sezione di uscita farina 41''' del secondo separatore 40 sono disposte sostanzialmente su un secondo piano 102 di riferimento sostanzialmente orizzontale e sottostante detto primo piano 101. In proposito secondo una forma di realizzazione preferita, il primo tratto 33' della seconda tubazione 42 si sviluppa in modo tale che il punto di minima altezza 72 risulti in posizione sottostante a tale secondo piano 102. Anche la seconda sezione di carico 42' è preferibilmente definita in posizione sottostante tale secondo piano 102. Questa soluzione consente una ulteriore riduzione del

dislivello fra la sezione di uscita farina 11''' dell'elettrofiltro 450 e la seconda sezione di carico 42' che si traduce in una ulteriore riduzione del lavoro necessario alla movimentazione della farina e dunque in una ulteriore contenimento in termini di ingombro e di potenza dei mezzi operativi di adduzione della farina.

Con riferimento in particolare a Figura 4, il primo tratto 33' della seconda tubazione 42 è comunicante con la sezione di alimentazione 31' del primo separatore 30 e presenta una conformazione sostanzialmente ad U sviluppandosi completamente al di sotto del primo piano 101 e definendo appunto il punto di minima altezza 72 della seconda tubazione 42. Il secondo tratto 33'' della seconda tubazione 42 è invece conformato invece ad U rovesciata volendo indicare con questa espressione un tratto ripiegato in modo da definire una curva di 180 che si sviluppa verso il primo piano 101 definendo appunto un punto di massima altezza 71 per la tubazione stessa.

Come illustrato in Figura 4, la seconda tubazione 42 comprende altresì un tratto di raccordo 34, almeno in parte curvo, il quale è collegato ad un primo ramo del primo tratto 33' ad U sviluppandosi anch'esso al di sotto del primo piano 101. Il tratto di raccordo 34 definisce in sostanza la parte terminale della seconda tubazione 42 collegata al primo separatore 30. La seconda tubazione 42 comprende infine un tratto centrale 35 rettilineo che collega un secondo ramo del primo tratto 33' ad U con un primo ramo del secondo tratto 33'' ad U capovolta. Un secondo ramo del secondo tratto 33'' è invece collegato alla sezione di uscita fumi 41'' del secondo separatore 40.

Nella soluzione illustrata nelle Figure da 3 a 5, una prima porzione verticale (indicata con il riferimento 37 in figura 3) del primo tratto 33' della seconda tubazione 42 definisce la seconda sezione 42' della farina. Questa soluzione consente infatti di evitare, o comunque ridurre, i possibili depositi della farina nel punto di minima altezza 72 definito dalla conformazione ad U del primo tratto 33'. In proposito secondo una forma di realizzazione preferita dell'invenzione, non illustrata, la seconda tubazione 42 comprende mezzi di evacuazione della farina collocati in prossimità di tale punto di minima altezza 72 per rimuovere gli eventuali residui di farina che si possono accumulare in corrispondenza di questo punto.

Nella forma illustrata nelle Figure da 3 a 5, il preriscaldatore dell'apparato 1 comprende un terzo separatore 50 a ciclone di struttura sostanzialmente equivalente a quella del primo separatore 30 e del secondo separatore 40. Più precisamente il terzo separatore 50 comprende una sezione di alimentazione 51', una sezione di uscita fumi 51'' e una sezione di uscita farina 51''' (indicate in Figura 4). Il terzo separatore 50 è disposto in una posizione sottostante al primo piano 101 di riferimento e tale per cui la sezione di uscita 51'' fumi si colloca su un terzo piano 103 di riferimento sottostante al primo piano 101 e al secondo piano 102 di riferimento.

La sezione di uscita fumi 51'' del terzo separatore 50 è collegata alla sezione di alimentazione 41' del secondo separatore 40 attraverso una terza tubazione 52 la quale presenta una conformazione di per sé nota cioè comprendente un tratto rettilineo sostanzialmente verticale, in uscita dalla sezione di uscita fumi 51'' del terzo separatore 50, e una curva che collega il tratto rettilineo alla sezione di alimentazione 41' del secondo separatore 40. Tale terza tubazione 52 definisce in sostanza un "terzo stadio" di riscaldamento della farina che viene introdotta attraverso una terza sezione 52' di carico. Questa ultima è collegata alla sezione di uscita farina 31''' del primo separatore 30 attraverso un primo condotto 39' di adduzione farina configurato in modo che detta farina raggiunga per gravità tale terza sezione 52' di carico.

Il preriscaldatore secondo l'invenzione comprende inoltre un quarto separatore 60 a ciclone di forma sostanzialmente corrispondente a quella del terzo separatore 50. Con riferimento ancora alle figure 3 e 4, il quarto separatore 60 comprende una sezione di alimentazione 61' collegata all'uscita del pre-calcinatore 12 e una sezione di uscita fumi 61'' collegata alla sezione di alimentazione 51' del quarto separatore 50 attraverso una quarta tubazione 62 di alimentazione e riscaldamento che definisce, in sostanza, un "quarto stadio" di riscaldamento della farina. In questo senso, si osserva che la quarta tubazione 62 comprende una quarta sezione 62' di carico della farina collegata alla sezione di uscita farina 41''' del secondo separatore 40 attraverso un secondo condotto 39' di adduzione della farina. Anche tale secondo condotto 39' è configurato in modo da consentire uno scivolamento per gravità della farina verso la quarta sezione 62'.

Come mostrato nelle figure, il quarto separatore 60 è collocato in posizione inferiore al primo piano 101 di riferimento. Più precisamente la sezione di uscita fumi 61" del quarto separatore 60 giace sul terzo piano 103 individuato dalla sezione di uscita fumi 51" del terzo separatore 50. In altre parole il terzo separatore 50 e il quarto separatore 60 si trovano alla stessa altezza H2 rispetto al piano base 100 di riferimento superiormente al quale si sviluppa il preriscaldatore. Con riferimento in particolare a Figura 4, la quarta tubazione 62 comprende preferibilmente un primo tratto 64' ripiegato sostanzialmente ad U rovesciata e un secondo tratto 64" di raccordo che collega il primo tratto 64' alla sezione di alimentazione 51' del quarto separatore 50. Con l'espressione "ripiegato ad U rovesciata" si vuole intendere un tratto ripiegato in modo da definire una curva di circa 180 gradi che si sviluppa verso il terzo piano 103 definendo un punto di massima altezza 66 per la stessa quarta tubazione 62.

Come sopra indicato la sezione di alimentazione 61' del quarto separatore 60 è collegata alla sezione di uscita 12" del precalcinatori 12 attraverso una quinta tubazione 72 di alimentazione e riscaldamento che definisce un "quinto stadio" di riscaldamento della farina. Tale quinta tubazione 72 è attraversata dai fumi di combustione generati dal forno rotante 10 nei quali viene introdotta la farina attraverso una sezione di carico 12"" del precalcinatori 12 (indicata in Figura 3). Questo ultimo è collegato alla sezione di uscita farina 51"" del terzo separatore 50 attraverso un terzo condotto di adduzione 39" che consente uno scivolamento per gravità della farina stessa. Il quarto separatore 60 comprende una sezione di uscita farina 61"" collegata alla sezione di ingresso 10' del forno rotante 10' attraverso un quarto condotto 39"" di adduzione della farina.

La quinta tubazione 72 si sviluppa parzialmente in posizione superiore e parzialmente in posizione inferiore ad un quarto piano 104 di riferimento sostanzialmente orizzontale definito dalla sezione di uscita fumi 12" del precalcinatori 12. In particolare la quinta tubazione 72 comprende un primo tratto 82' di estremità avente una conformazione ad U rovesciata. Una prima porzione di tale primo tratto 82' è collegata alla sezione di uscita 12" del pre-calcinatori 12, mentre una seconda porzione è ripiegata rispetto alla prima in modo da definire una curva di circa 180 gradi che si sviluppa verso il quarto piano 104 definendo

così un punto di massima altezza 82 per la quinta tubazione 62.

Questa ultima comprende inoltre un secondo tratto 82" rettilineo che si sviluppa dalla seconda porzione del primo tratto 82' fino ad una altezza prossima al terzo piano 103. La quinta tubazione 72 comprende infine un tratto di raccordo 82" che collega il secondo tratto 82" rettilineo con la sezione di alimentazione 61' del quarto separatore 60. Il terzo tratto di raccordo 82" è conformato sostanzialmente a curva in modo da costituire un "tratto di minima estensione" ovvero in modo da collegare il secondo tratto 82" con la sezione di alimentazione 61' del quarto separatore 60 con il minimo sviluppo spaziale.

Con riferimento nuovamente a Figura 5, la prima tubazione 32, comprende un primo tratto 23' avente una conformazione ad U capovolta tale per cui una prima porzione è collegata alla sezione di uscita fumi 31' del primo separatore 30 e una seconda porzione dello stesso primo tratto 23' è ripiegata rispetto alla prima porzione in modo da definire una curva di circa 180 gradi che si sviluppa verso il primo piano 101 così da definire un punto di massima altezza 92 della prima tubazione 32. Questa ultima comprende inoltre un secondo tratto 23" rettilineo che si sviluppa dalla seconda porzione del primo tratto 23' fino ad una altezza prossima a quella della sezione di alimentazione 11' dell'elettrofiltro 450.

Il secondo tratto 23" rettilineo definisce la prima sezione 32' di carico attraverso la quale viene inserita la farina cruda allo scopo di miscelare la stessa con i fumi provenienti dal secondo separatore 30. In particolare tale prima sezione 32' di carico è definita ad una altezza vicinale a quella del primo piano 101 allo scopo di aumentare l'estensione del percorso della miscela fumi-farina all'interno della prima tubazione 32 ovvero allo scopo di aumentare l'efficacia del riscaldamento della farina a scapito dei fumi.

Con riferimento alle Figure da 3 a 5, come sopra indicato il preriscaldatore dell'apparato 1 secondo l'invenzione comprendente mezzi operativi di adduzione della farina per movimentare la farina in uscita dall'elettrofiltro 450 fino alla seconda sezione 42' di carico della seconda tubazione 42 che collega la sezione di alimentazione 31' del primo separatore 30 con la sezione di uscita fumi 41" del secondo separatore 40.

Tali mezzi operativi comprendono almeno un condotto di adduzione 70 che

collega operativamente le sezioni di uscita farina 11''' dell'elettrofiltro 450 con la seconda sezione di carico 42' della seconda tubazione 42. I mezzi di adduzione comprendono altresì un dispositivo di propulsione 77 atto ad imprimere alla farina una spinta sufficiente a superare il dislivello le sezioni di uscita farina 21''' dell'elettrofiltro e la sezione di carico 42' della seconda tubazione 42. Tale dispositivo di propulsione 77 può essere, ad esempio, di tipo pneumatico ovvero tale da spostare verso l'alto la farina attraverso l'impiego di aria/gas. Forme di realizzazione alternative, ma funzionalmente equivalenti, del dispositivo di propulsione 77 e in generale dei mezzi operativi di adduzione della farina devono comunque considerarsi rientranti nell'ambito della presente invenzione.

Al fine di contenere ulteriormente l'entità del lavoro richiesto a tali mezzi operativi, la seconda tubazione 42 della farina può essere configurata in modo da ridurre maggiormente il punto di minima altezza 72 ovvero in modo da abbassare, conseguentemente, la posizione della seconda sezione di carico 42' della farina. A tal proposito in Figura 5 con la linea tratteggiata è indicata una forma di alternativa per la quale il punto di minima altezza 72 della seconda tubazione 32 è collocato in posizione sottostante al terzo piano 103 definito dalla posizione del terzo separatore 50 e del quarto separatore 60.

Preferibilmente anche la sezione di carico 42' occupa una posizione sottostante a tale terzo piano 103 di riferimento. Come evidente da figura 5, questa soluzione consente una forte riduzione del dislivello H3 fra il un quinto piano 105 di riferimento e un sesto piano di riferimento 106 rispettivamente caratteristici della posizione delle sezioni di uscita farina 11''' dell'elettrofiltro 450 e della posizione della seconda sezione 42' di carico farina. Come già sopra indicato, l'abbassamento della posizione della seconda sezione di carico 42', dovuta alla particolare conformazione della seconda tubazione 42, si traduce in una vantaggiosa diminuzione della potenza richiesta al dispositivo di propulsione 77 ovvero una riduzione dell'ingombro e dei costi dei mezzi operativi di adduzione della farina.

Con riferimento nuovamente a figura 3, si osserva che il punto di massima altezza 92 della prima tubazione 32, il punto di massima altezza 72 della seconda tubazione 42 e il punto di massima altezza 82 della quinta tubazione 62 risultano

sostanzialmente ad una stessa altezza H1 rispetto al piano di base 100 di riferimento. In altre parole secondo questa soluzione viene individuato un piano di massima altezza 107 per il pre-riscaldatore.

Viene di seguito descritto, per completezza, il principio di funzionamento del preriscaldatore dell'apparato 1 mostrato nelle figure 3, 4 e 5. In particolare nelle figure la linea continua indica il movimento dei fumi di combustione all'interno del preriscaldamento, mentre con la linea discontinua/tratteggiata è indicato il movimento della farina cruda. La farina cruda viene inserita, attraverso la prima sezione 32', all'interno della prima tubazione 32 in modo tradizionale e si miscela con i fumi in uscita dal primo separatore 30. Percorrendo la prima tubazione 32, la farina subisce un primo riscaldamento per effetto di un primo scambio termico con i fumi. Al termine della prima tubazione 32 la miscela fumi-farina raggiunge l'elettrofiltro 450 all'interno del quale la farina viene separata per precipitazione dai fumi. Questi ultimi sono convogliati nella tubazione di scarico 28 verso l'aspiratore 29.

La farina in uscita dall'elettrofiltro 450 viene spostata, attraverso i mezzi operativi di adduzione 70, 77 alla seconda sezione di carico 42' della seconda tubazione 32. All'interno di questa ultima, la farina si miscela con i fumi provenienti dal secondo separatore 40 subendo un secondo riscaldamento per effetto di un secondo scambio termico con gli stessi fumi. Una volta attraversata la seconda tubazione 42, la miscela farina-fumi raggiunge il secondo separatore 40 nella quale la farina viene separata per la seconda volta dai fumi. Questi ultimi ripercorrono la prima tubazione 32, mentre la farina raggiunge la terza sezione 52' della terza tubazione 52 che collega la sezione di uscita fumi 51" del terzo separatore 50 con la sezione di alimentazione 41' del secondo separatore 40. Miscelandosi con i fumi in uscita dal terzo separatore 50, la farina cruda subisce un terzo riscaldamento per poi essere nuovamente separata dai fumi stessi all'interno del secondo separatore 40.

Attraverso il secondo condotto 39' di adduzione, la farina raggiunge la quarta tubazione 62 che collega la sezione di uscita fumi 61" del quarto separatore 60 con la sezione di alimentazione 51' del terzo separatore 50. La farina cruda si miscela così nuovamente con i fumi in posizione vicinale alla sezione di uscita

fumi 61" del quarto separatore 60 per attraversare la quarta tubazione 62 per la quasi totalità della sua estensione subendo così un "quarto riscaldamento" che si conclude sostanzialmente al raggiungimento del terzo separatore 50. All'interno di questo ultimo la farina si separa dai fumi per essere successivamente trasportata, attraverso il terzo condotto di adduzione 39", all'interno del pre-calcinatore 12 in modo da generare un'altra miscela con i fumi ad alta temperatura provenienti direttamente dal forno rotante 10.

La farina cruda in miscela con tali fumi, risale verticalmente il pre-calcinatore 12 per tutta la sua altezza per poi attraversare la quinta tubazione 72 fino al quarto separatore 60 in cui subisce l'ultimo stadio di separazione. Durante il passaggio nel pre-calcinatore 12 e nella quinta tubazione 72, la farina subisce un sesto riscaldamento. La farina in uscita dal quinto separatore 60 raggiunge infine la sezione di alimentazione del forno rotante 10 all'interno della quale viene completato il processo di calcinazione della farina.

L'apparato per la produzione di clinker così concepito, è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo; inoltre tutti i dettagli potranno essere sostituiti da altri tecnicamente equivalenti. In pratica, i materiali impiegati nonché le dimensioni e le forme contingenti, potranno essere qualsiasi secondo le esigenze e lo stato della tecnica.

RIVENDICAZIONI

1) Apparato (1) per la produzione di clinker a partire da farina cruda, detto apparato (1) comprendendo un forno rotante (10) e un precalcinatore (12) comunicante con detto forno rotante (10) in modo da essere attraversato dai fumi di combustione generati in detto forno rotante (10), detto precalcinatore (12) comprendendo una sezione di ingresso fumi (12') che definisce un piano base di riferimento (100) sostanzialmente orizzontale, detto apparato (1) comprendendo un preriscaldatore in sospensione atto a riscaldare detta farina attraverso uno scambio termico con detti fumi di combustione in uscita da detto precalcinatore (12), detto preriscaldatore comprendendo:

- un primo separatore (30) a ciclone comprendente una sezione di alimentazione (31'), una sezione di uscita fumi (31'') e una sezione di uscita farina (31''');
- almeno un elettrofiltro (450) di separazione di detta farina da detti fumi collocato in una posizione sottostante a detto primo separatore (30), detto elettrofiltro (10) comprendendo una sezione di alimentazione (11'), una sezione di uscita fumi (11'') e almeno una sezione di uscita farina (11''');
- una prima tubazione (32) di alimentazione e riscaldamento che collega detta sezione di alimentazione (11') di detto elettrofiltro (450) con detta sezione di uscita fumi (31'') di detto primo separatore (30), detta prima tubazione (32) comprendendo una prima sezione (32') di carico farina;
- almeno un secondo separatore (40) a ciclone comprendente una sezione di alimentazione (41'), una sezione di uscita fumi (41'') e una sezione di uscita farina (41''');
- una seconda tubazione (42) di alimentazione e riscaldamento che collega detta sezione di uscita fumi (41'') di detto secondo separatore (40) a detta sezione di alimentazione (31') di detto primo separatore (30) detta seconda tubazione (42) comprendendo una seconda sezione di carico (42') di detta farina;
- mezzi operativi di adduzione della farina per movimentare detta farina da detta almeno una sezione di uscita (11''') di detto elettrofiltro (450) fino a detta seconda sezione (42') di carico di detta seconda tubazione (42),

caratterizzato dal fatto che detto primo separatore (30) e detto secondo separatore (40) sono disposti sostanzialmente ad una stessa altezza rispetto a detto piano base (100) di riferimento in modo tale che le rispettive sezioni di uscita fumi (31",41") definiscano un primo piano (101) di riferimento (101) sostanzialmente orizzontale e dal fatto che detta seconda tubazione (42) presenta un primo tratto (33') che si sviluppa in posizione sottostante a detto primo piano (101) e un secondo tratto (33'') che si sviluppa in posizione sovrastante detto primo piano (101) in modo da definire rispettivamente un punto di massima altezza (71) e un punto di minima altezza (72) di detta seconda tubazione (42), detto primo tratto (33') di detta seconda tubazione (42) definendo detta seconda sezione di carico (42').

2) Apparato (1) secondo la rivendicazione 1, in cui detto primo separatore (30) presenta un'altezza sostanzialmente equivalente a quella di detto secondo separatore (40) tale per cui la sezione di uscita farina (31''') di detto primo separatore (30) e la sezione di uscita farina (41''') di detto secondo separatore (40) sono disposte sostanzialmente su un secondo piano (102) di riferimento sostanzialmente orizzontale e sottostante a detto primo piano (101), detto primo tratto (33') di detta seconda tubazione (42) sviluppandosi in modo tale che detto punto di minima altezza (72) risulti in posizione sottostante a detto secondo piano (102).

3) Apparato (1) secondo la rivendicazione 2, in cui detto primo tratto (33') di detta seconda tubazione (42) definisce detta seconda sezione (42') di carico in posizione sottostante a detto secondo piano (102).

4) Apparato (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3, in cui detto primo tratto (33') è conformato sostanzialmente ad U ed è comunicante con detta sezione di alimentazione (31') di detto primo separatore (30) ed in cui detto secondo tratto (33'') è conformato sostanzialmente ad U capovolta ed è comunicante da un primo lato con detto primo tratto (33') e da un secondo lato con detta sezione di uscita fumi (41'') di detto secondo separatore (40).

5) Apparato (1) secondo la rivendicazione 4, in cui detta seconda tubazione (42) comprende un tratto di raccordo (34), almeno in parte curvo, collegato da una parte a detta sezione di alimentazione (31') di detto primo separatore (30) e

dall'altra a detto primo tratto (33') conformato sostanzialmente ad U, detta seconda tubazione (42) comprendendo un tratto centrale (35) rettilineo che collega detto primo tratto (33') a detto secondo tratto (33").

6) Apparato (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, in cui detto preriscaldatore comprende:

- un terzo separatore (50) a ciclone comprendente una sezione di alimentazione (51'), una sezione di uscita fumi (51'') e una sezione di uscita farina (51'''), detto terzo separatore (50) essendo disposto in una posizione tale per cui detta sezione di uscita (51'') di detto terzo separatore (50) definisce un terzo piano (103) di riferimento sostanzialmente orizzontale e sottostante detto primo piano di riferimento (101),

- una terza tubazione (52) di alimentazione e riscaldamento che collega detta sezione di uscita fumi (51'') di detto terzo separatore (50) con detta sezione di alimentazione (41') di detto secondo separatore (40), detta terza tubazione (52) comprendendo una terza sezione di carico (52') collegata a detta sezione di uscita farina (31''') di detto primo separatore (30) attraverso un primo condotto di adduzione (39).

7) Apparato (1) secondo la rivendicazione 6, in cui detto preriscaldatore comprende:

- un quarto separatore (60) a ciclone comprendente una sezione di alimentazione (61'), una sezione di uscita fumi (61'') e una sezione di uscita farina (61'''), detto quarto separatore (60) essendo disposto in una posizione tale per cui detta sezione di uscita (61'') di detto quarto separatore (60) è collocata sostanzialmente su detto terzo piano di riferimento (103);

- una quarta tubazione (62) di alimentazione e riscaldamento che collega detta una sezione di uscita fumi (61'') di detto quarto separatore (60) a detta sezione di alimentazione (51') di detto terzo separatore (50), detta quarta tubazione (62) comprendendo una quarta sezione di carico (62') collegata a detta sezione di uscita farina (41''') di detto secondo separatore (40) attraverso un secondo condotto di adduzione (39');

- una quinta tubazione (72) di alimentazione e riscaldamento che collega detta sezione di alimentazione (61') di detto quarto separatore (60) a detta sezione di uscita (12'') di detto precalcinatore (12).

8) Apparato (1) secondo la rivendicazione 6 o 7, in cui detta quarta tubazione (62) comprende un primo tratto (64') ripiegato a U capovolta che si sviluppa al di sopra di detto terzo piano (103) e un secondo tratto (64'') di raccordo che collega detto primo tratto (64') a detta sezione di alimentazione (51') di detto terzo separatore (50).

9) Apparato (1) secondo la rivendicazione 7 o 8, in cui detta sezione di uscita (12'') di detto precalcinatore (12) individua un quarto piano (104) di riferimento sostanzialmente orizzontale e sovrastante detto terzo piano (103), detta quinta tubazione (72) comprendendo:

- un primo tratto (82') di estremità collegato a detta sezione di uscita (12'') di detto precalcinatore (12), detto primo tratto (82') sviluppandosi al di sopra di detto quarto piano (104) secondo una conformazione sostanzialmente ad U capovolta;

- un tratto centrale (82'') rettilineo che si sviluppa verticalmente da detto primo tratto (62) fino ad una altezza prossima a quella di detto terzo piano (103);

- un secondo tratto (82''') di estremità che collega detto tratto centrale (82'') a detta sezione di alimentazione (61') di detto quarto separatore (60).

10) Apparato (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 9, in cui detti mezzi di adduzione comprendono:

- almeno un condotto di adduzione (70) che collega operativamente detta sezione di uscita farina (11'') di detto elettrofiltro (450) a detta seconda sezione di carico (42') di detta seconda tubazione (42),

- un dispositivo di propulsione (77) per imprimere a detta farina una spinta sufficiente a superare il dislivello fra detta sezione di uscita (11''') di detto elettrofiltro (450) e detta seconda sezione di carico (42') di detta seconda tubazione (42).

11) Apparato (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 10, in cui detto primo tratto (33') di detta seconda tubazione (42) si sviluppa inferiormente a

detto primo piano (101) in modo tale che detto punto di minima altezza (72) sia collocato in una posizione sottostante a detto terzo piano (103) di riferimento.

12) Apparato (1') secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 10 a 12, in cui detta prima tubazione (32) comprende:

- un primo tratto (23') avente una conforma ad U capovolta che si sviluppa al di sopra di detto primo piano (101) di riferimento;
- un secondo tratto (23'') rettilineo, collegato a detto primo tratto (23'), il quale si sviluppa fino ad una posizione prossima a detta sezione di alimentazione (11') di detto elettrofiltro (450);
- un tratto di raccordo (23''') che collega detto tratto (23'') rettilineo a detta sezione di alimentazione (11') di detto elettrofiltro (450);

13) Apparato (1') secondo la rivendicazione 12, in cui detta prima sezione di carico (32') di detta prima tubazione (32) è definita su detto secondo tratto (23'') rettilineo in posizione vicinale a detto primo piano (101).

(TDB/as)



CLAIMS

1) An apparatus (1) for the production of clinker starting from raw mix, said apparatus (1) comprising a rotary kiln (10) and a pre-calcinator (12) communicating with said rotary kiln (10) so as to be crossed by the combustion fumes generated in said rotary kiln (10), said pre-calcinator (12) comprising a fume inlet section (12') which defines a substantially horizontal reference base plane (100), said apparatus (1) comprising a suspension pre-heater adapted to heat said raw mix by heat exchange with said combustion fumes let out from said pre-calcinator (12), said pre-heater comprising:

- a first cyclone separator (30), comprising a feeding section (31'), a fume outlet section (31'') and a raw mix outlet section (31'''),
- a least one separation electro-filter (450) of said raw mix from said fumes arranged under said first separator (30), said electro-filter (450) comprising a feeding section (11'), a fume outlet section (11'') and at least one first raw mix outlet section (11''');
- a first feeding and heating tube (32) which connects said feeding section (11') of said electro-filter (450) to said fume outlet section (31'') of said first separator (30), said first tube (32) comprising a first raw mix loading section (32');
- at least one second cyclone separator (40), comprising a feeding section (41'), a fume outlet section (41'') and a raw mix outlet section (41'''),
- a second feeding and heating tube (42) which connects said fume outlet section (41'') of said separator (40) to said feeding section (31') of said first separator (30), said second tube (42) comprising a second loading section (42') of said raw mix;
- operative raw mix feeding means for moving said raw mix from said at least one outlet section (11''') of said electro-filter (450) up to said second loading section (42') of said second tube (42),

characterized in that said first separator (30) and said second separator (40) are arranged substantially at the same height with respect to said reference base plane (100) so that the respective fume outlet sections (31', 41) define a first substantially horizontal reference plane (101) and in that said second tube (42) has a first segment (33') which is developed under said first plane (101) and a

second segment (33'') which is developed over said first plane (101) so as to define a maximum height point (71) and a minimum height point (72) respectively of said second tube (42), said first segment (33') of said second tube (42) defining said second loading section (42').

2) An apparatus (1) according to claim 1, wherein said first separator (30) has a height substantially equivalent to that of said second separator (40) so that the outlet section (31''') of said first separator (30) and the outlet section (41''') of said second separator (40) are arranged substantially on a second horizontal reference plane (102) under said first plane (101), said second segment (33') of said second tube (42) developing so that said minimum height point (72) is under said second plane (102).

3) An apparatus (1) according to claim 2, wherein said first segment (33') of said second tube (42) defines said second loading section (42') under said second plane (102).

4) An apparatus (1) according to any one of the claims from 1 to 3, wherein said first segment (33') is substantially U-shaped and communicating with said feeding section (31') of said first separator (30) and wherein said second segment (33'') is essentially upside-down U-shaped and communicating on a first side with said first segment (33') and on a second side with said fume outlet section (41'') of said second separator (40).

5) An apparatus (1) according to claim 4, wherein said second tube (42) comprises a union segment (34), curved at least in part, connected on one side to said feeding section (31') of said first separator (30) and on the other to said first substantially U-shaped segment (33'), said second segment (42) comprising a rectilinear central segment (35) which connects said first segment (33') to said second segment (33'').

6) An apparatus (1) according to any one of the claims from 1 to 5, wherein

said pre-heater comprises:

- a third cyclone separator (50) comprising a feeding section (51'), a fume outlet section (51'') and a raw mix outlet section (51'''), said third separator (50) being arranged in a position so that said outlet section (51'') of said third separator (50) defines a third substantially horizontal reference plane (103) under said first reference plane (101),
- a third feeding and heating tube (52) which connects said fume outlet section (51'') of said third separator (50) with said feeding section (41') of said second separator (40), said third tube (52) comprising a third loading section (52') connected to said raw mix outlet section (31''') of said first separator (30) by means of a first feeding pipe (39).

7) An apparatus (1) according to claim 6, wherein said pre-heater comprises:

- a fourth cyclone separator (60) comprising a feeding section (61'), a fume outlet section (61'') and a raw mix outlet section (61'''), said fourth separator (60) being arranged in a position so that said outlet section (61'') of said fourth separator (60) is substantially located on said third reference plane (103);
- a fourth feeding and heating tube (62) which connects said fume outlet section (61'') of said fourth separator (60) to said feeding section (51') of said third separator (50), said fourth tube (62) comprising a fourth loading section (62') connected to said raw mix outlet section (41''') of said second separator (40) by means of a second feeding pipe (39');
- a fifth feeding and heating tube (72) which connects said feeding section (61') of said fourth separator (60) to said outlet section (12'') of said pre-calcinator (12).

8) An apparatus (1) according to claim 6 or 7, wherein said fourth feeding and heating tube (62) comprises a first upside-down U-shaped segment (64') which is developed over said third plane (103) and a second union segment (64'') which connects said first segment (64') to said feeding section (51') of said third separator (50).

9) An apparatus (1) according to claim 7 or 8, wherein said outlet section (12'') of said pre-calcinator (12) identifies a fourth substantially horizontal reference plane (104) over said third plane (103), said fifth tube (72) comprising:

- a first end segment (82') connected to said outlet section (12'') of said pre-calcinator (12), said first segment (82') developing over said fourth plane (104) according to a substantially upside-down U-shaped conformation;
- a rectilinear central segment (82'') which is developed vertically from said first segment (62) up to a height close to that of said third plane (103);
- a second end segment (82''') which connects said central segment (82'') to said feeding section (61') of said fourth separator (60).

10) An apparatus (1) according to any one of the claims from 1 to 9, wherein said feeding means comprise:

- at least one feeding pipe (70) which operatively connects said outlet section (11'') of said electro-filter (450) to said second loading section (42') of said second tube (42),
- a propulsion device (77) for impressing to said raw mix a sufficient thrust to overcome the difference of level between said outlet section (11''') of said electro-filter (450) and said second loading section (42') of said second tube (42).

11) An apparatus (1) according to any one of the claims from 1 to 10, wherein said first segment (33') of said second tube (42) is developed under said first plane (101) so that said minimum height point (72) is located under said third reference plane (103).

12) An apparatus (1') according to any one of the claims from 10 to 12, wherein said first tube (32) comprises:

- a first segment (23') having an upside-down U-shape which develops over said first reference plane (101);
- a second rectilinear segment (23''), connected to said first segment (23'), which is developed up to a position close to that of said feeding section (11')

of said electro-filter (450);

- a union segment (23'') which connects said rectilinear segment (23'') to said feeding section (11') of said electro-filter (450).

13) An apparatus (1') according to claim 12, wherein said first loading section (32') of said first tube (32) is defined on said second rectilinear segment (23'') in position close to said fist plane (101).



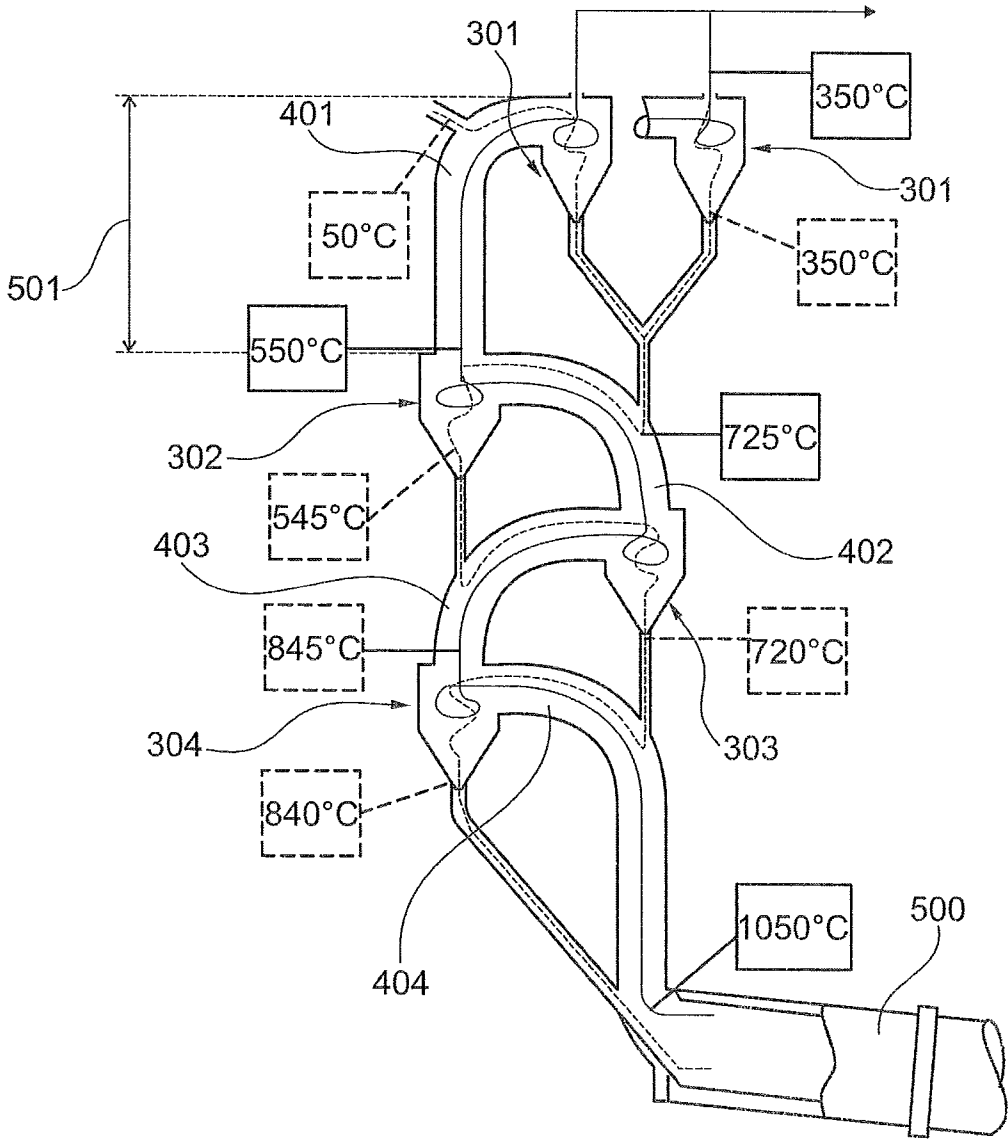


Fig. 1

TOR

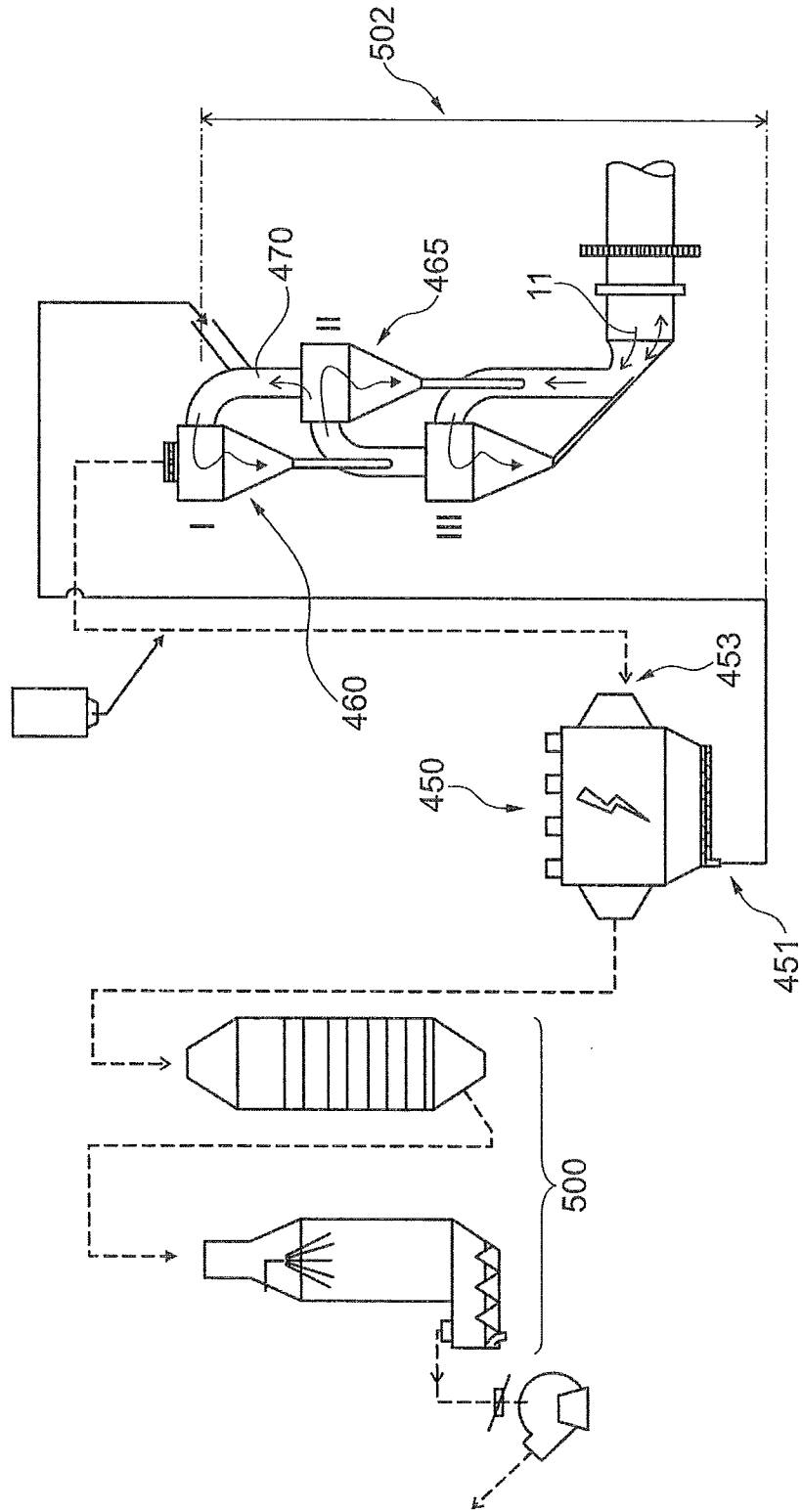


Fig. 2

Tell

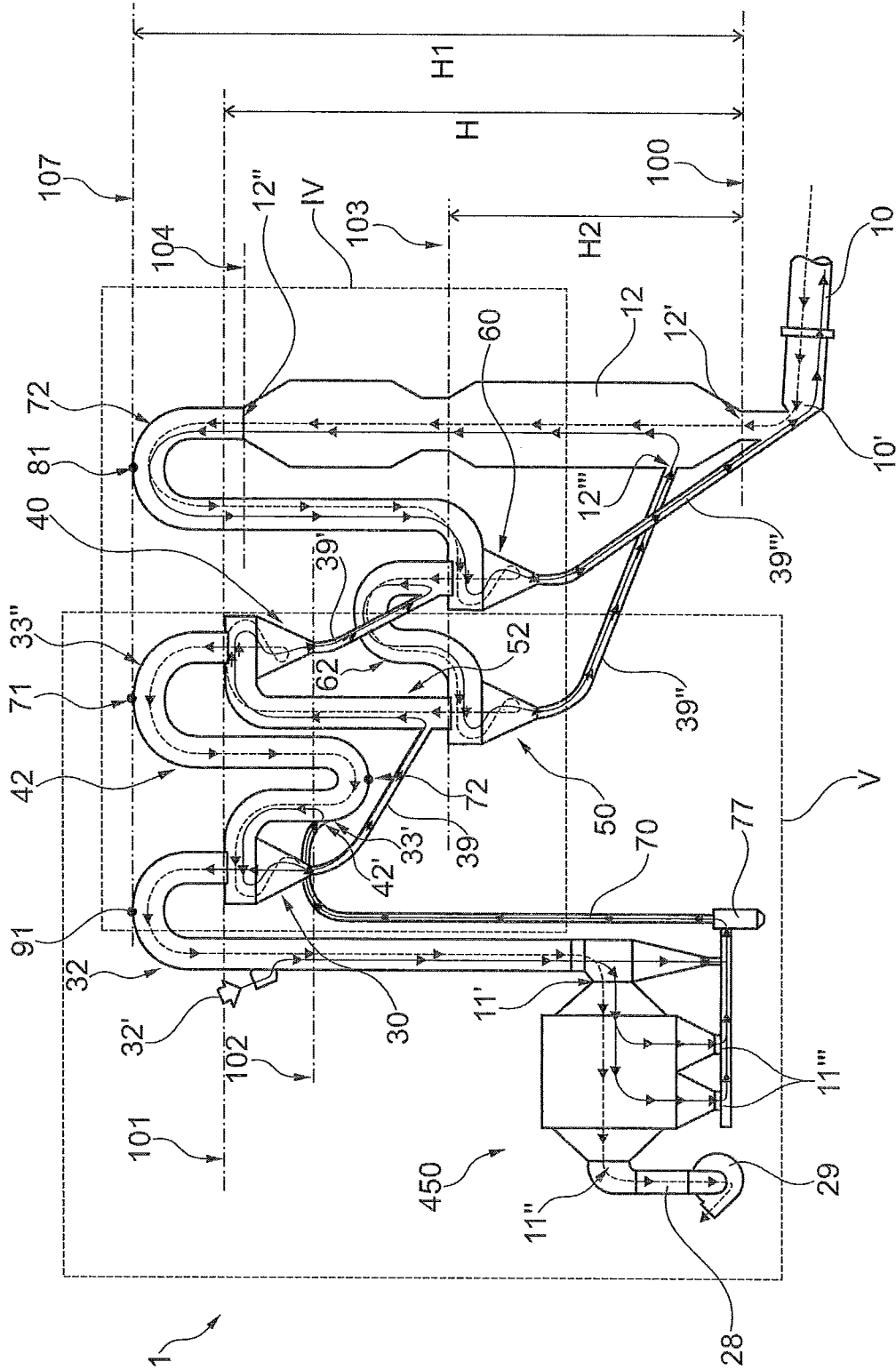


Fig. 3

TolB

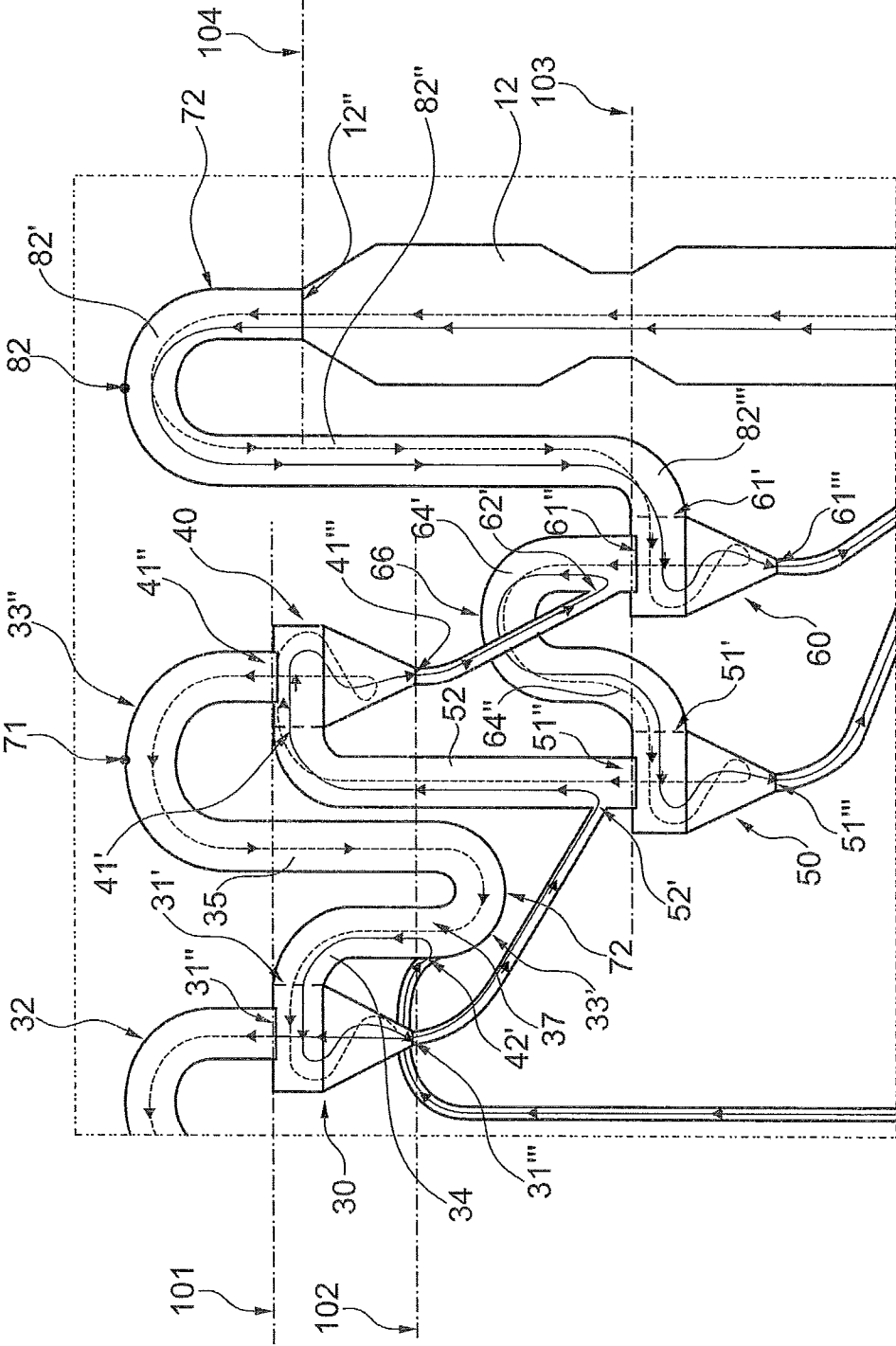


Fig. 4

TellB

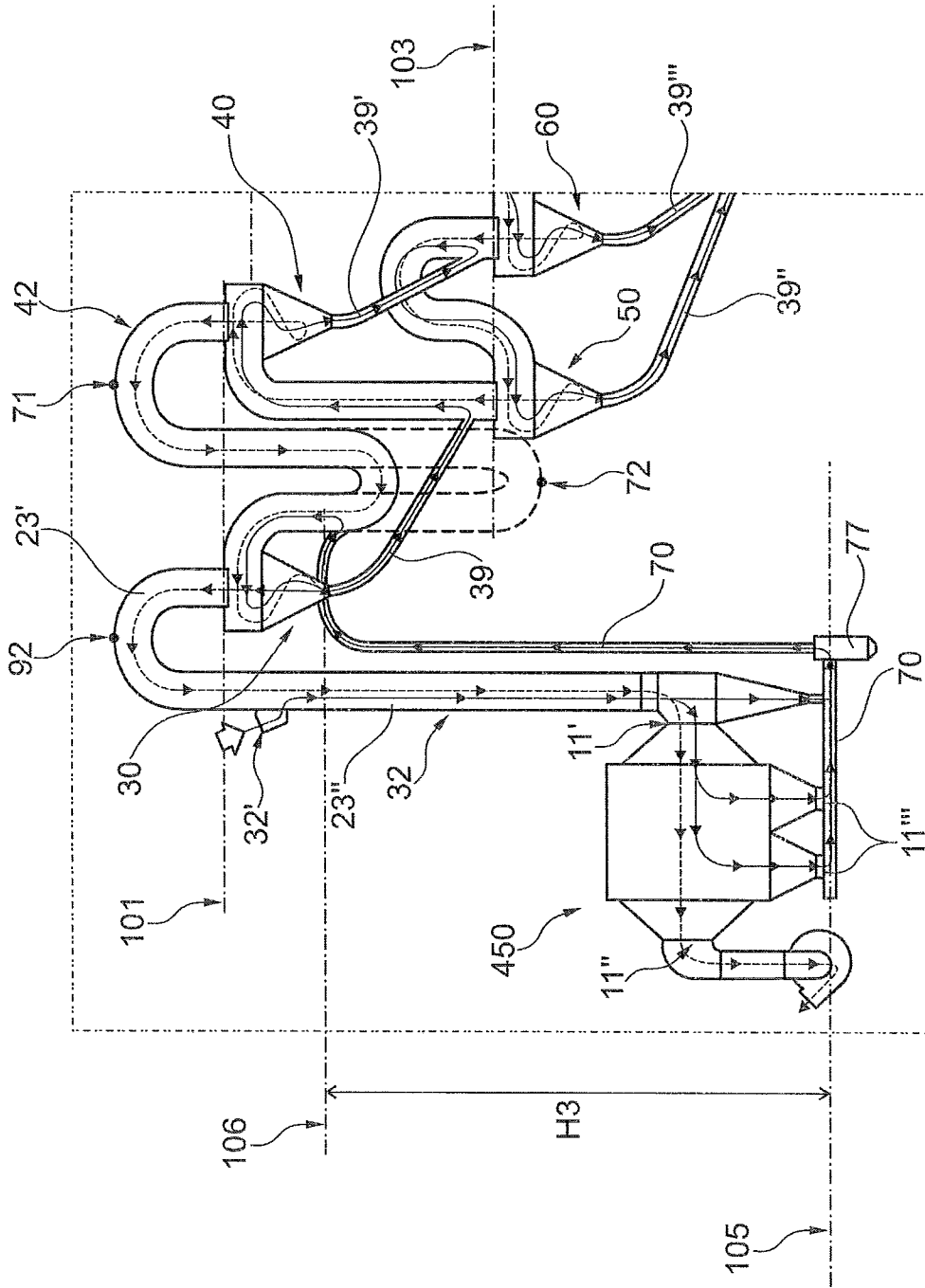


Fig. 5

*Tello*