

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000007661
Data Deposito	29/03/2021
Data Pubblicazione	29/09/2022

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	04	B	7	47

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	04	B	7	36

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	21	B	3	08

Titolo

METODO PER IL RAFFREDDAMENTO ED IL RECUPERO TERMICO DA MATERIALI AD
ALTISSIMA TEMPERATURA

DESCRIZIONE dell'invenzione avente per titolo:

**"METODO PER IL RAFFREDDAMENTO ED IL RECUPERO TERMICO DA MATERIALI AD
ALTISSIMA TEMPERATURA"**

a nome: CICSA Srl, di nazionalità italiana,

5 con sede in: Via dell'Industria 2, 23883 Beverate di Brivio LC

Inventori: Stefano CAMPANARI, di nazionalità italiana

Marco CAMPANARI, di nazionalità italiana

* * * * *

CAMPO DELL'INVENZIONE

10 Il presente trovato si riferisce ad un metodo per il raffreddamento ed il recupero termico da materiali ad altissima temperatura.

In particolare, il presente trovato si riferisce ad un metodo per il raffreddamento ed il recupero termico di materiali ad altissima temperatura, quali il clinker del ciclo di produzione del cemento o
15 scorie derivanti da processi industriali come il ciclo di produzione dell'acciaio o come le scorie e ceneri derivanti dalla combustione di carbone, rifiuti ed altri combustibili pesanti.

TECNICA ANTERIORE NOTA

In diversi tipi di processi industriali vengono prodotti materiali
20 ad altissima temperatura che devono essere raffreddati per consentirne il successivo utilizzo, immagazzinamento o gestione.

Tradizionalmente, nel ciclo di produzione del cemento, viene prodotto clinker ad alta temperatura (tipicamente circa 1450°C) all'interno di forni a tamburo rotante. Il clinker viene poi scaricato dal forno e
25 deve essere sottoposto a raffreddamento. Il raffreddatore del clinker

è parte della linea di produzione del cemento e influisce sul rendimento e l'economicità dell'impianto, con il duplice scopo di recuperare calore dal raffreddamento del clinker per restituirlo al resto dell'impianto di cottura del cemento e di consentire di ridurre la
5 temperatura del clinker ad un livello adeguato per le apparecchiature di trasporto e successivo utilizzo che si trovano a valle del forno. In particolare, nella tecnica nota, il raffreddatore utilizza generalmente delle griglie mobili per la movimentazione del materiale, ed il calore viene recuperato tramite soffiaggio d'aria nel
10 raffreddatore attraverso le griglie mobili e direttamente all'interno del materiale caldo, ottenendo aria calda che viene poi utilizzata per processi di combustione e/o per il preriscaldamento dei materiali in ingresso al ciclo produttivo del cemento.

Il raffreddamento del clinker deve essere rapido per migliorare le
15 caratteristiche mineralogiche e di macinabilità ed ai fini di una migliore reattività del cemento prodotto. Tuttavia, le alte temperature in gioco, l'estrema abrasività del clinker, la varietà di granulometria con la quale viene prodotto nel forno, la possibilità che in alcune fasi il clinker esca dal forno in fase liquida anziché solida, rendono
20 il raffreddatore del clinker un componente molto costoso, soggetto a frequenti necessità di interventi di manutenzione onerosa.

L'eventuale presenza di clinker liquido può danneggiare gli apparati meccanici ed occludere i canali di passaggio dell'aria di raffreddamento.

25 Inoltre, possono verificarsi problemi di insufficiente disponibilità

d'aria e quindi di insufficiente raffreddamento del clinker e surriscaldamento e danneggiamento delle parti meccaniche del raffreddatore che sono in contatto con il materiale. Il sistema di raffreddamento presenta quindi spazi di miglioramento dal punto di vista dell'ottenimento di un raffreddamento più rapido ed affidabile, oltre che meno oneroso economicamente, ed anche dell'ottenimento di un recupero energetico termodinamicamente più favorevole rispetto alla semplice produzione di aria calda.

Riferendosi invece al caso del ciclo di produzione dell'acciaio, tradizionalmente è prevista una fase nella quale l'acciaio liquido viene formato o trasformato all'interno di forni e contenitori nei quali si separa una scoria fusa, contenente vari tipi di materiali (es. ossidi di Silicio o) che devono essere separati dall'acciaio liquido. Per questo scopo la scoria viene tradizionalmente lasciata raffreddare all'aperto. Questo procedimento consente solamente il recupero della scoria come materiale inerte.

Infatti, la scoria solida, adeguatamente macinata, può essere utilmente impiegata come materiale di riempimento in opere civili, quali ad esempio i sottofondi stradali.

Tuttavia, il raffreddamento all'aria aperta della scoria non rappresenta affatto un procedimento ottimale, né dal punto di vista energetico, né dal punto di vista ambientale.

Infatti, quando viene scaricata, la scoria liquida comprende una gran quantità di energia termica, raggiungendo temperature superiori ai 1400°C. A questo riguardo si stima che la scoria contenga in sé ben

il 6% dell'energia termica complessivamente immessa nel ciclo produttivo dell'acciaio. Inoltre, mentre si raffredda all'aria aperta, la scoria rilascia nell'ambiente fumi e vapori che, oltre a disperdere a loro volta l'energia termica, sono anche inquinanti.

5 Il trattamento della scoria è dunque un altro dei problemi che l'industria dell'acciaio deve risolvere, in particolare per migliorare l'efficienza energetica delle acciaierie.

Allo stesso tempo, come in molti altri settori industriali, ci si propone di limitare il più possibile l'emissione di inquinanti, al fine
10 di privilegiare le tematiche ambientali.

Nel complesso, nella pratica applicativa non sono ancora state implementate soluzioni affidabili ed efficaci per la gestione del raffreddamento e del recupero termico dalla scoria calda.

Si noti ancora che problematiche di costo, oneri di manutenzione e
15 migliorabilità del recupero termico qualitativamente analoghe a quelle del caso del clinker da produzione di cemento o delle scorie da produzione acciaio possono ritrovarsi anche in altri settori applicativi quali il caso delle ceneri da combustione di carbone, rifiuti o altri combustibili pesanti.

20 Scopo della presente invenzione è quello di risolvere i summenzionati problemi tecnici mediante un metodo per il raffreddamento ed il recupero termico da materiali ad altissima temperatura che aumenti l'efficienza energetica complessiva del processo industriale nel quale vengono prodotti tali materiali.

25 Altro scopo dell'invenzione è quello di fornire un metodo per il

raffreddamento ed il recupero termico da materiali ad altissima temperatura che consenta un raffreddamento veloce e rapido del materiale in ingresso, ai fini di migliorarne le caratteristiche e di ridurre le dimensioni, i costi e le problematiche di usura delle parti
5 meccaniche in contatto con il materiale più caldo.

Altro scopo dell'invenzione è quello di fornire un metodo per il raffreddamento ed il recupero termico da materiali ad altissima temperatura che sia rispettoso dell'ambiente.

Ulteriore scopo dell'invenzione è quello di fornire una soluzione
10 pratica ed economica ai summenzionati problemi.

BREVE DESCRIZIONE DELL'INVENZIONE

Tali scopi sono raggiunti da un metodo per il raffreddamento ed il recupero termico da materiali ad altissima temperatura, ove il suddetto metodo comprende almeno le seguenti fasi:

- 15 - convogliamento di materiale ad altissima temperatura in un sistema di miscelamento;
- trasporto del suddetto materiale in uscita dal sistema di miscelamento all'interno di un canale a flusso continuo;
- effettuazione di una fase di recupero termico dal materiale
20 trasportato;
- alimentazione di un flusso di materiale uscente a bassa temperatura dal suddetto canale a flusso continuo ad un sistema di divisione di flusso;
- recupero di una parte del materiale a bassa temperatura uscente
25 dal suddetto sistema di divisione di flusso;

- movimentazione della parte di materiale a bassa temperatura recuperata mediante un sistema di movimentazione e ricircolo; e

- convogliamento del materiale recuperato a bassa temperatura per la miscelazione dello stesso con il materiale ad altissima temperatura nel sistema di miscelamento.

Tra i vantaggi di questa realizzazione si annovera il fatto che esso è in grado di portare del materiale ad altissima temperatura da una temperatura compresa tra 1.300°C e 1.600°C (intervallo di temperatura tipico della produzione di clinker nel ciclo di produzione del cemento o della produzione di scorie nel ciclo di produzione dell'acciaio) in modo molto rapido ad una temperatura nettamente inferiore, compresa tra 600 e 1000°C , tramite miscelamento con materiale più freddo, ottenendo la rapida solidificazione dell'eventuale parte liquida presente in ingresso. Inoltre, essa è in grado di ottenere un successivo raffreddamento fino ad una temperatura sufficientemente bassa per consentire una facile movimentazione e gestione del materiale in uscita, compresa tra 50°C e 400°C . Inoltre, contemporaneamente utilizzando l'entalpia del materiale per recuperare energia con produzione di calore utile tramite un processo di raffreddamento che può essere a circuito chiuso, con uso di un fluido termovettore qualsiasi (ad esempio utilizzando acqua e generando vapore a media o alta pressione, idoneo per successivi utilizzi energetici) aumentando così l'efficienza energetica complessiva.

Ulteriori caratteristiche dell'invenzione sono desumibili dalle rivendicazioni dipendenti.

BREVE DESCRIZIONE DELLA FIGURA

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno evidenti dalla lettura della descrizione seguente fornita a titolo esemplificativo e non limitativo, con l'ausilio della figura illustrata
5 nella tavola allegata, in cui:

- la Figura 1 illustra una vista schematica di un impianto configurato per implementare il metodo secondo una realizzazione dell'invenzione.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELLA FIGURA

10 La presente invenzione verrà ora descritta con particolare riferimento alla figura allegata.

In particolare, la Figura 1 illustra una vista schematica di un impianto, globalmente indicato con il riferimento numerico 10 e configurato per implementare il metodo secondo una realizzazione
15 dell'invenzione.

L'impianto 10 comprende, in primo luogo, un sistema di miscelamento
20 che è configurato per ricevere sia un materiale ad altissima temperatura A, sia un materiale ricircolato B, solido e a bassa temperatura, ovvero ad una temperatura compresa tra 100°C e 400°C.

20 In particolare, il materiale ad altissima temperatura A considerato a fini esemplificativi può essere scoria di acciaieria ad una temperatura compresa tra 1.300°C e 1.600°C (temperatura alla quale questo tipo di scoria è fusa e quindi in fase liquida), mentre il materiale ricircolato B è scoria solida.

25 Inoltre, il sistema di miscelamento 20 può comprendere scivoli,

camere a ciclone od a imbuto, mastelli o combinazioni di questi.

Dal sistema di miscelamento 20 esce un materiale miscelato C a temperatura intermedia, ad esempio compresa tra 600°C e 1000°C.

Il materiale miscelato C può trovarsi allo stato liquido, solido o
5 in miscela di liquido e solido a seconda delle caratteristiche del materiale entrante A.

L'impianto 10 comprende ulteriormente un canale a flusso continuo
30 per il trasporto del materiale a temperatura intermedia in uscita dal sistema di miscelamento 20.

10 Il canale a flusso continuo 30 può essere scelto tra un dispositivo a tubo raffreddato, di tipo fisso o rotante, un dispositivo a flusso pneumatico, un dispositivo a tavola vibrante o a catena raschiante.

All'interno del canale a flusso continuo 30, viene anche effettuata una fase di recupero termico.

15 La fase di recupero termico dal materiale trasportato nel canale a flusso continuo 30 può essere effettuata mediante uno scambiatore a circuito chiuso 50 oppure uno scambiatore a circuito aperto ad aria soffiata, od uno scambiatore misto.

Dal canale a flusso continuo 30 esce pertanto un flusso di materiale
20 D a bassa temperatura, flusso che viene alimentato ad un sistema di divisione di flusso 60.

Il sistema di divisione di flusso 60 può comprendere deviatori meccanici, scivoli, vagli, camere di distribuzione o combinazioni di questi.

25 Dal sistema di divisione di flusso 60 fuoriescono due flussi di

materiale a bassa temperatura.

In particolare, dal sistema di divisione di flusso 60 fuoriesce una prima parte di materiale E a bassa temperatura e che quindi ha completato il processo di raffreddamento descritto ed una seconda parte
5 di materiale F che invece viene recuperata mediante un sistema di movimentazione e ricircolo 70.

Infine, il materiale a bassa temperatura recuperato all'uscita dal sistema di divisione di flusso 60 viene riportato dal sistema di movimentazione e ricircolo 70 verso l'entrata del sistema di
10 miscelamento 20 (si veda anche la freccia B nella figura 1) per la miscelazione dello stesso con il materiale ad altissima temperatura.

Nello specifico, il sistema di movimentazione e ricircolo 70 del materiale solido a bassa temperatura può comprendere un sistema scelto tra un sistema di trasporto pneumatico, a coclea o a catena raschiante.

15 Si presenta ora un esempio di bilancio termico ed energetico per il caso di un materiale in ingresso con caratteristiche simili alla scoria di acciaieria, con ingresso liquido e uscita solido.

ESEMPIO 1

Il materiale ad altissima temperatura A in ingresso, allo stato
20 liquido, nel sistema di miscelamento 20 ha una portata in massa m pari a $m = 10$ t/h, una temperatura T pari a $T = 1.400^{\circ}\text{C}$ e un'entalpia specifica h pari a $h = 1536$ kJ/kg.

Il materiale ricircolato B in ingresso nel sistema di miscelamento
20 ha una portata in massa m pari a $m = 11$ t/h, una temperatura T pari
25 a $T = 250^{\circ}\text{C}$ e un'entalpia specifica h pari a $h = 192$ kJ/kg.

In uscita dal sistema di miscelamento 20 il materiale miscelato C ha una portata in massa m pari a $m = 21 \text{ t/h}$, una temperatura T pari a $T = 950^\circ\text{C}$ e un'entalpia specifica h pari a $h = 836 \text{ kJ/kg}$.

La potenza P recuperabile dalla fase di recupero termico dal
5 materiale trasportato all'interno del canale a flusso continuo 30 è pari a circa $3,7 \text{ MW}$.

Il materiale a bassa temperatura in uscita dal canale a flusso continuo 30 ha ovviamente sempre una portata in massa m pari a $m = 21 \text{ t/h}$, una temperatura T pari a $T = 250^\circ\text{C}$ e un'entalpia specifica h pari
10 a $h = 192 \text{ kJ/kg}$.

Tale materiale viene suddiviso dal sistema di divisione di flusso 60 in una prima parte di materiale E a bassa temperatura e che quindi ha completato il processo di raffreddamento descritto, ovvero un flusso di materiale pari a $m = 10 \text{ t/h}$ e che si trova a una temperatura T pari a
15 $T = 250^\circ\text{C}$ ed ha un'entalpia specifica h pari a $h = 192 \text{ kJ/kg}$, ed in una seconda parte di materiale F che invece viene recuperata mediante un sistema di movimentazione e ricircolo 70, ovvero un flusso di materiale pari a $m = 11 \text{ t/h}$ e che si trova a una temperatura T pari a $T = 250^\circ\text{C}$ ed ha un'entalpia specifica h pari a $h = 192 \text{ kJ/kg}$.

20 L'effetto totale, a regime, del sistema descritto è quindi di portare il materiale A, avente un flusso orario pari a $M = 10 \text{ t/h}$ da una temperatura pari a $T = 1.400^\circ\text{C}$ ad una temperatura pari a $T = 250^\circ\text{C}$ e da un'entalpia specifica h pari a $h = 1536 \text{ kJ/kg}$ ad un'entalpia specifica h pari a $h = 192 \text{ kJ/kg}$.

25 All'invenzione così come descritta potranno essere apportate

modifiche o migliorie dettate da motivazioni contingenti o particolari,
senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per il raffreddamento ed il recupero termico da materiali ad altissima temperatura, ove il suddetto metodo comprende almeno le seguenti fasi:

- 5 - convogliamento di materiale ad altissima temperatura in un sistema di miscelamento (20);
- trasporto del suddetto materiale in uscita dal sistema di miscelamento (20) all'interno di un canale a flusso continuo (30);
- effettuazione di una fase di recupero termico dal materiale
10 trasportato;
- alimentazione di un flusso di materiale uscente a bassa temperatura dal suddetto canale a flusso continuo (30) ad un sistema di divisione di flusso (60);
- recupero di una parte del materiale a bassa temperatura uscente
15 dal suddetto sistema di divisione di flusso (60);
- movimentazione della parte di materiale a bassa temperatura recuperata mediante un sistema di movimentazione e ricircolo (70); e
- convogliamento del materiale recuperato a bassa temperatura per la miscelazione dello stesso con il materiale ad altissima temperatura
20 nel sistema di miscelamento (20).

2. Metodo come alla rivendicazione 1, in cui il suddetto sistema di miscelamento (20) può comprendere scivoli, camere a ciclone od a imbuto, mastelli o combinazioni di questi.

3. Metodo come alla rivendicazione 1, in cui il suddetto canale a
25 flusso continuo (30) può comprendere un dispositivo scelto tra un

dispositivo a tubo raffreddato, di tipo fisso o rotante, un dispositivo a flusso pneumatico, un dispositivo a tavola vibrante o a catena raschiante.

4. Metodo come alla rivendicazione 1, in cui la suddetta fase di recupero termico dal materiale trasportato nel canale a flusso continuo (30) può essere effettuata mediante uno scambiatore a circuito chiuso oppure mediante uno scambiatore a circuito aperto ad aria soffiata, od uno scambiatore misto.

5. Metodo come alla rivendicazione 1, in cui il suddetto sistema di divisione di flusso (60) può comprendere deviatori meccanici, scivoli, vagli, camere di distribuzione o combinazioni di questi.

6. Metodo come alla rivendicazione 1, in cui il suddetto sistema di movimentazione e ricircolo (70) del materiale solido a bassa temperatura può comprendere un sistema scelto tra un sistema di trasporto pneumatico, a coclea o a catena raschiante.

7. Metodo come alla rivendicazione 1, in cui il materiale ad altissima temperatura è scoria fusa di acciaieria ad una temperatura preferibilmente compresa tra 1.300°C e 1.600°C.

8. Metodo come alla rivendicazione 1, in cui il materiale è clinker.

9. Metodo come alla rivendicazione 1, in cui il materiale in uscita dal sistema di miscelamento (20) è a una temperatura preferibilmente compresa tra 600°C e 1.000°C.

10. Metodo come alla rivendicazione 1, in cui il materiale recuperato a bassa temperatura è a una temperatura preferibilmente compresa tra 50°C e 400°C.

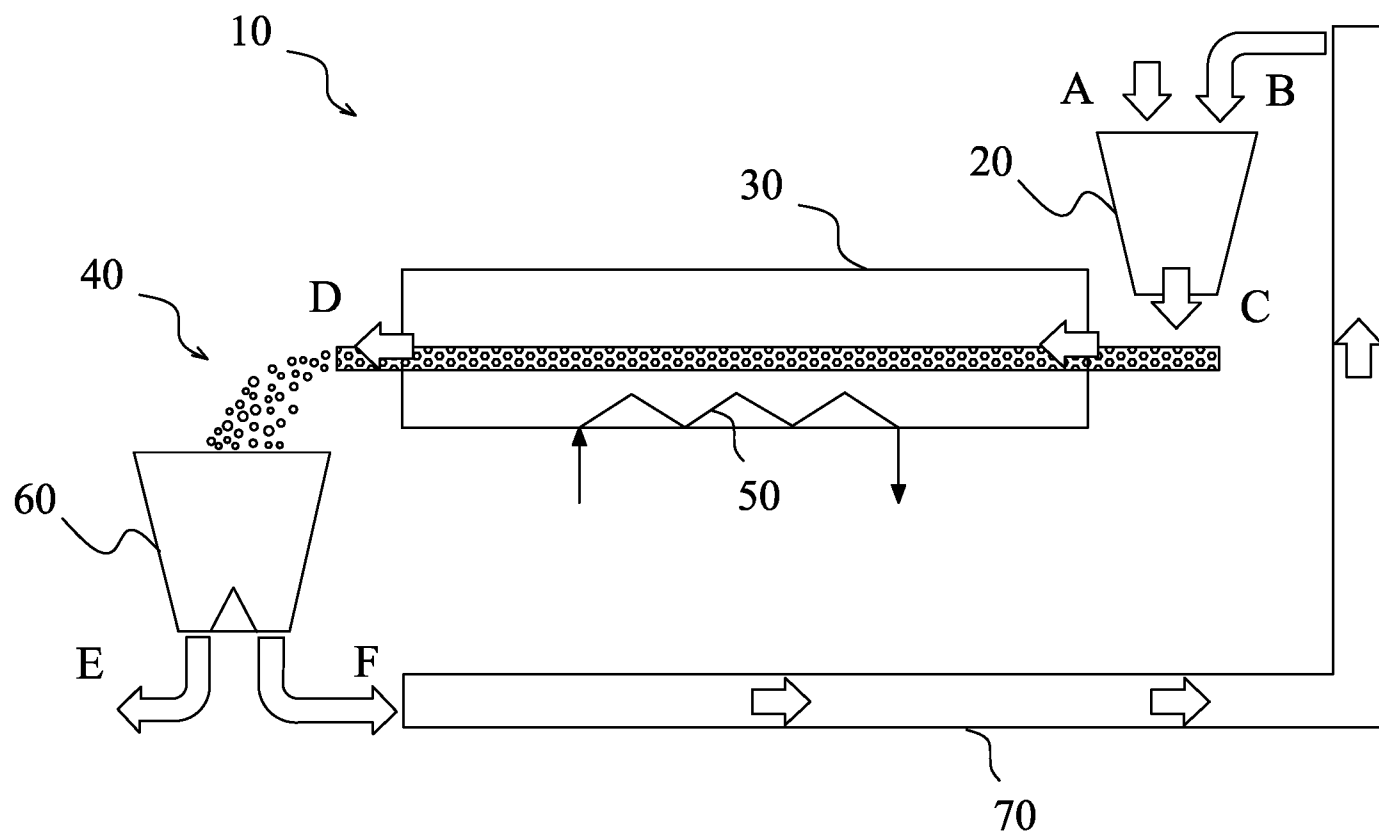


FIG.1