

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901859562A1

Publication Date

20120121

Applicant

DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.P.A.

Title

PROCEDIMENTO E IMPIANTO DI COLATA E LAMINAZIONE CONTINUA PER
REALIZZARE PRODOTTI LAMINATI METALLICI LUNGHI

Classe Internazionale: B 21 B 001 / 0000

Descrizione del trovato avente per titolo:

"PROCEDIMENTO E IMPIANTO DI COLATA E LAMINAZIONE CONTINUA
PER REALIZZARE PRODOTTI LAMINATI METALLICI LUNGHI"

- 5 a nome DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.p.A. di nazionalità italiana con
sede in Via Nazionale, 41 - 33042 BUTTRIO (UD)
dep. il al n.

* * * * *

CAMPO DI APPLICAZIONE

- 10 Il presente trovato si riferisce ad un procedimento e ad un impianto di colata e
laminazione continua in semiendless, per la realizzazione di prodotti laminati metallici
lunghi quali barre, vergella, travi, rotaie o profili in genere.

STATO DELLA TECNICA

- 15 Gli impianti di colata continua, noti nello stato dell'arte per la produzione di
prodotti laminati lunghi hanno notevoli limitazioni in quanto, per motivi
intrinsecamente legati a vincoli operativi e prestazionali dei componenti, la loro
produttività non supera generalmente le 25-40 ton/h. Di conseguenza, per aumentare la
produttività si rende necessario aumentare il numero di linee di colata collegate alla
stessa linea di laminazione, che possono arrivare fino a 8 linee e più. Ciò comporta, tra
20 l'altro, la necessità di traslare le billette o i blumi in uscita dalle varie linee di colata su
un unico punto di entrata al forno di riscaldamento, con la conseguenza di perdere
temperatura durante i trasferimenti.

- La conseguenza di ciò è la notevole quantità di energia necessaria per
l'alimentazione del forno di riscaldamento necessaria per ripristinare la temperatura persa
25 per portarla dal valore di ingresso, compresa tra 650 °C e 750 °C, al valore idoneo

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 33100 UDINE

alla laminazione ovvero in un intervallo compreso fra 1050 °C e 1200 °C.

Inoltre, la necessità di trasferire dalle varie linee di colata al punto di introduzione in forno i segmenti di billetta, o blumo, impone delle limitazioni sulla lunghezza e quindi sul peso: la lunghezza delle billette, o blumi, è compresa tra 12 e 14m, fino a un
5 massimo di 16m, e il peso è in media pari a 2-3 tonnellate.

Queste necessità e limitazioni di processo sono la causa principale di un aumento dell'energia richiesta per il riscaldamento delle billette, o blumi, e di un peggioramento della messa al mille dovuto sia alle paniere di elevate dimensioni necessarie a servire più linee di colata, sia all'elevato numero di billette, o blumi, da processare a parità di
10 tonnellate/ora da produrre, con conseguente elevato numero di spuntature, di imbocchi nelle gabbie del treno e sottolunghezze di misura non commerciale.

Uno scopo del presente trovato è pertanto quello di realizzare un processo di colata e laminazione continua in semiendless (cioè a partire da segmenti del prodotto colato tagliati a misura) per prodotti laminati lunghi, e mettere a punto un relativo impianto
15 di produzione che, utilizzando solo due linee di colata associate ad un'unica linea di laminazione, consenta un incremento della produttività rispetto ad impianti analoghi, con due linee di colata, noti nella tecnica.

Altro scopo del trovato è quello di sfruttare al massimo l'entalpia dell'acciaio liquido di partenza lungo tutta la linea di produzione, riducendo le perdite di
20 temperatura nel tempo che intercorre tra il taglio a misura del prodotto colato e l'avvio alla fase di laminazione, al fine di ottenere un notevole risparmio energetico e una riduzione dei costi di esercizio rispetto ai processi convenzionali.

Un ulteriore scopo del trovato è quello di far fronte alle fermate del treno di laminazione senza la necessità di dover interrompere anche il processo di colata a
25 monte.

Altro scopo del trovato è quello di ridurre al minimo od eliminare gli scarti di materiale nelle situazioni di emergenza o durante fermate programmate e comunque di recuperare completamente il prodotto che in tali situazioni viene temporaneamente accumulato in un punto intermedio lungo la linea di produzione.

5 Ulteriori scopi del trovato sono:

- ridurre i costi di investimento grazie alla riduzione del numero di linee di colata a parità di produzione;
- garantire un'elevata resa (o yield), pari al rapporto fra peso di prodotto finito e peso di acciaio liquido per produrre una tonnellata;
- 10 - ridurre i rischi di incagli in laminazione grazie alla riduzione del numero di imbocchi;
- ottenere una maggiore stabilità del treno di laminazione e una migliore qualità dimensionale del prodotto finito;
- avvicinare di molto le prestazioni di un processo semi-endless a quelle di un
15 processo endless, ossia senza soluzione di continuità fra la macchina di colata continua e il gruppo di laminazione;
- garantire la possibilità di cambi di produzione in dimensione e tipologia senza fermare la colata continua, ottenendo un elevato fattore di utilizzo dell'impianto.

20 Per ovviare agli inconvenienti della tecnica nota e per ottenere tutti questi ed ulteriori scopi e vantaggi, la Richiedente ha studiato, sperimentato e realizzato il presente trovato.

ESPOSIZIONE DEL TROVATO

Il presente trovato è espresso e caratterizzato nelle rivendicazioni indipendenti. Le relative rivendicazioni dipendenti illustrano varianti all'idea di soluzione base.

25 Un impianto di colata e laminazione continua di tipo semiendless per la produzione

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

di prodotti laminati lunghi secondo il presente trovato comprende una macchina di colata continua comprendente due linee di colata tra loro parallele che alimentano un prodotto colato, direttamente e senza movimentazioni intermedie, ad un forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento a valle del quale si trova una linea di laminazione
5 che è sfalsata e parallela rispetto alle suddette linee di colata.

Ciascuna linea di colata è dotata di un rispettivo cristallizzatore che può colare prodotti, in relazione allo spessore, ad una velocità variabile da 3 a 9 m/min.

Complessivamente, la macchina di colata a due linee consente di ottenere una produttività oraria variabile da 35 ton/h a 240 ton/h a cui corrisponde una produttività
10 annua variabile da 600.000 ton/anno a 1.500.000 ton/anno.

Ciascuno dei due cristallizzatori può produrre prodotti a sezione quadrata, rettangolare, od equivalente, ad esempio con lati curvi, bombati, con spigoli raccordati, ecc.

Nella descrizione e nelle rivendicazioni, con il termine blumo si intenderà un
15 prodotto colato di sezione rettangolare o quadrata in cui il rapporto fra lato lungo e lato corto è compreso tra 1 e 4, cioè tra la sezione quadrata e la sezione rettangolare in cui il lato lungo può essere fino a 4 volte il lato corto.

Nel presente trovato la sezione del prodotto colato non è limitata, come detto, a quella quadrata o rettangolare con lati diritti e a due a due paralleli, ma comprende
20 anche sezioni con almeno un lato curvo, concavo o convesso, vantaggiosamente ma non necessariamente a due a due opposti e speculari, o combinazioni delle suddette geometrie.

Una sezione rettangolare ha una superficie maggiore di quella quadrata avente la medesima altezza o spessore, sì che colando questo tipo di sezioni si ottiene, a parità
25 di velocità di colata, un maggiore quantitativo in tonnellate di materiale nell'unità di

tempo, cioè un incremento della produttività oraria.

L'altezza o spessore della sezione rettangolare, o il lato della sezione quadrata, sono parametri di riferimento per la determinazione del raggio di curvatura delle linee di colata, e quindi del loro ingombro, dai quali dipende anche la lunghezza del cono metallurgico. Pertanto, secondo il presente trovato per aumentare la produttività risulta
5 vantaggioso, quando si cola un blumo di sezione rettangolare, mantenere l'altezza della sua sezione ad un valore congruo al raggio di curvatura di progetto della macchina di colata continua e aumentare invece la sua larghezza che può essere fino a tre o quattro volte superiore.

10 Inoltre, per una data produttività, risulta vantaggioso prevedere due linee di colata, anziché una sola, poiché in tal caso viene ridotto il rapporto tra larghezza e altezza della sezione rettangolare, o il lato della sezione quadrata permettendo quindi la riduzione del numero di gabbie di laminazione necessarie.

In accordo con il presente trovato, la sezione del prodotto colato ha una superficie
15 pari a quella di un quadrato equivalente di lato compreso tra 100 e 300 mm.

A solo titolo esemplificativo, le sezioni quadrate che vengono prodotte da ciascuna linea di colata continua hanno dimensioni variabili fra circa 100 mm x 100 mm, 130 mm x 130 mm, 150 mm x 150 mm, 160 mm x 160 mm o dimensioni intermedie; per aumentare la produttività, possono invece essere prodotte anche sezioni rettangolari
20 aventi dimensioni variabili fra circa 100 mm x 140 mm, 130 mm x 180 mm, 130 mm x 210 mm, 140 mm x 190 mm, 160 mm x 210 mm, 160 mm x 280 mm, 180 mm x 300 mm, 200 mm x 320 mm o dimensioni intermedie. Nel caso di produzione di profili medi possono essere utilizzate anche sezioni dimensionalmente più grosse, ad esempio di circa 300 mm x 400 mm e simili.

25 La macchina di colata secondo il presente trovato permette quindi, a parità di

produttività, di ridurre a solo due il numero delle linee di colata, permettendo così di ottenere una migliore resa, o messa al mille, grazie al fatto di poter utilizzare una paniera più piccola, con minor consumo di refrattari.

5 La linea di laminazione comprende inoltre, a valle della colata continua, mezzi di taglio idonei per tagliare a misura i blumi in segmenti di lunghezza voluta. Per lunghezza voluta dei segmenti si intende un valore compreso tra 16 e 80 metri o più, preferibilmente tra 40 e 60 metri. La misura ottimale del segmento viene individuata di volta in volta in base alla tipologia di prodotto ed alle modalità di processo, nel modo indicato nel seguito in maggior dettaglio.

10 A valle della macchina di colata è presente un gruppo di mantenimento e/o eventuale riscaldamento, in cui i suddetti segmenti tagliati a misura entrano direttamente e senza movimentazioni e/o trasferimenti intermedi ad una temperatura media di almeno 1000 °C, preferibilmente compresa tra circa 1100 °C e circa 1150 °C. La temperatura media di uscita dal forno del blumo è compresa tra circa 1050 °C e 1200 °C.

15 In soluzioni realizzative, non vincolanti nell'ambito del trovato, all'uscita del forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento, o comunque a valle di esso, può essere presente un forno induttore che ha la funzione di portare la temperatura dei segmenti di blumo a valori idonei per la laminazione almeno nel caso in cui la temperatura di uscita dal forno è di circa 1050 °C o più bassa.

20 Il forno induttore può essere presente in posizione intermedia tra le gabbie del treno di laminazione.

Secondo una caratteristica del presente trovato, gli assi della macchina di colata e del treno di laminazione sono fra loro sfalsati e paralleli, per cui questa configurazione è idonea a realizzare un processo di tipo semi-endless.

25 Secondo un'altra caratteristica del trovato, il gruppo di mantenimento e/o eventuale

riscaldamento è costituito da un forno di trasferimento laterale che collega le due linee di colata, poste ciascuna su un rispettivo asse di colata, con la linea di laminazione, posta su un asse di laminazione, che è sfalsato e parallelo agli assi di colata. Il forno di trasferimento laterale è configurato per compensare le differenti produttività della
5 macchina di colata continua e del treno di laminazione.

Il forno di trasferimento laterale ha una lunghezza che può variare almeno da 16 a 80 metri, nel caso specifico, ma, secondo un'ulteriore caratteristica del presente trovato, la suddetta lunghezza viene di volta in volta determinata per ottimizzare le caratteristiche di processo, come nel seguito spiegato in dettaglio.

10 In particolare, la lunghezza del forno risulta un parametro progettuale determinante nel dimensionamento della linea, in quanto è il parametro che permette di individuare il compromesso ottimale tra produttività, risparmio di energia, capacità di accumulo, ingombri, ed altro ancora, come si vedrà meglio nel prosieguo della descrizione.

In una soluzione preferita del trovato, il forno di trasferimento laterale comprende
15 due vie a rulli di infornamento, ciascuna delle quali è disposta in asse con una delle suddette linee di colata, le quali operano con il ritmo della colata continua e permettono l'introduzione in continuo dei segmenti di blumo prodotti dalla colata. I segmenti di blumo in entrata dalle due vie a rulli di infornamento vengono trasferite su un piano di appoggio adiacente, o buffer, mediante dispositivi di trasferimento. Un
20 dispositivo di estrazione provvede successivamente a prelevare dal buffer i segmenti di blumi per disporli su una via a rulli di sfornamento la quale li rende disponibili alla linea di laminazione a valle.

In forme realizzative, entrambe le vie a rulli di infornamento sono provviste di rulli di trascinamento motorizzati per l'avanzamento dei segmenti di blumo i quali sono
25 montati a sbalzo verso l'interno del forno e su alberi motori disposti trasversalmente

alla direzione di avanzamento del prodotto laminato.

Secondo una variante realizzativa i rulli della via a rulli di inforamento più interna al forno sono montati su alberi a doppio supporto che sono disposti esternamente al forno di mantenimento e riscaldamento. In accordo con tale variante realizzativa, i suddetti
5 rulli di trascinamento della via di inforamento più interna sono di dimensioni maggiori rispetto ai rulli della via a rulli di inforamento più esterna. Questa soluzione realizzativa risulta vantaggiosa in quanto si evita di avere un elevato sbalzo degli alberi dei rulli della via a rulli più interna che comporterebbe, nel caso di segmenti di blumi di elevato peso, notevoli sollecitazioni flessionali.

10 La via a rulli di sfornamento è allineata all'asse del treno di laminazione, ed opera con il ritmo del laminatoio posto a valle, in modo da alimentare senza soluzione di continuità i segmenti di blumi al treno di laminazione a valle, e la direzione di avanzamento dal prodotto laminato al suo interno è la stessa della direzione di avanzamento delle linee di colata.

15 In questo modo, in condizioni di messa a regime, la colata continua e la laminazione possono operare in una condizione sostanziale di continuità, avvicinandosi ad una condizione di modalità "endless" pur lavorando con segmenti tagliati a misura e con linea di laminazione disassata rispetto alle due linee di colata.

Il suddetto buffer funge anche come polmone di accumulo dei blumi, per esempio
20 quando occorre superare un'interruzione del processo di laminazione, per incidenti o per cambio programmato dei cilindri o per cambio di produzione, evitando in tal modo perdite di materiale e di energia e, soprattutto, evitando un'interruzione della colata. Il forno permette di accumulare blumi per un tempo che può raggiungere anche 60-80 minuti (alla massima velocità di colata) ed oltre, e comunque variabile in fase di
25 progettazione dell'impianto.

Ciò consente di migliorare notevolmente il fattore di utilizzo dell'impianto.

Grazie alla capacità di accumulo del forno, anche la resa complessiva risulta migliorata per i seguenti motivi:

- si eliminano (o si riducono) il numero delle ri-partenze della colata con conseguente risparmio dello scarto di materiale ad inizio e fine colata;
- si evita di scartare l'acciaio che nel momento di un blocco accidentale del treno di laminazione, per esempio a seguito di un incaglio, si trova dalla paniera (che scarica l'acciaio liquido nel cristallizzatore) ad inizio treno laminazione, oltre a quello rimanente in siviera che spesso non può essere recuperato;
- nel caso di blocco accidentale del treno di laminazione, il blumo già in presa in una o più gabbie può essere riportato all'interno del forno e lì mantenuto, anche in temperatura, evitando lo spezzonamento e quindi la perdita di materiale.

Secondo una formulazione del presente trovato, la lunghezza ottimale del blumo, e quindi del forno di trasferimento laterale che lo deve contenere, viene scelta in funzione della riduzione al minimo della combinazione lineare fra le perdite termiche in detto forno e le perdite di materiale per spuntature, barre corte e incagli.

Secondo un esempio di calcolo, la funzione è espressa secondo la seguente relazione:

$$Ct = Ky \cdot Y + Ke \cdot E;$$

in cui il termine $Ke \cdot E$ rappresenta la perdita economica causata dal consumo energetico per il mantenimento e/o eventuale riscaldamento dei blumi, direttamente proporzionale alla lunghezza Lb del blumo, mentre il termine $Ky \cdot Y$ rappresenta la perdita economica causata da spuntature, incagli e barre corte nel treno di laminazione, inversamente proporzionale a Lb .

Da ciò, esprimendo la stessa in funzione di una sola variabile, ad esempio la

lunghezza del blumo da trattare, ed individuando il punto di minimo di tale funzione, si ricava la lunghezza ottimale del blumo. Il forno di trasferimento laterale avrà una lunghezza ottimale almeno pari a quella del blumo; vantaggiosamente viene previsto un adeguato margine di sicurezza che tenga conto di eventuali blumi tagliati fuori
5 tolleranza, nonché i necessari adattamenti dimensionali e costruttivi.

In questo modo, vengono individuate le condizioni operative ottimali per il coordinamento fra la macchina di colata continua ed il treno di laminazione.

In una forma di realizzazione, non limitativa, l'impianto comprende un gruppo di riduzione aggiuntivo, composto da almeno una gabbia di laminazione, e viene previsto
10 quando si colano sezioni rettangolari allo scopo di riportare la sezione colata di forma allargata a una sezione quadra, tonda, ovale o comunque meno allargata di quella di partenza, affinché sia adatta per alimentare il treno di laminazione.

Tale gruppo viene previsto subito a valle della macchina di colata continua, e su ciascuna linea di colata, quando la velocità di ingresso nella prima gabbia di
15 laminazione è compresa tra circa 0,05 m/s (o meno) e circa 0,08 m/s. Poiché la riduzione avviene sul materiale appena colato, a cuore caldo, si hanno notevoli vantaggi di risparmio energetico.

Invece, nel caso di velocità di ingresso nella prima gabbia compresa tra circa 0,08 m/s e circa 0,1 m/s (o superiore), tale gruppo viene previsto a valle del forno di
20 trasferimento laterale e quindi in testa al gruppo di laminazione.

Rientra nel presente trovato anche un processo di laminazione per la produzione di prodotti lunghi comprendente una fase di colata in continuo di blumi, una fase di mantenimento e/o eventuale riscaldamento di temperatura, ed una fase di laminazione, successiva alla fase di mantenimento e/o eventuale riscaldamento di temperatura, per la
25 produzione di prodotti laminati lunghi.

Secondo un aspetto caratteristico del presente trovato, la fase di colata in continuo viene realizzata in due linee di colata, mentre la fase di mantenimento e/o eventuale riscaldamento prevede di mantenere una pluralità di segmenti di blumi tagliati a misura in una condizione di trasferimento laterale all'interno di un forno, per un tempo correlato alla dimensione in lunghezza e larghezza del forno stesso, e determinato per ottimizzare il collegamento operativo fra colata continua e laminazione. Il processo prevede così di definire un polmone di accumulo tra colata e laminazione con tempo di residenza determinabile in sede di progetto e che può variare da 30 a 80 minuti o più alla massima velocità di colata, viene calcolato in relazione alle condizioni operative dell'impianto e/o al massimo numero di blumi accumulabili all'interno del forno, in relazione anche alla sezione ed alla lunghezza del blumo stesso.

In ulteriori forme realizzative, la linea del presente trovato comprende un primo dispositivo di scagliatura a monte del forno di trasferimento laterale e/o un secondo dispositivo di scagliatura a valle del forno di trasferimento laterale.

ILLUSTRAZIONE DEI DISEGNI

Queste ed altre caratteristiche del presente trovato appariranno chiare dalla seguente descrizione di una forma preferenziale di realizzazione, fornita a titolo esemplificativo, non limitativo, con riferimento agli annessi disegni in cui:

- le figg. 1-4 rappresentano quattro possibili lay-out di un impianto di laminazione secondo il presente trovato;
- la fig. 5 rappresenta un diagramma per il calcolo della lunghezza ottimale del segmento di blumo secondo il presente trovato;
- la fig. 6 rappresenta un esempio numerico di dimensionamento che utilizza il diagramma di fig. 5;
- le figg. 9-12 rappresentano esempi di alcune differenti sezioni colabili con gli

impianti delle figg. 1-4.

- le figg. 13 e 14 rappresentano due viste in sezione di un forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento in due posizioni diverse.

- la fig. 15 rappresenta una vista in sezione di una variante del forno di mantenimento
5 e/o eventuale riscaldamento delle figg. 13 e 14.

DESCRIZIONE DI ALCUNE FORME PREFERENZIALI DI REALIZZAZIONE

Con riferimento alle figure allegate, la fig. 1 illustra un primo esempio di lay-out
10 di un impianto per la produzione di prodotti lunghi secondo il presente trovato.

Il lay-out 10 di fig. 1 comprende, negli elementi essenziali rappresentati, una
10 macchina di colata continua 11 comprendente due linee di colata rispettivamente 21a e 21b, che si sviluppano parallele tra loro, ciascuna delle quali utilizza un cristallizzatore, od altro dispositivo idoneo a colare blumi di sezione quadrata o rettangolare e di varia forma e dimensione, con lati diritti, curvi, concavi o convessi, od altro ancora. Alcuni esempi di sezioni colabili nel contesto del presente trovato
15 sono rappresentati nelle figg. 9-12, che rappresentano rispettivamente una sezione rettangolare a lati diritti e paralleli (fig. 9), una sezione con lati corti con curvatura convessa e lati lunghi diritti e paralleli (fig. 10), una sezione con lati corti aventi una curvatura concava al centro e lati lunghi diritti e paralleli (fig. 11) ed una sezione con
lati corti con curvatura concava e lati lunghi diritti e paralleli (fig. 12).

20 È di tutta evidenza che le stesse considerazioni possono essere fatte anche per blumi a sezione quadrata.

Le due linee di colata 21a e 21b (fig. 1) sono disposte su linee sfalsate ma parallele rispetto alla linea di laminazione 22 stessa ed alimentano entrambe un unico treno di laminazione 16 posto a valle, il quale definisce a sua volta una linea di laminazione
25 22. In tal modo viene concretizzato un processo discontinuo, o semi-endless, ma con

prestazioni che, come si vedrà, e grazie al dimensionamento dei parametri previsto nel presente trovato, sono molto prossime a quelle di un processo senza soluzione di continuità, o endless.

La macchina di colata continua 11 a due linee, secondo il presente trovato,
5 consente di ottenere una produttività oraria che è variabile da 35 ton/h a 240 ton/h a cui corrisponde una produttività annua variabile da 600.000 ton/anno a 1.500.000 ton/anno.

Nello specifico, con velocità di colata comprese fra 4 e 7 m/min, nel caso in cui si colino blumi di sezione quadra di lato compreso fra 130 mm e 160 mm si raggiunge
10 una produttività totale compresa fra 60 e 120 ton/h mentre, nel caso si colino blumi di sezione rettangolare, a parità di velocità di colata e di altezza della sezione rettangolare, si possono raggiungere delle produttività totali comprese fra 60 e 240 ton/h.

A solo titolo esemplificativo, le sezioni colabili, quadrate o rettangolari, possono
15 essere scelte tra 100 mm x 100 mm, 130 mm x 130 mm, 150 mm x 150 mm, 160 mm x 160 mm, 100 mm x 140 mm, 130 mm x 180 mm, 130 mm x 210 mm, 140 mm x 190 mm, 160 mm x 210 mm, 160 mm x 280 mm, 180 mm x 300 mm, 200 mm x 320 mm o dimensioni intermedie. Nel caso di produzione di profili medi possono essere utilizzate anche sezioni dimensionalmente più grosse, ad esempio di circa 300 mm x
20 400 mm e simili.

Vantaggiosamente, nel caso di sezioni rettangolari questo impianto di colata e laminazione continua 10 consente di ottenere blumi con un elevato peso metrico a parità di altezza, o spessore, della sezione.

A valle di ciascuna linea di colata 21a, 21b sono presenti mezzi di taglio a misura
25 12, per esempio una cesoia o un canello di ossitaglio, che tagliano i blumi colati in

Il mandatarario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

segmenti di lunghezza voluta. Vantaggiosamente, i blumi vengono tagliati in segmenti di lunghezza da 1 a 5 volte superiore a quella dell'arte nota e, in accordo con il trovato, è compresa tra 16 e 80 m o più, preferibilmente fra 40 e 60 metri. In tal modo si ottengono blumi di peso elevato, da 5 a 15 volte superiore a quello della tecnica nota e, in accordo con il trovato, è compreso tra 10 e 50 ton.

In questo modo, pur configurandosi tutti i layout 10, 110, 210, 310 come operanti in modalità "semiendless", in quanto partono da segmenti tagliati a misura, i blumi di elevata lunghezza ed elevato peso lineare permettono, in condizioni di messa a regime, di operare in una condizione di sostanziale continuità, ottenendo prestazioni molto prossime a quelle della modalità "endless".

Nei lay-out alternativi 110 e 210 delle figg. 2 e 3, in cui a numeri di riferimento uguali corrispondono componenti uguali o equivalenti, in ciascuna delle due linee di colata 21a e 21b è presente un gruppo aggiuntivo di riduzione/sbozzatura 13, costituito generalmente da 1 a 4 gabbie e, nel caso di specie, da tre gabbie di laminazione 17 alternate verticale/orizzontale/verticale oppure verticale/verticale/orizzontale. E' anche possibile utilizzare una sola gabbia verticale. Tali gabbie 17 vengono utilizzate allo scopo di riportare la sezione colata di forma allargata a una sezione quadra, tonda, ovale o comunque meno allargata di quella di partenza, per renderla idonea alla linea di laminazione 22 nel treno di laminazione 16 posto a valle. Anche se nelle figure esemplificative il numero di gabbie è pari a 3, resta inteso che tale numero può essere selezionato tra 1 e 4, in funzione dei parametri progettuali complessivi delle linee di colata 21a e 21b e dei prodotti da colare in continuo.

Il migliore posizionamento del gruppo aggiuntivo di riduzione/sbozzatura 13 lungo ciascuna linea di colata 21a e 21b compresa da fine colata a inizio del treno di laminazione 16 viene stabilito in relazione alla velocità ottenibile all'ingresso della

prima gabbia del gruppo stesso. Ad esempio (fig. 2), se tale velocità è compresa tra 3 e 4,8 m/min (0,05 m/s e 0,08 m/s), il gruppo di riduzione/sbozzatura 13 viene posizionato subito a valle di ciascuna linea di colata 21a, 21b, a monte dei mezzi di taglio 12, mentre se la velocità di imbocco alla gabbia è maggiore (fig. 1), ad esempio
5 compresa tra 5 e 9 m/min, il gruppo aggiuntivo di riduzione/sbozzatura 13 viene posto in testa al treno di laminazione 16 e a valle di un forno di riscaldamento e/o mantenimento 14, come si vedrà in seguito.

Un altro parametro che può condizionare la scelta di inserire il gruppo aggiuntivo di riduzione/sbozzatura 13 subito a valle della macchina di colata continua e a monte
10 dei mezzi di taglio 12 è il fattore energetico.

Quando la prima riduzione di sezione viene eseguita subito a valle della colata continua, immediatamente dopo la chiusura del cono metallurgico, si hanno ridotti consumi energetici in quanto la riduzione di sezione avviene su un prodotto con cuore ancora molto caldo, e quindi è possibile impiegare una minore forza di schiaccio ed
15 utilizzare gabbie più piccole che richiedono una minor potenza installata.

A valle della macchina di colata continua 11 è disposto un forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento 14 (in seguito riportato semplicemente come forno), del tipo orizzontale a trasferimento laterale, che riceve dalle due linee di colata 21a e 21b i segmenti di blumo forniti dalla colata e tagliati a misura dei mezzi di taglio 12 e li
20 alimenta al treno di laminazione 16 posto a valle lungo un asse di laminazione che è parallelo agli assi delle due linee di colata 21a e 21b.

Vantaggiosamente, le due linee di colata 21a, 21b alimentano i blumi direttamente al forno 14, senza movimentazioni e/o trasferimenti intermedi lungo la linea di colata e con una temperatura media di almeno 1000 °C, preferibilmente compresa tra circa
25 1100 °C e circa 1150 °C. La temperatura media dei blumi in uscita dal forno 14 è

invece compresa tra circa 1050 °C e 1200 °C.

Le due linee di colata 21a e 21b colano in parallelo due blumi, preferibilmente con la stessa sezione, quadrata o rettangolare, i quali entrano nel forno 14 sostanzialmente allineati.

5 In particolare, il forno 14 (figg. 13 e 14) comprende una prima e una seconda sezione di movimentazione 20a e 20b disposte in asse rispettivamente con le due linee di colata 21a e 21b, una terza sezione di movimentazione 24 posta in corrispondenza della linea di laminazione 22, ed un piano di appoggio 23, che funge anche da
10 polmone di accumulo, o buffer, per il contenimento temporaneo dei segmenti di blumi, disposto fra la seconda sezione di movimentazione 20b e la terza sezione di movimentazione 24.

La prima e la seconda sezione di movimentazione 20a e 20b comprendono ciascuna una via a rulli, detta di infornamento, provviste ciascuna di una pluralità di rulli di trascinamento motorizzati 27, rispettivamente 29, disposti sfalsati e distanziati
15 fra loro lungo l'estensione di avanzamento dei blumi, i quali sono montati a sbalzo su alberi 30 e rispettivamente 31, e consentono l'avanzamento dei segmenti di blumi all'interno del forno 14.

Anche la terza sezione di movimentazione 24 è costituita da una via a rulli, detta di sfornamento, analoga alla via a rulli di infornamento della prima sezione di
20 infornamento 20a.

In particolare, gli alberi 31 dei rulli di trascinamento motorizzati 29 della seconda sezione di movimentazione 20b, date le loro elevate estensioni a sbalzo all'interno del forno 14, e date anche le elevate temperature dello stesso, sono rivestiti con anelli in materiale refrattario per proteggerli dalle sollecitazioni termiche e quindi per garantire
25 la loro resistenza meccanica.

Secondo una variante realizzativa del forno 14 (fig. 15), si può prevedere vantaggiosamente che i rulli di trascinamento 29 della sezione di movimentazione 20b siano di diametro superiore rispetto ai rulli di trascinamento 27, e tale per cui l'albero 31 dei suddetti rulli 29 si venga a trovare completamente all'esterno del forno 14 con la possibilità di montarlo su un doppio supporto.

Ciascun albero 31 su cui sono montati i rulli 29 della seconda sezione di movimentazione 20b è quindi montato su una coppia di cuscinetti 35 disposti esternamente al forno 14.

Tale soluzione realizzativa risulta vantaggiosa soprattutto nel caso in cui si colano blumi di elevato peso, in quanto l'albero 31 su cui sono montati i rulli della seconda sezione di movimentazione 20b è meno sollecitato sia meccanicamente che termicamente.

All'interno del forno 14 si realizza inoltre anche il necessario collegamento laterale fra la prima e la seconda sezione di movimentazione 20a e 20b e la terza sezione di movimentazione 24. A tale scopo, il forno 14 comprende anche dispositivi di trasferimento 25 per trasferire i segmenti di blumi verso il piano di appoggio o buffer 23 e dispositivi di estrazione 26 per prelevare i segmenti di blumi presenti nel buffer 23 e caricarli sulla terza sezione di movimentazione 24 la quale li rende disponibili alla linea di laminazione 22.

I dispositivi di trasferimento 25 provvedono a trasferire i segmenti di blumi dalla prima e dalla sezione di movimentazione 20a e 20b verso il buffer 23.

Nella fattispecie, ciascun dispositivo di trasferimento 25 provvede prima a spingere il segmento di blumo dalla prima sezione di movimentazione 20a, il quale, successivamente, va a contatto con il segmento di blumo presente sulla seconda sezione di movimentazione 20b per portarli entrambi verso il buffer 23.

Il posizionamento dei blumi sul buffer 23 dipende dalla particolare condizione operativa in cui si trova l'impianto. Se il buffer è libero, i blumi vengono posizionati nella zona terminale dello stesso adiacente alla terza sezione di movimentazione 24, mentre se sul buffer sono già presenti altri blumi, o perché il laminatoio ha una
5 produttività inferiore a quella della colata o per motivi di fermo della linea di laminazione 22, allora i nuovi blumi in arrivo vengono messi in coda a quelli già accumulati.

I dispositivi di estrazione 26 prelevano i segmenti di blumi dal buffer 23 e li dispongono sulla terza sezione di sfornamento 24 per avviarli alla linea di laminazione
10 22 per la fase di laminazione.

I dispositivi di trasferimento 25 operano con lo stesso ritmo della macchina di colata 11 disposta a monte mentre i dispositivi di estrazione 26 operano con il ritmo del treno di laminazione posto a valle del forno 14.

Il forno 14, oltre a creare il collegamento laterale tra le due linee di colata 21a e
15 21b e la linea di laminazione 22, ha almeno le seguenti funzioni ed opera con le seguenti modalità:

- funge da camera per il solo mantenimento in temperatura dei blumi. In questa configurazione, la camera garantisce il mantenimento della temperatura della carica tra l'ingresso e l'uscita.
- 20 - funge da forno di riscaldamento dei blumi. In questa configurazione, il forno 14 effettua l'innalzamento di temperatura della carica tra l'ingresso e l'uscita, per esempio per ripristinare la temperatura persa quando il gruppo di riduzione aggiuntivo 13 viene previsto subito a valle della colata.

Il forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento 14 funge anche da polmone di
25 trasferimento laterale che può compensare le differenti produttività della macchina di

colata continua 11a due linee e del treno di laminazione 16 posto a valle.

Inoltre, in caso di interruzione di funzionamento del treno di laminazione 16, per incidenti o per cambio programmato dei cilindri o per cambio di produzione, i dispositivi di trasferimento 25 continuano ad accumulare all'interno del forno i blumi
5 in arrivo dalle due linee di colata 21a, 21b fino a riempire il buffer 23, mentre i dispositivi di estrazione 26 restano fermi.

Dopo aver ristabilito la funzionalità del treno, i dispositivi di estrazione 26 ricominciano il loro normale ciclo di funzionamento, mentre i dispositivi di trasferimento 25 procedono nuovamente a traslare i blumi dalla prima e dalla seconda
10 sezione di movimentazione 20a, 20b verso il buffer 23.

Come già detto sopra, il forno 14, per mezzo del buffer 23, permette di effettuare cambi di produzione, sostituendo alcune o tutte le gabbie del treno di laminazione 16, offrendo la possibilità di un buffer time fino a 60/80 minuti, senza la necessità di fermare o rallentare la macchina di colata continua 11.

15 La lunghezza ottimale del blumo colato da ciascuna linea di colata 21a e 21b può essere scelta in funzione della riduzione al minimo di una funzione rappresentante il costo totale specifico dovuto alla perdita di materiale ed ai consumi energetici ovvero della combinazione lineare fra le perdite termiche nel forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento 14 e le perdite di materiale per spuntature, barre corte e incagli nel
20 treno di laminazione 16.

In un caso esemplificativo, la funzione del costo totale C_t è espressa secondo la seguente relazione:

$$C_t = C_y + C_e$$

In cui i termini:

25 - C_y è la perdita economica causata da spuntature, barre corte e incagli nel treno di

laminazione, la quale è inversamente proporzionale alla lunghezza del blumo L_b ed esprimibile anche come $C_y = K_y \cdot Y$, dove K_y rappresenta il costo unitario per perdita di materiale, mentre Y è una funzione esprimibile come: $Y = f_y / (L_b^g)$ ovvero anche come rapporto fra (tonnellate perse/tonnellate prodotte) ed in cui f_y e g sono costanti
5 legate al processo produttivo ovvero al numero di gabbie di laminazione, disposizione delle cesoie, conformazione treno, tipologia di finitura, variabilità produttiva).

- C_e è la perdita economica causata dal consumo energetico per il mantenimento e/o eventuale riscaldamento dei segmenti di blumo, la quale è direttamente proporzionale alla lunghezza del blumo L_b , ed è esprimibile come $C_e = K_e \cdot E$, dove K_e è il costo
10 unitario di combustibile per il riscaldamento del forno ed E è una funzione esprimibile come $E = (NGk + NGv \cdot L_b) / Pr$ [Nm^3 /tonnellata prodotta]. I termini NGk e NGv sono parametri dipendenti dalle caratteristiche del forno laterale mentre Pr è la produttività dell'impianto.

Esplicitando la funzione C_t in funzione della variabile lunghezza L_b del blumo da
15 trattare ed individuando il punto di minimo di questa funzione si ricava la lunghezza ottimale del blumo ottimizzata per ridurre i costi totali di produzione. Il forno 14 che li dovrà contenere avrà una lunghezza almeno pari a quella del segmento di blumo da riscaldare. Si prevede, vantaggiosamente un adeguato margine di sicurezza che tiene conto dei segmenti di blumi tagliati fuori tolleranza, nonché di necessari adattamenti
20 dimensionali.

Per cui la funzione costo totale specifico verrà espressa come:

$$C_t = K_y \cdot f_y / (L_b^g) + K_e \cdot (NGk + NGv \cdot L_b) / Pr$$

derivando e ponendo la derivata uguale zero si ha:

$$DC_t / DL_b = K_y \cdot f_y \cdot (-g) / (L_b^{g+1}) + (K_e \cdot NGv) / Pr = 0$$

25 da cui si ricava:

Il mandatario
STEFANO LIQI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

$$Lottimale = [(Ky \cdot fy \cdot g \cdot Pr)/(Ke \cdot NGv)]^{1/(1+g)}$$

Nel grafico di figura 5 vengono rappresentate le curve relative ai termini Cy e Ce.

Per esempio, nel caso (rappresentato esemplificativamente dal diagramma di fig. 5) di un blumo da 150mmx150mm, con un peso metrico di 177 kg/m, e determinando
5 opportunamente i coefficienti in accordo con prove sperimentali eseguite della Richiedente, si ottiene un punto di minimo della funzione sopra espressa, corrispondente ad una lunghezza ottimale del blumo Lottimale pari a circa 52 m.

In questo modo, vengono individuate le condizioni operative ottimali per il coordinamento fra la macchina di colata continua ed il treno di laminazione.

10 La Tabella di fig. 6 illustra un raffronto comparativo tra un impianto di laminazione di prodotti lunghi a due linee di colata che producono un blumo di sezione quadrata di 150mmx150mm, ed un impianto di laminazione di raffronto della tecnica nota che, a pari produttività e sezione colata, utilizza invece quattro linee di colata, sempre associate ad un unico treno di laminazione.

15 Come si vede dalla Tabella, la lunghezza ottimizzata del blumo, è secondo il trovato, pari a 52 metri, pertanto risulta notevolmente superiore, anche in peso, ai corrispondenti valori riferiti all'impianto convenzionale a quattro linee di colata.

La resa è molto aumentata grazie alla minore perdita di materiale per spuntature lungo il treno di laminazione 16 e per l'eliminazione di barre corte.

20 Un altro parametro di particolare rilevanza è la netta riduzione del consumo di gas naturale per l'alimentazione al forno 14, fino al 50%, rispetto alle soluzioni tradizionali.

Il grafico di fig. 7 rappresenta un confronto fra la soluzione secondo il presente trovato (colonne a sinistra) e la soluzione della tecnica nota (colonne a destra)
25 rispettivamente dei suddetti risparmi in termini di efficienza operativa (prima colonna)

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

e di materiale (seconda colonna).

Il grafico di fig. 8 rappresenta un confronto del consumo di gas naturale della soluzione secondo il presente trovato (colonne di sinistra) e delle soluzioni convenzionali a linee di colata multiple e lunghezza di blumo inferiore a 16 m
5 (colonna di destra).

Il lay-out 210 di fig. 3 differisce rispetto a quelli delle figg. 1 e 2 per il fatto di presentare un induttore 15 subito all'uscita del forno 14, mentre il lay-out di fig. 4 differisce dagli altri per il fatto che l'induttore 15 è posto in una posizione intermedia tra le gabbie 17 del treno di laminazione 16.

10 Tale induttore 15 ha la funzione di portare la temperatura dei blumi a valori idonei per la laminazione almeno nel caso in cui la temperatura di sfornamento è di circa 1050 °C o più bassa. Per esempio, quando il gruppo di riduzione aggiuntivo 13 viene previsto subito a valle della colata (fig. 3) e il forno 14 effettua il solo mantenimento, allora l'induttore 15 in uscita del forno 14 provvede a ripristinare la temperatura persa
15 nel gruppo di riduzione aggiuntivo 13.

Il numero di gabbie di laminazione 17 impiegate nel treno 16 è variabile da 3-4 a 15-18 e più in relazione alla tipologia di prodotto finale da ottenere, allo spessore del prodotto colato, alla velocità di colata e ad altri parametri ancora.

A monte del treno di laminazione 16, od in posizione intermedia ad esso, possono
20 essere presenti cesoie di spuntatura, cannelli di ossitaglio, di emergenza, di rottamatura, tutti identificati generalmente con il numero di riferimento 18. Altri componenti noti nella tecnica, quali scagliatori, misuratori, ecc., non illustrati, sono normalmente presenti lungo tutti i layout 10, 110, 210, 310 presenti nella figure allegate.

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLR S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per realizzare prodotti laminati metallici lunghi, **caratterizzato dal fatto di** comprendere le seguenti fasi:

- colata continua, realizzata da una macchina di colata (11) a due linee di colata (21a, 21b), ciascuna di dette due linee di colata (21a, 21b) colando un prodotto di sezione quadrata, rettangolare od equivalente, con rapporto tra lato maggiore e lato minore della sezione compreso fra 1 e 4;
- taglio a misura del prodotto colato da ciascuna linea di colata (21a, 21b) a definire un segmento di lunghezza compresa tra 16 e 80 m e di peso compreso tra 10 e 50 ton;
- introduzione diretta di ciascun segmento, avente una temperatura media di almeno 1000 °C - 1150 °C, in un forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento (14), comprendente una prima e una seconda sezione di movimentazione (20a, 20b) disposte ciascuna in asse rispettivamente con una delle due linee di colata (21a, 21b) per ricevere un rispettivo segmento;
- trasferimento laterale di ciascun segmento all'interno del forno (14) per disporlo in una terza sezione di movimentazione (24) disposta parallela e disassata rispetto a dette prima e seconda sezione di movimentazione (20a, 20b) ed allineata ad un asse di laminazione di una linea di laminazione (22) parallela e sfalsata rispetto alle due linee di colata (21a, 21b);
- riduzione della sezione in un treno di laminazione (16) definente detto asse di laminazione.

2. Procedimento come alla rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto che** la lunghezza ottimale di detto segmento tagliato a misura, a cui è correlata la lunghezza del forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento (14), viene calcolata in

funzione della riduzione al minimo della combinazione lineare fra le perdite termiche nel forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento (14) e le perdite di materiale, ad esempio per i tagli di testa e di coda, utilizzando la seguente formula:

$$Ct = Ky \cdot Y + Ke \cdot E;$$

- 5 in cui il termine $Ke \cdot E$ rappresenta la perdita economica causata dal consumo energetico del forno (14) mentre il termine $Ky \cdot Y$ rappresenta la perdita economica causata dalle spuntature, incagli e barre corte nel treno di laminazione (16).
3. Procedimento come alla rivendicazione 1 o 2, **caratterizzato dal fatto che** detta macchina di colata continua (11) a due linee di colata (21a, 21b) opera ad una
10 velocità di colata compresa tra 3 e 9 m/min.
4. Procedimento come ad una o l'altra delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che** la sezione del prodotto colato ha una superficie pari a quella di un quadrato equivalente di lato da 100 a 300 mm.
5. Procedimento come ad una o l'altra delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato**
15 **dal fatto che** prevede una fase di riduzione/sbozzatura del prodotto colato eseguita da un gruppo di riduzione aggiuntivo (13) composto da almeno una gabbia di laminazione.
6. Procedimento come alla rivendicazione 5, **caratterizzato dal fatto che** detta fase di riduzione/sbozzatura viene prevista a monte del forno di mantenimento e/o eventuale
20 riscaldamento (14) quando la velocità di ingresso nella prima gabbia di laminazione di detto gruppo di riduzione aggiuntivo (13) è compresa tra circa 0,05 m/s, o inferiore, e circa 0,08 m/s, ed a valle del forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento (14) quando la velocità di ingresso nella prima gabbia è compresa tra circa 0,08 m/s e circa 0,1 m/s, o superiore.
- 25 7. Procedimento come ad una o l'altra delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato**

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

dal fatto che prevede una fase di riscaldamento rapido eseguita da un induttore (15) posto subito all'uscita del forno di riscaldamento e/o mantenimento (14), e/o in una posizione intermedia tra le gabbie (17) del treno di laminazione (16).

8. Linea di colata e laminazione continua per realizzare prodotti laminati metallici

5 lunghi, **caratterizzato dal fatto di** comprendere:

- una macchina di colata continua (11) a due linee di colata (21a, 21b), ciascuna atta a colare un prodotto di sezione quadrata, rettangolare od equivalente, con rapporto tra lato maggiore e lato minore della sezione compreso fra 1 e 4;

10 - mezzi di taglio (12) a misura del prodotto colato a definire un segmento di lunghezza compresa tra 16 e 80 m e di peso compreso tra 10 e 50 ton;

- un forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento (14) comprendente una prima sezione di movimentazione (20a) ed una seconda sezione di movimentazione (20b) disposte ciascuna in asse rispettivamente con una delle due linee di colata (21a, 21b); una terza sezione di movimentazione (24) del prodotto colato disposta
15 parallela e disassata rispetto a dette prima sezione di movimentazione (20a) e seconda sezione di movimentazione (20b) ed allineata ad un asse di laminazione, di una linea di laminazione (22), parallelo e sfalsato rispetto alle linee di colata (21a, 21b); e dispositivi di trasferimento (25) conformati per movimentare il prodotto colato da dette prima sezione di movimentazione (21a) e seconda sezione di
20 movimentazione (21b) ad un buffer (23) di detto forno (14) e dispositivi di estrazione (26) conformati per prelevare il prodotto colato da detto buffer (23) e caricarli in detta terza sezione di movimentazione (24);

- un treno di laminazione (16) definente detto asse di laminazione.

9. Linea come nella rivendicazione 8, **caratterizzata dal fatto che** dette prima
25 sezione di movimentazione (20a) e detta seconda sezione di movimentazione (20b)

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

di detto forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento (14), comprendono ciascuna rulli di trascinamento motorizzati (27, 29) disposti sfalsati e distanziati fra loro lungo l'estensione di avanzamento dei blumi i quali sono montati a sbalzo su rispettivi alberi (30, 31).

5 10. Linea come nella rivendicazione 8, **caratterizzata dal fatto che** dette prima sezione di movimentazione (20a) e seconda sezione di movimentazione (20b) di detto forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento (14), comprendono rulli di trascinamento motorizzati (27, 29) in cui i rulli di trascinamento motorizzati (27) della prima sezione di movimentazione (20a) più esterna al forno (14) sono montati
10 a sbalzo su rispettivi alberi (31) ed i rulli di trascinamento motorizzati (29) della seconda sezione di movimentazione (20b) più interna al forno (14) sono montati su rispettivi alberi (31) a doppio supporto (35) disposti esternamente al forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento (14).

11. Linea come nelle rivendicazioni da 8 a 10, **caratterizzata dal fatto che** la
15 lunghezza ottimale di detto segmento tagliato a misura, a cui è correlata la lunghezza del forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento (14), è funzione della riduzione al minimo della combinazione lineare fra le perdite termiche nel forno di mantenimento e/o eventuale riscaldamento (14) e le perdite di materiale, utilizzando la seguente formula:

20 $Ct = Ky \cdot Y + Ke \cdot E;$

in cui il termine $Ke \cdot E$ rappresenta la perdita economica causata dal consumo energetico del forno (14) mentre il termine $Ky \cdot Y$ rappresenta la perdita economica causata dalle spuntature, incagli e barre corte nel treno di laminazione (16).

12. Linea come nelle rivendicazioni da 8 a 11, **caratterizzata dal fatto che** nel tratto
25 di linea compreso tra l'uscita della macchina di colata (11) a due linee di colata (21a,

21b) e l'ingresso nel treno di laminazione (16), è previsto un gruppo di riduzione aggiuntivo (13) composto da almeno una gabbia di laminazione.

p. Danieli & C. OFFICINE MECCANICHE S.p.A.

Il mandatarario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

CLAIMS

1. Method to make long rolled metal products, **characterized in that** it comprises the following steps:
- continuous casting, made by a continuous casting machine (11) to two casting
 - 5 lines (21a, 21b), each of said two casting lines (21a, 21b) casting a product with a square, rectangular or equivalent section, with a ratio between the larger side and the shorter side of the section comprised between 1 and 4;
 - shearing to size of the cast product by each casting line (21a, 21b) so as to define a segment comprised between 16 and 80 m in length and comprised between 10
 - 10 and 50 tons in weight;
 - direct introduction of each segment, having an average temperature of at least 1000°C – 1150°C, into a maintenance and/or possible heating furnace (14), comprising a first and a second movement section (20a, 20b) each disposed in axis respectively with one of the two casting lines (21a, 21b) in order to receive a
 - 15 respective segment;
 - lateral transfer of each segment inside the furnace (14) in order to dispose it in a third movement section (24) disposed parallel and misaligned with respect to said first and said second movement section (20a, 20b) and aligned to a rolling axis of a rolling line (22) parallel and offset with respect to the two casting lines (21a, 21b);
 - 20 - reduction of the section in a rolling train (16) defining said rolling axis.
2. Method as in claim 1, **characterized in that** the optimal length of said segment sheared to size, to which the length of the maintenance and/or possible heating furnace (14) is correlated, is calculated according to the reduction to the minimum of the linear combination of the heat losses in the maintenance and/or possible
- 25 heating furnace (14) and the losses of material, for example due to the shearing of

the leading and tail ends, using the following formula:

$$Ct = Ky \cdot Y + Ke \cdot E;$$

where $Ke \cdot E$ represents the economic loss caused by the energy consumption of the furnace (14) while the term $Ky \cdot Y$ represents the economic loss caused by the

5 croppings, blockages and short bars in the rolling train (16).

3. Method as in claim 1 or 2, **characterized in that** said continuous casting machine (11) with two casting lines (21a, 21b) operates at a casting speed comprised between 3 and 9 m/min.

4. Method as in any claim hereinbefore, **characterized in that** the section of the
10 cast product has a surface equal to that of a square with equivalent sides from 100 to 300mm.

5. Method as in any claim hereinbefore, **characterized in that** it provides a reduction/ roughing step of the cast product carried out by an additional reduction unit (13) consisting of at least one rolling stand.

15 6. Method as in claim 5, **characterized in that** said reduction/roughing step is provided upstream of the maintenance and/or possible heating furnace (14) when the entrance speed into the first rolling stand of said additional reduction unit (13) is comprised between about 0.05 m/s, or less, and about 0.08 m/s, and downstream of the maintenance and/or possible heating furnace (14) when the entrance speed
20 into the first stand is comprised between about 0.08 m/s and about 0.1 m/s, or more.

7. Method as in any claim hereinbefore, **characterized in that** it provides a rapid heating step carried out by an inductor (15) located immediately at the exit of the heating and/or maintenance furnace (14), and/or in an intermediate position
25 between the stands (17) of the rolling train (16).

8. Continuous casting and rolling line to make long rolled metal products, **characterized in that** it comprises:

- a continuous casting machine (11) with two casting lines (21a, 21b), each able to cast a product with a square, rectangular or equivalent section, with a ratio between the larger side and the shorter side of the section comprised between 1 and 4;
- means (12) for shearing to size of the cast product to define a segment comprised between 16 and 80 m in length and between 10 and 50 tons in weight;
- a maintenance and/or possible heating furnace (14) comprising a first movement section (20a) and a second movement section (20b) each disposed in axis respectively with one of the two casting lines (21a, 21b); a third movement section (24) of the cast product disposed parallel and misaligned with respect to said first movement section (20a) and second movement section (20b) and aligned to a rolling axis of a rolling line (22), parallel and offset with respect to the rolling lines (21a, 21b); and transfer devices (25) conformed to move the cast product from said first movement section (21a) and second movement section (21b) to a buffer (23) of said furnace (14) and extraction devices (26) conformed to take the cast product from said buffer (23) and load them into said third movement section (24);
- a rolling train (16) defining said rolling axis.

9. Line as in claim 8, **characterized in that** said first movement section (20a) and said second movement section (20b) of said maintenance and/or possible heating furnace (14) each comprise motorized drawing rolls (27, 29) disposed offset and distanced with respect to each other along the extension of feed of the blooms which are mounted cantilevered on respective shafts (30, 31).

10. Line as in claim 8, **characterized in that** said first movement section (20a) and second movement section (20b) of said maintenance and/or possible heating

furnace (14) comprise motorized drawing rolls (27, 29) wherein the motorized drawing rolls (27) of the first movement section (20a) more external to the furnace (14) are mounted cantilevered on respective shafts (31) and the motorized drawing rolls (29) of the second movement section (20b) more internal to the furnace (14) are assembled on respective shafts (31) with double support (35) disposed externally to the maintenance and/or possible heating furnace (14).

11.Line as in claims 8 to 10, **characterized in that** the optimal length of said segment sheared to size, to which the length of the maintenance and/or heating furnace (14) is correlated, is a function of the reduction to the minimum of the linear combination of the heat losses in the maintenance and/or possible heating furnace (14) and the losses of material, using the following formula:

$$Ct = Ky \cdot Y + Ke \cdot E;$$

where $Ke \cdot E$ represents the economic loss caused by the energy consumption of the furnace (14) while the term $Ky \cdot Y$ represents the economic loss caused by the croppings, blockages and short bars in the rolling train (16).

12.Line as in claims 8 to 11, **characterized in that** in the section of line comprised between the exit of the casting machine (11) with two casting lines (21a, 21b) and the entrance into the rolling train (16), an additional reduction unit (13) is provided composed of at least one rolling stand.

20 For Danieli & C. OFFICINE MECCANICHE S.p.A.

Il mandatario
STEFANO LIGI
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

1/9

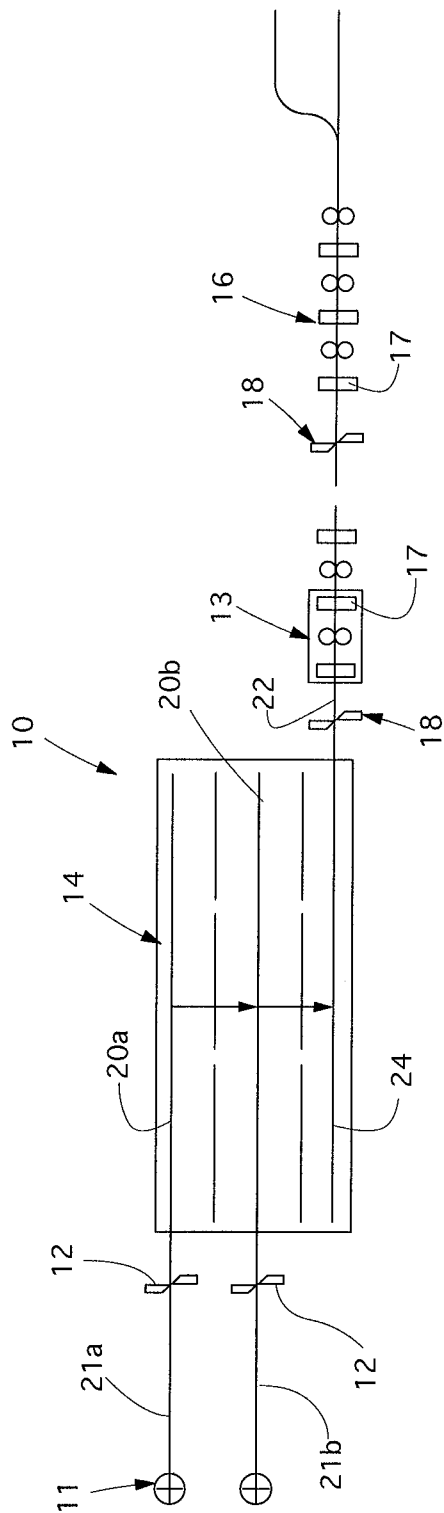


fig. 1

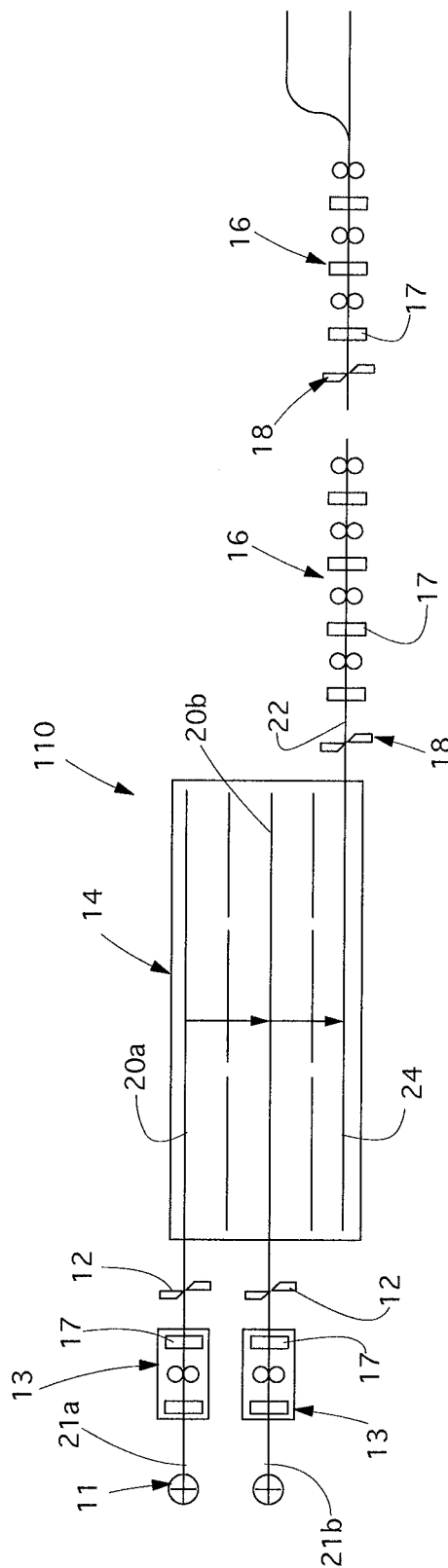


fig. 2

2/9

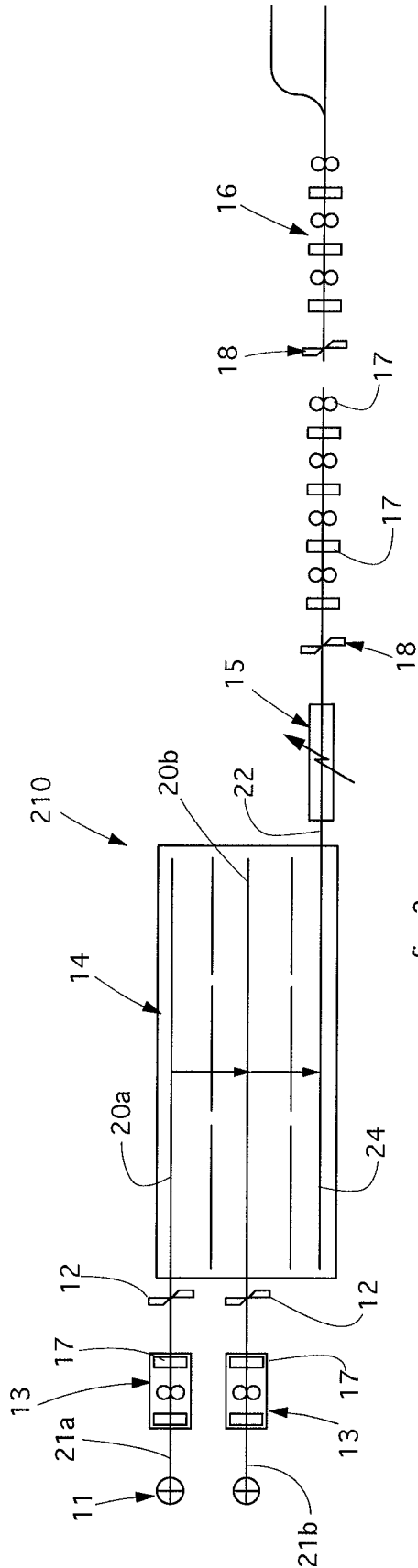


fig. 3

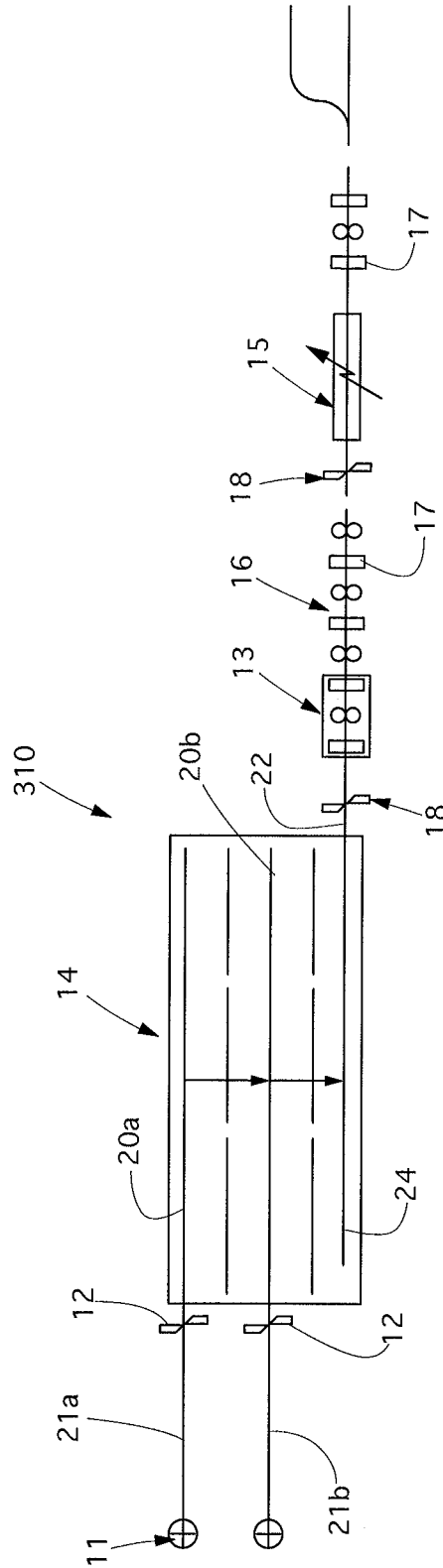


fig. 4

3/9

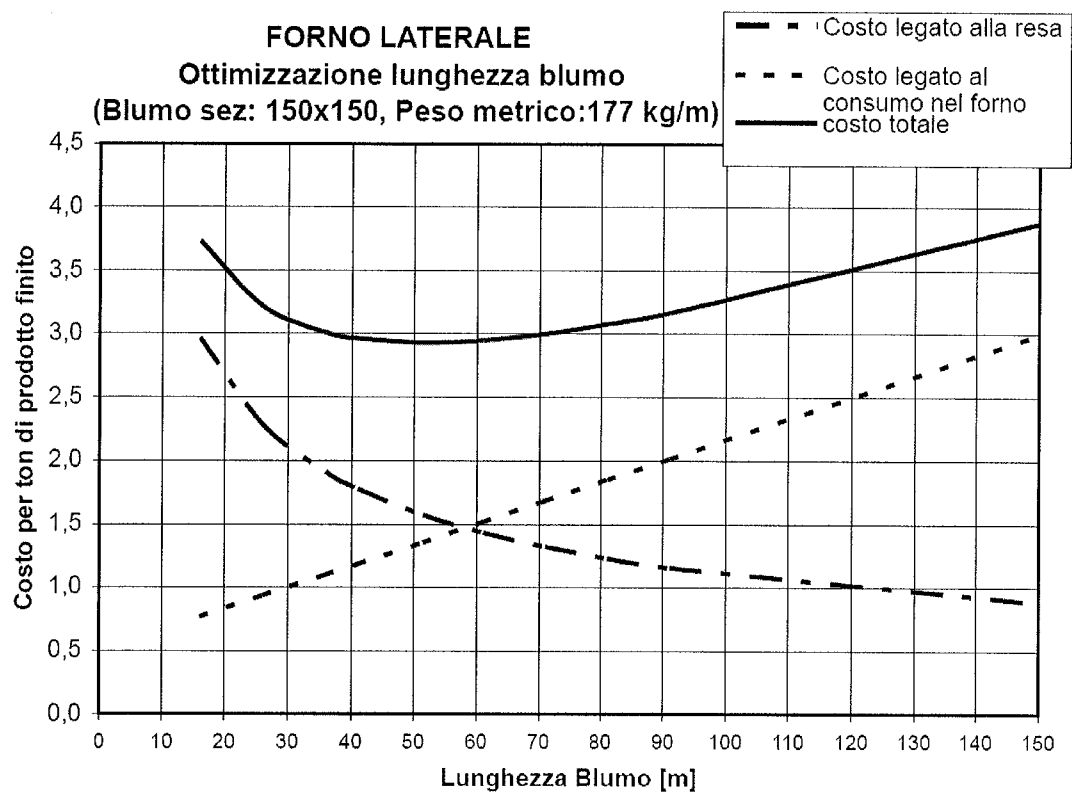


fig. 5

4/9

		SEMI-ENDLESS	
Dimensioni nominali sezione blumo	mm	150x150	150x150
Velocità di colata	m/min	5,7	2,8
N° linee colata		2	4
Produttività oraria	t/ora	120	120
Produttività annua	t/anno	800000	800000
Peso metrico blumo	t/m	0,177	0,177
Lunghezza blumo	m	52 ottimizzata	14 standard
Peso totale blumo	t	9	2,5
Tempo perso per incagli di punta	h	90	326
perdita di efficienza %	%	1,19%	4,30%
Perdita totale materiale per incagli nel treno	t	440	1,631
Perdita totale materiale per incagli nel treno	%	0,05%	0,20%
Perdita totale materiale per spuntature treno e finitura e per barre corte (endless 0.4%)	%	0,75%	1,70%
Scaglia nel forno di mantenimento/riscaldamento	%	0,20%	0,80%
Resa totale (forno+treno+finitura)	%	99,02%	97,30%
Buffer time forno mant./risc.	min	45	0
Consumo gas naturale forno	Nm ³ /h	900	1800
	Nm ³ /t	7,5	15
Consumo gas naturale forno relativo alla sol. tradizionale	%	50%	100%

NB: tempo di produzione considerato al netto della manutenzione programmata	h	7577
---	---	------

fig. 6

5/9

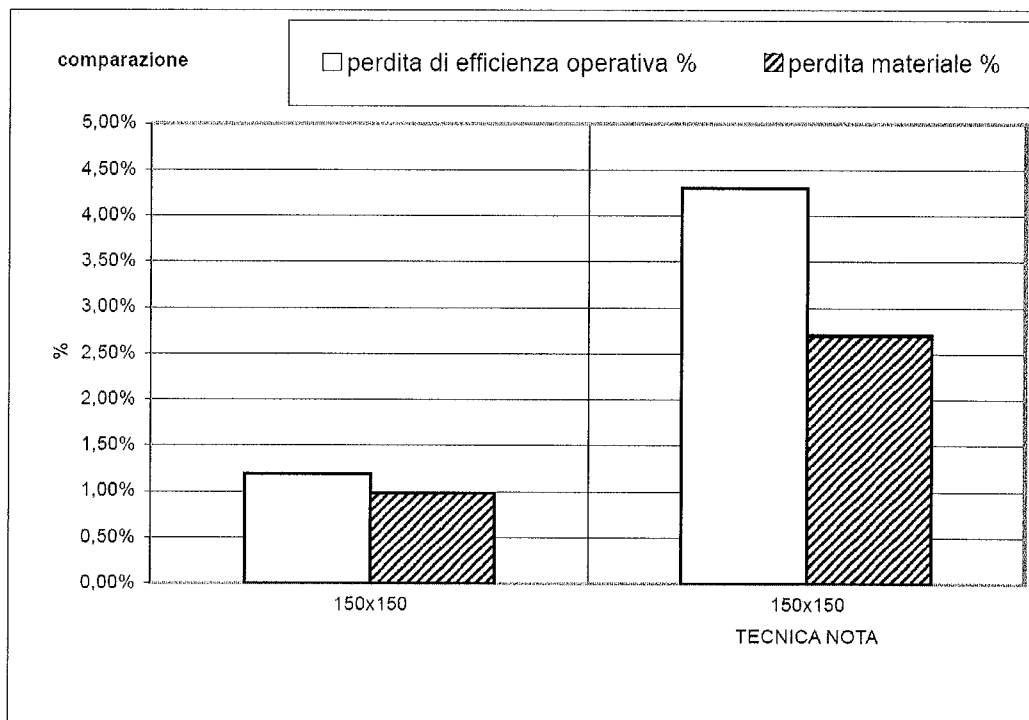


fig.7

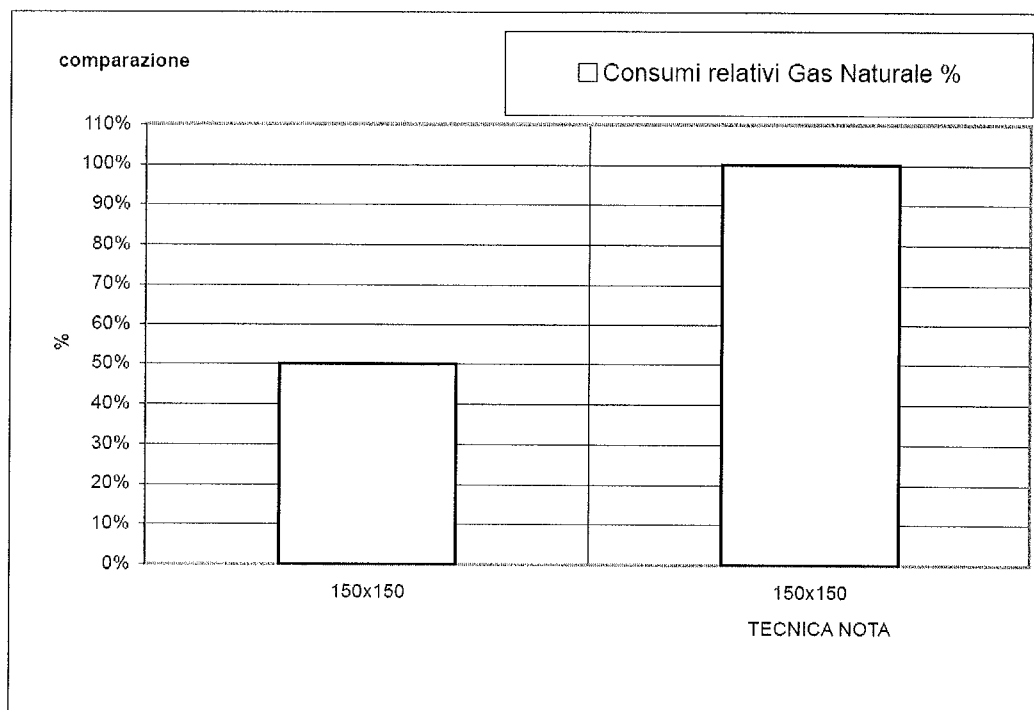


fig. 8

6/9

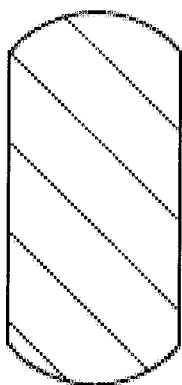


fig. 10

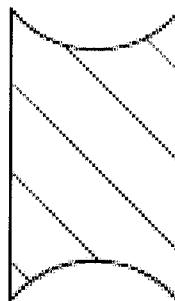


fig. 12

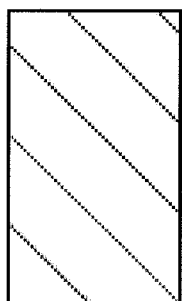


fig. 9

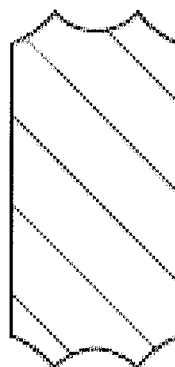


fig. 11

7/9

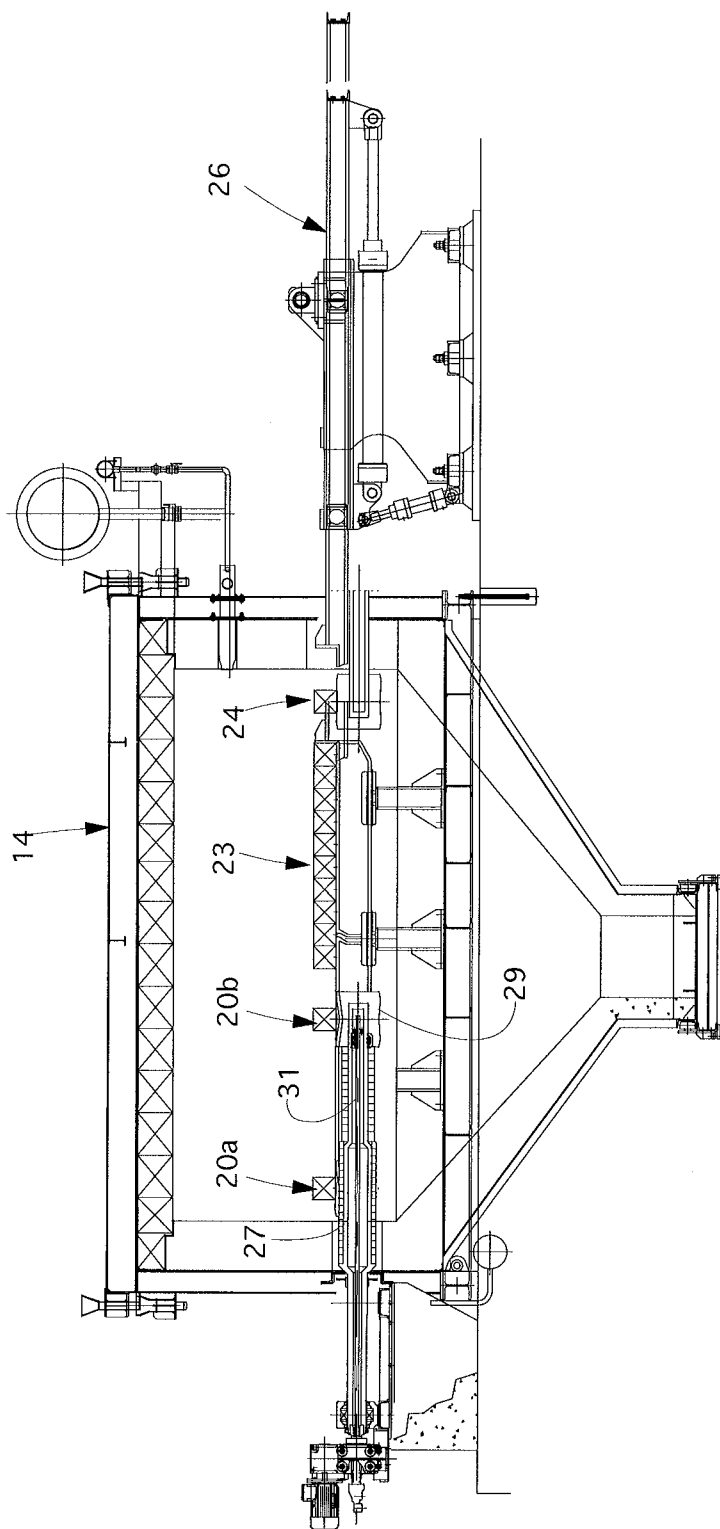


fig. 13

8/9

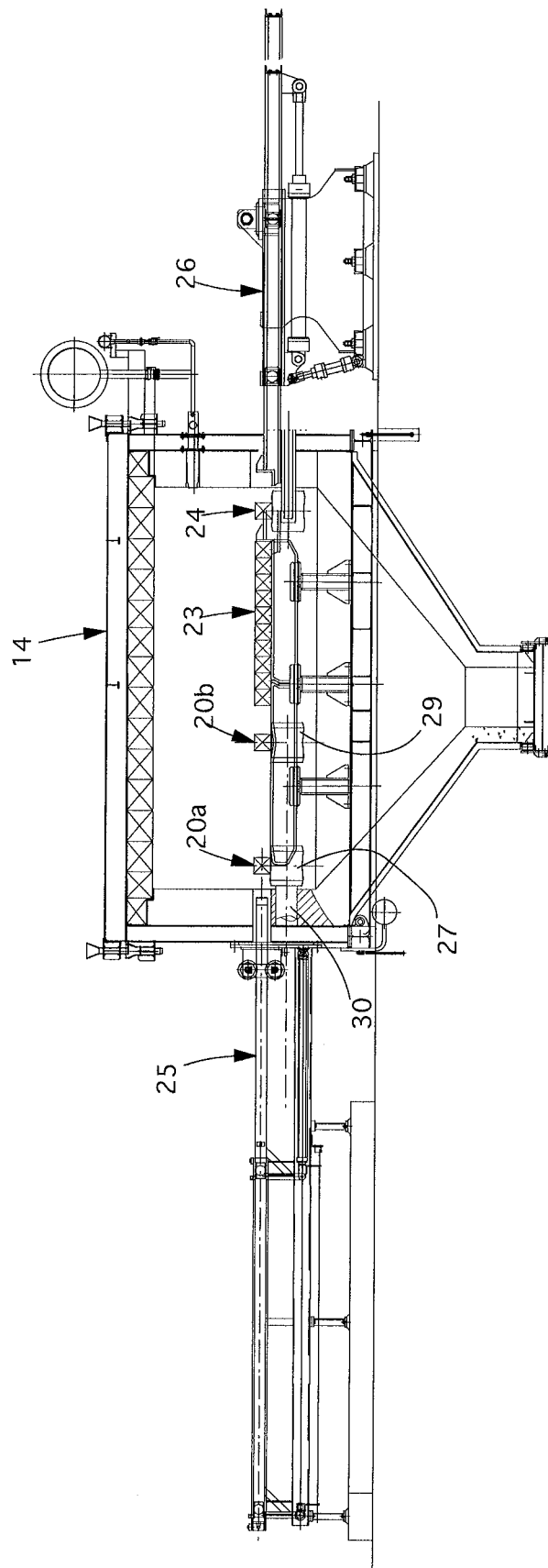


fig.14

9/9

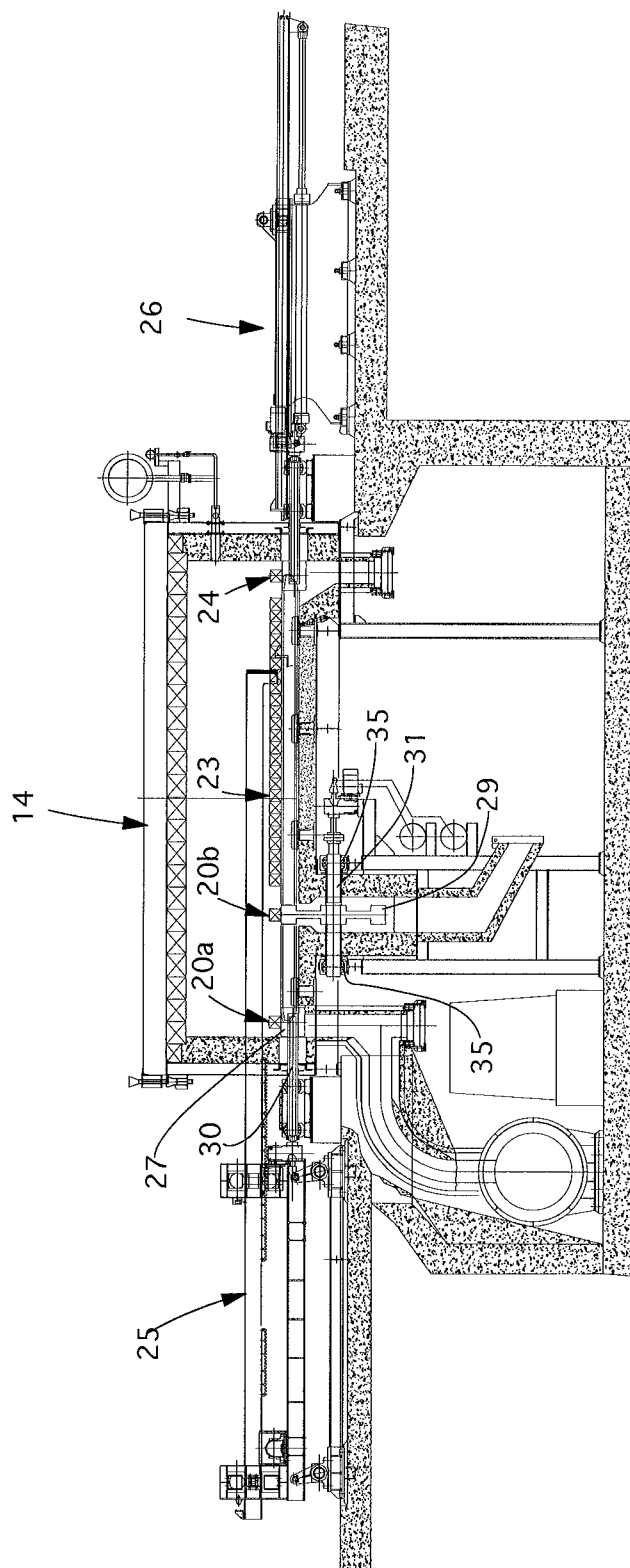


fig. 15