



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102007901542561
Data Deposito	19/07/2007
Data Pubblicazione	19/01/2009

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	21	B		

Titolo

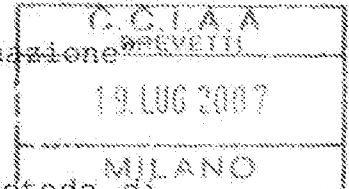
METODO DI CLASSIFICAZIONE DI DIFETTI E DI GESTIONE DELLA RETTIFICA DI CILINDRI  
DI LAMINAZIONE

Titolare: TECHINT COMPAGNIA TECNICA

MI2007 AOO 1440

INTERNAZIONALE S.p.A.

Titolo: "Metodo di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione"



\* \* \*

La presente invenzione si riferisce ad un metodo di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione.

I cilindri di laminazione sono componenti meccanici di alto costo particolarmente critici per il conseguimento delle caratteristiche di qualità di lamiera e di altri prodotti di acciaieria.

I cilindri sono elementi in movimento in diretto contatto con il prodotto, pertanto il loro tasso di usura è molto elevato e la loro gestione risulta particolarmente costosa. Inoltre, una loro rottura può generare un danno produttivo particolarmente rilevante.

Data la criticità di tali elementi ed il loro costo, è prevista, associata alle linee di laminazione, un'area di acciaieria destinata alla loro rilavorazione ed alla loro rettifica o ricondizionamento.

Tale sezione, detta "Roll Shop", è formata da una pluralità di macchine rettificatrici, da sistemi di

movimentazione e stoccaggio dei cilindri stessi, nonché da dispositivi di misura delle loro caratteristiche geometriche e di diagnostica dei difetti generati dall'uso.

I dispositivi di misura e diagnostica prevedono ad esempio l'impiego di sistemi di Controllo Non Distruttivo (CND). A volte, tali dispositivi sono implementati nelle macchine rettificatrici stesse.

Dai risultati delle ispezioni effettuate dai dispositivi di misura e diagnostica viene definita la destinazione del cilindro: un cilindro può essere, ad esempio, scartato o declassato ad un impiego in gabbie meno critiche, oppure ancora ricondizionato all'uso precedente attraverso una rettifica per il suo reintegro funzionale.

Al fine di mantenere sotto controllo la lavorazione, la pratica operativa prevede ad oggi, l'alternanza tra operazioni di rettifica ed ispezioni.

La casistica di difettologie riscontrabili è quanto mai vasta, prendendo in considerazione difetti di tipo meccanico, metallurgico o termico.

Difetti di tipo meccanico possono ad esempio derivare da urti dovuti ad incagli della testa della lamiera entrante o "colpi di coda" della lamiera uscente, oppure dalla fatica superficiale che genera cricche

sottocutanee, o possono essere il risultato di difetti di fabbricazione del cilindro.

Difetti di tipo metallurgico possono ad esempio essere dovuti ad incrudimenti per vibrazioni della gabbia o per l'instaurarsi di fenomeni di risonanza tra gabbia e lamiera.

Difetti di tipo termico possono ad esempio formarsi in seguito al ristagno di lamiere incandescenti bloccate da incagli in altre sezioni del laminatoio. È, inoltre, possibile che ulteriori danneggiamenti siano introdotti dalla stessa operazione di rettifica. Sono da ascrivere a questa classe di difetti le bruciature causate dalla mola (*wheel burn*), alcuni errori di forma nonché fenomeni di risonanza tra mola di rettifica e cilindro.

Ciascuna delle difettologie sopra citate genera un rischio di rottura catastrofica del cilindro che deve essere presa in considerazione per la determinazione dei parametri di rettifica, quali la quantità di materiale da asportare o la frequenza dei cicli di analisi.

Ad esempio nel caso di difetti di ordine meccanico, in special modo le cricche, questi devono essere estirpati nella loro totalità.

Difetti termici, invece, possono essere meno critici

e non alterare significativamente la sicurezza di applicazione del cilindro. La criticità dei difetti termici dipende principalmente dalla gabbia in cui verrà montato il cilindro, e si traduce in soglie diverse di accettazione del difetto termico per gabbie diverse. Tali soglie sono tuttavia sempre uguali o maggiori delle soglie di accettabilità di un difetto meccanico.

Una prassi di trattamento oggigiorno impiegata, prevede che il cilindro sia caratterizzato nelle sue dimensioni geometriche, in termini di errore di forma e caratteristiche di rugosità e durezza superficiale, mentre il materiale costituente il cilindro viene ispezionato in superficie ed in profondità con dispositivi più o meno automatici impieganti CND, ed in particolare correnti indotte (eddy current) ed ultrasuoni.

Le operazioni di rettifica vengono successivamente differenziate in base alla tipologia di difetti riscontrati, ed in particolare tra cricche di tipo meccanico e cricche di tipo termico.

La ragione per cui è vantaggioso differenziare tra cricche termiche e cricche meccaniche è che si possono usare delle soglie di accettabilità più alte per le cricche termiche rispetto alle cricche

meccaniche.

La classificazione dei difetti e l'applicazione di soglie diverse permette di rimuovere meno materiale dalla superficie dei cilindri laddove il difetto è superiore alla soglia usata per le cricche meccaniche ma inferiore alla soglia usata per le cricche termiche.

Entrambi i difetti (cricche meccaniche e cricche termiche) sono individuabili dai dispositivi di misura e diagnostica a correnti indotte, ma tali dispositivi non sono in grado di differenziare tra i due tipi di difetti.

Pertanto, è nota l'analisi da parte di una persona esperta della mappa dei difetti letti dal dispositivo a correnti indotte rappresentativa di tutta la superficie dei cilindri, analizzandone la forma, la distribuzione, localizzando e caratterizzando le aree che potrebbero essere parte di cricche termiche.

Una volta classificato manualmente il difetto, l'operatore esperto decide i parametri di lavorazione per la rettifica, ossia quanto materiale rimuovere dal cilindro per portare il difetto sotto alla soglia applicabile per quel tipo di difetto.

La produttività e i costi di ricambio dei cilindri di laminatoio dipende, pertanto, principalmente dalla

reale esperienza e bravura dell'operatore esperto che giudica la difettologia e definisce i parametri di lavorazione.

Alla fine del ciclo di rettifica viene valutato se il cilindro può essere accettato così come è per essere inviato in laminatoio oppure se l'operazione di rettifica deve proseguire, oppure ancora se il cilindro va destinato ad una gabbia differente.

L'accettabilità di un cilindro per la sua rimessa in esercizio dipende largamente dalla tipologia di difetto presente, dalla sua severità e dai livelli di accettabilità specifici della particolare acciaieria. Anche tale valutazione viene ad oggi demandata all'analisi di un operatore esperto.

Sulla base dei risultati di tali controlli e delle specifiche di accettabilità interne dell'acciaieria, è pertanto il giudizio dell'operatore esperto a sancire il buon esito dell'operazione di rettifica eseguita.

Le specifiche di accettazione utilizzate in acciaieria, quanto a soglia di accettabilità della difettologia, variano in funzione della tipologia di cilindro, della sede del suo utilizzo e della natura del difetto.

In caso di dubbio sulla determinazione della classe

di difetto riscontrata, per la definizione dell'entità dell'intervento l'operatore esperto tende in genere ad optare per quella più grave tra quelle possibili. Inoltre, vi è una tendenza a sopravvalutare la severità del difetto, asportando così più materiale di quanto dovuto e riducendo, in tal modo, anche la reale vita operativa del cilindro. Tutto ciò concorre alle spese generali di gestione del laminatoio, costituendone una voce rilevante.

Inoltre, rettificare porta via anche tempo, e quindi togliere materiale inutile costa anche in termini di tempo macchina ed operatore.

È, infine, da tener presente l'elevato tasso evolutivo del settore dei cilindri da laminatoio con il frequente inserimento di nuovi prodotti basati su nuovi materiali e diverse tecnologie costruttive nonché di materiali per la rettifica che abbisognano di specifiche conoscenze per il loro uso ottimale.

In tali condizioni è chiaro che il personale umano è comunque soggetto ad errori ed interpretazioni non corrette, strettamente dipendenti dal livello di apprendimento raggiunto.

Scopo generale della presente invenzione è quello di risolvere gli inconvenienti sopra citati della tecnica nota sopra descritta in una maniera



estremamente semplice, economica e particolarmente funzionale.

Altro scopo della presente invenzione è quello di individuare un metodo di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione che operi una classificazione automatica dei difetti, almeno in cricche termiche e meccaniche.

Ulteriore scopo della presente invenzione è quello di escogitare un metodo di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione che determini in maniera automatica i parametri di rettifica eliminando così imprecisioni dovute alla soggettività del giudizio umano, e rendendo disponibili queste tecniche anche laddove gli operatori non abbiano conoscenze specifiche sul processo di classificazione dei difetti.

Non ultimo scopo della presente invenzione è quello di ideare un metodo di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione che sia in grado di definire automaticamente la destinazione del cilindro: produzione, scarto o rettifica.

Altro scopo della presente invenzione è quello di escogitare un metodo di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di

laminazione che assicuri risultati ottimali anche se applicato a nuovi prodotti, riducendo al minimo il tempo di apprendimento necessario.

In vista degli scopi suddetti, secondo la presente invenzione, si è pensato di realizzare un metodo di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione, avente le caratteristiche esposte nelle rivendicazioni allegate.

Le caratteristiche della presente invenzione ed i suoi vantaggi nei confronti della tecnica conosciuta risulteranno ancora più chiari ed evidenti da un esame della descrizione seguente, riferita ai disegni allegati, che illustrano un metodo di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione implementato secondo i principi innovativi dell'invenzione stessa.

Nei disegni:

- la figura 1 è uno schema a blocchi che illustra il metodo di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione secondo la presente invenzione;

- la figura 2 è uno schema a blocchi che illustra un processo di gestione del recupero del danneggiamento di cilindri di laminazione impiegante il metodo

secondo la presente invenzione.

Con riferimento ai disegni, il metodo 100 di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione in oggetto si innesta nell'ambito di un processo 200 di gestione del recupero del danneggiamento di cilindri di laminazione partendo dai dati di misura rilevati durante le prime fasi di tale processo 200.

Il metodo 100 di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione secondo l'invenzione è in grado di rendere tale processo 200 completamente automatico non dovendo più fare ricorso all'intervento ed al giudizio di un operatore esperto.

Il processo di gestione del recupero del danneggiamento di cilindri di laminazione è preferibilmente basato sull'analisi congiunta dei risultati derivanti da un'analisi geometrica e da almeno un dispositivo di misura e diagnostica a Controllo Non Distruttivo.

Preferibilmente, tale dispositivo di misura e diagnostica è implementato su una macchina rettificatrice.

Il processo inizia con l'acquisizione 210 dei dati di partenza quali ad esempio le caratteristiche

geometriche, le caratteristiche difettologiche, la tipologia del cilindro ed i suoi dati storici.

I dati significativi acquisiti dai Controlli non Distruttivi, ed in particolare degli ultrasuoni e dalle correnti indotte, che indicano l'intensità e la profondità dei difetti, vengono impiegati per formare mappe difettologiche.

A tal fine la superficie del cilindro viene scomposta in sottoaree di misura, ad esempio di dimensioni di 4mm lungo l'estensione del cilindro parallelamente al proprio asse, e  $1.5^\circ$  lungo la propria circonferenza.

Ogni sottoarea di misura viene rappresentata in una cella della mappa.

I valori acquisiti per ogni cella vengono paragonati con varie soglie appropriate che servono per classificare le celle in celle contenenti difetti critici, celle contenenti difetti non critici ma da tenere in considerazione, cosiddetti "quasi-difetti", e celle non contenenti difetti critici.

Tali soglie tengono conto anche delle misure del rumore di fondo che non vanno identificate come difetti e quindi ignorate.

Le soglie sono stabilite in base a criteri dettati dall'esperienza e dipendono dal tipo di cilindro, dal materiale del cilindro, dalla gabbia, dal laminatoio.

e dalla distribuzione dei difetti stessi, come per il rumore di fondo.

Inoltre, per difetti isolati, che nella mappa si leggono come celle con difetti circondate da celle senza difetti, vengono applicate soglie diverse rispetto a quelle applicate per zone con più alta concentrazione di difetti.

Ogni cella viene quindi classificata come contenente un difetto, un quasi-difetto o nessun difetto.

In seguito alla classificazione delle celle, esse vengono colorate diversamente in funzione della severità del relativo difetto rilevato e dunque della relativa categoria di appartenenza.

Le mappe così ottenute dai Controlli non Distruttivi, possono essere sovrapposte a mappe risultanti dalle misure geometriche, che possono eventualmente evidenziare eventuali errori di forma.

E' possibile sovrapporre altre specifiche mappature come ad esempio per la determinazione di difetti superficiali tipo il *chattering*, e, se necessario, selezionare corrispondenti azioni di correzione.

Alternativamente alla sovrapposizione di una pluralità di mappe, è possibile rappresentare i risultati acquisiti dalle misure attraverso una singola mappa sulla quale i risultati salienti delle

varie misurazioni eseguite vengono disposti come strati successivi.

Il metodo 100 di classificazione e rettifica secondo l'invenzione parte da tali mappe risultanti dalle misure, le analizza e le paragona ad altre misure memorizzate nel tempo per gli stessi cilindri.

Sulla base di queste mappe rappresentanti i risultati salienti delle varie misurazioni eseguite, ha così luogo il riconoscimento e la classificazione 110 dei difetti ivi rappresentati al fine di determinare le azioni correttive da intraprendere.

Il metodo utilizzato è l'analisi della mappa dei cilindri, l'identificazione di aree di difetti, ad esempio rettangolari, il paragone delle caratteristiche delle aree così ottenute con le caratteristiche predefinite dei rettangoli che identificano cricche termiche, e l'analisi dei rettangoli.

Una volta associata ad ogni cella una determinata categoria di criticità di difetto, ha luogo un'interpretazione della distribuzione delle celle classificate al fine di identificare 111 le aree del cilindro analizzato in cui si trovano i difetti.

Le celle con difetti, con adiacenti altre celle contenenti difetti, vengono raggruppate in aree più

grandi, ad esempio rettangolari, chiamate aree di difetti.

Viene anche utilizzato un criterio di espansione, secondo il quale le celle contenenti difetti vengono collegate tra di loro, se vicine, anche se tra di loro ci sono delle celle che non contengono difetti.

Il criterio di espansione avviene nelle due direzioni, orizzontalmente (ossia lungo l'asse del cilindro) e verticalmente (ossia lungo la circonferenza del cilindro), e dipende da alcuni parametri, come la massima distanza (orizzontale e verticale) tra le celle con difetti che possono essere raggruppati in un'unica area.

Nell'espansione viene anche tenuto conto delle celle con quasi-difetti, e cioè delle celle contenenti difetti che non sono significativi ma che possono indicare il proseguimento dell'area difettosa verso altre zone con difetti significativi.

Il criterio di espansione tiene conto dei difetti e dei quasi-difetti in maniera diversa, e cioè applica parametri diversi nei due casi.

In particolare, il parametro principale è il numero di celle da valutare nell'espansione quando si cercano difetti vicini ad un particolare difetto, per poi collegare le due celle in un'unica area. Tale

parametro può essere diverso per difetti e quasi-difetti.

I difetti raggruppati nelle mappe in aree di difetti, ad esempio contenute in rettangoli, vengono successivamente analizzati 112, 113 e classificati 114 in difetti termici o meccanici.

Per ogni area di difetti, vengono calcolati 112 dei parametri, come la percentuale di celle contenenti difetti all'interno dell'area, la media delle severità di difetto rilevate, la severità massima del difetto e la posizione in cui il difetto assume tale severità massima, la dimensione del rettangolo (larghezza e altezza) e la sua posizione sulla superficie del cilindro.

Una volta disponibili i valori di tali parametri, la procedura di classificazione 114 analizza le aree e seleziona quelle che soddisfano le caratteristiche dei difetti termici e quelle che soddisfano le caratteristiche dei difetti meccanici.

I difetti termici hanno una determinata lunghezza minima e massima e anche una determinata larghezza minima e massima, e solitamente non arrivano fino ai bordi del cilindro.

I difetti termici a loro volta possono distinguersi in "core", cioè centro del difetto termico, e



"fringe", e cioè zona periferica accanto al difetto termico dove la temperatura inferiore ha causato un danno inferiore al cilindro.

Inoltre ci sono i difetti termici "residui", e cioè difetti termici che a seguito di operazioni di rettifica hanno cambiato caratteristiche e tipicamente sono indicati da celle più sparse e contenenti valori di difetti più bassi.

La classificazione 114 operata distingue i difetti termici, sottoclassificandoli inoltre in "core", "fringe" e "residui", da tutto il resto.

Le rimanenti aree di difetti rappresentate sulla mappa vengono a loro volta analizzate per verificare se soddisfano i requisiti di difetti meccanici. Questi sono caratterizzati da un'altezza o larghezza minima, altezza o larghezza massima e percentuale dei punti sopra alla soglia.

Se tali aree soddisfano le caratteristiche di difetti meccanici, vengono classificate come tali. Diversamente, se non vengono classificate né come difetti termici né come difetti meccanici, vengono ignorate.

Al fine della classificazione in tipologie di difetti, vengono analizzati 113 anche i dati storici dei cilindri, e cioè tutte le mappe dei difetti

precedenti, con relative aree di difetto classificate.

Questo è essenziale per l'individuazione dei residui di difetti termici precedenti, qualora i criteri della classificazione 114 sopra esposti non siano sufficienti, ad esempio perché il cilindro è stato rettificato più volte dopo l'occorrenza del difetto termico.

In questo modo, conoscendo tutte le zone termiche classificate precedentemente, è possibile dedurre che un difetto riscontrato in una zona che precedentemente era stata classificata come area di difetto termico, in realtà potrebbe essere un residuo di tale difetto termico, e non un nuovo difetto meccanico come altrimenti si sarebbe portati a concludere.

La classificazione 114 in tipologie di difetti operata, è rappresentata nella mappa che rappresenta la superficie del cilindro usando colori diversi a seconda della classificazione dell'area in termica (core, fringe e residua) o meccanica.

In seguito alla classificazione 110 operata, viene selezionata 120, per ogni difetto, la soglia di accettabilità corrispondente tenendo conto della prassi interna del particolare ambiente operativo

(acciaieria) e delle soglie riportate nelle specifiche operative. La soglia di accettabilità delle varie difettologie viene dunque implementata "ad hoc", in funzione della severità consentita dalle specifiche di accettabilità interne.

Tale soglia varia inoltre in funzione della tipologia di cilindro e della sede del suo utilizzo.

Una volta determinata 120 la particolare soglia di accettabilità applicabile, ha luogo la definizione 130 dell'azione correttiva più appropriata in base ad un confronto tra i dati misurati e la relativa soglia.

L'azione correttiva può essere scelta tra una delle seguenti:

- rettificare 220 il cilindro al fine di riportarlo all'uso precedente;
  - cambiare utilizzo 240 al cilindro specificando di spostarlo in una gabbia di laminazione meno critica;
  - scartare 230 il cilindro come inutilizzabile;
- oppure
- accettare 250 il cilindro come pronto per l'utilizzo.

In caso di cilindro destinato ad essere rettificato 220, ha luogo la definizione 140 automatica dei parametri di rettifica, quali ad esempio la distanza

di recupero, ossia la quantità di materiale da asportare durante la relativa fase.

Conoscendo la severità massima di difetto all'interno di ogni area di difetti (termica o meccanica), viene calcolato per ogni area quanto materiale è necessario rimuovere al fine di eliminare il massimo difetto all'interno della specifica area. Tale calcolo tiene conto del tipo di difetto (termico o meccanico), del tipo di cilindro, del tipo di materiale, della gabbia e del laminatoio.

Stabilita la quantità di materiale da rimuovere per ogni singola area, viene selezionato il valore più alto e questo rappresenta il materiale da rimuovere dal cilindro, ossia la riduzione di diametro, anche chiamata distanza di recupero, da effettuare attraverso l'operazione di rettifica.

Questo valore viene successivamente passato alla macchina rettificatrice che automaticamente rimuove il materiale calcolato.

Una volta operato un primo ciclo di rettifica, il cilindro viene sottoposto nuovamente a misurazione 210 ed all'analisi delle misure effettuate secondo il metodo 100 oggetto dell'invenzione al fine di valutare se sia necessario o meno un ulteriore ciclo di rettifica.

Una volta completati i cicli di rettifica necessari, ha luogo l'aggiornamento dei dati storici del cilindro ed il suo trasferimento per il successivo utilizzo in laminatoio.

Diversamente il cilindro può essere scartato 230 quando si stima che i difetti siano troppo grossi per essere rimossi da una normale operazione di rettifica.

In questo caso il cilindro viene rimosso e mandato ad un tornio oppure viene pianificata una operazione di rettifica particolare oppure il cilindro viene dismesso.

Infine, lo spostamento 240 ad una diversa gabbia di laminazione avviene quando il cilindro, pur avendo difetti superiori alla soglia concessa dalla gabbia alla quale è assegnato, non oltrepassa le soglie di un'altra gabbia dove potrebbe essere montato. Pertanto, invece di essere rettificato, tale cilindro può essere assegnato all'altra gabbia, risparmiando in questo modo materiale che verrebbe rimosso durante la rettifica.

In un'implementazione preferenziale, la fase di analisi delle mappe al fine della classificazione 110 dei difetti e la fase di scelta 130 dell'azione correttiva ottimale, possono essere implementate

attraverso tecnologie di intelligenza artificiale quali reti neurali o sistemi esperti.

Attraverso tale realizzazione si ha una velocità di risposta particolarmente elevata, tanto da permettere una consistente riduzione del tempo totale associato al processo 200 di gestione del recupero del danneggiamento di cilindri di laminazione.

Attraverso un semplice intervento sulle regole e sulla base di conoscenza, risulta inoltre possibile adeguare, in maniera semplice e veloce, le fasi di classificazione 110 e scelta 140 dei parametri di rettifica alle nuove mutate esigenze operative rese necessarie dall'evoluzione tecnica del settore.

Tali nuove esigenze operative possono essere dovute ad esempio all'impiego di nuovi materiali costituenti i cilindri, a nuove configurazioni di cilindro, a nuove tecnologie costruttive o a nuovi attrezzaggi quali mole ad alta rigidità, nuovi sistemi di Controllo Non Distruttivo montati in macchina e così via.

Con il metodo descritto è inoltre possibile trattare simultaneamente i risultati di più indagini non distruttive. Ciò è particolarmente vantaggioso in quanto spesso, è proprio la sovrapposizione di varie indicazioni che può dare una chiara identificazione

della classe di difettologia presente.

In caso di rilevamento di più difetti, la casistica più grave di difetto ha preminenza sulle altre. Pertanto, l'azione di recupero 220-250 è primariamente indirizzata alla risoluzione della occorrenza più severa, tipicamente risultante dall'analisi geometrica e/o da quella con correnti indotte od ultrasuoni.

Ad ogni modo, in funzione dei limitati gradi di libertà disponibili, anche le altre occorrenze di difetti rilevate influenzano le scelte e le modalità di recupero del cilindro.

Da quanto sopra descritto con riferimento alle figure, appare evidente come un metodo di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione secondo l'invenzione sia particolarmente utile e vantaggioso. Da un punto di vista prettamente economico il metodo permette una migliore gestione del parco cilindri prolungandone la vita operativa e/o riducendo la probabilità di occorrenza di una rottura od esplosione catastrofica in esercizio.

Anche se un intervento umano rimane possibile, ed addirittura necessario in una prima fase di *training*, il metodo consente di operare in maniera automatica

portando ad una riduzione del numero di operatori esperti necessari alla conduzione dell'intero Roll Shop.

Inoltre, l'impiego di un metodo di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione secondo l'invenzione in cui vengono operati un riconoscimento omogeneo del difetto ed una scelta di strategie di intervento basata su regole fisse, elimina la necessità di dover introdurre nelle proiezioni di funzionalità della linea l'imprevedibilità delle scelte umane rendendo più programmabile e prevedibile il comportamento statistico della linea produttiva.

L'interpretazione fatta in modo automatico consente inoltre di uniformare i giudizi al parere del "più esperto", anche se virtuale e non fisico tra gli utenti.

Nella pratica attuale, ci si trova invece di fronte a situazioni di incertezza dovute a livelli di esperienza diversi e a volte non sufficienti tra gli operatori e quindi alla necessità di rimuovere del materiale eccessivo e non necessario. Come detto in precedenza, una scelta così operata non è accettabile considerati i costi attuali dei materiali.

E' così conseguito lo scopo menzionato al preambolo



della descrizione.

Naturalmente, il metodo di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione secondo l'invenzione può trovare implementazioni diverse da quella descritta ed illustrata a solo titolo di esempio non limitativo. L'ambito di tutela dell'invenzione è pertanto delimitato dalle rivendicazioni allegate.

#### RIVENDICAZIONI

1) Metodo (100) di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione comprendente le fasi che consistono nel:

a) identificare aree di difetti in una mappa raffigurante una pluralità di misure della superficie di un cilindro;

b) calcolare, per ogni area di difetti identificata, una pluralità di parametri caratteristici;

c) identificare una tipologia di difetto associata a dette aree di difetti identificate, sulla base di detti parametri calcolati;

d) determinare (120) una soglia di accettabilità del difetto specifica per ogni tipologia di difetto identificata;

e) per ogni area di difetto, definire (130) un'azione correttiva sulla base del confronto tra detta soglia di accettabilità associata alla tipologia di difetto di detta area di difetto, ed una misura di detta pluralità di misure della superficie del cilindro associata a detta area di difetto;

f) determinare (140) dei parametri di rettifica sulla base di dette misure della superficie di detto cilindro, se l'azione correttiva definita alla fase

c) è un'operazione di rettifica per rimuovere i

difetti.

2) Metodo (100) di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione secondo la rivendicazione 1 in cui detta fase c) di identificazione di una tipologia di difetto associata a dette aree di difetti identificate è basata in aggiunta su dati storici relativi a difetti precedenti di detto cilindro.

3) Metodo (100) di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione secondo la rivendicazione 1 o 2 in cui detta fase a) di identificazione di aree di difetti consiste nel:

a1) suddividere detta mappa in una pluralità di celle ognuna corrispondente ad una sottoarea di misura della superficie di detto cilindro;

a2) classificare detta pluralità di celle a seconda della criticità di un difetto misurato in una sottoarea di misura corrispondente;

a3) raggruppare un insieme di celle di detta pluralità di celle associate ad una stessa criticità di difetto disposte ad una distanza reciproca predeterminata.

4) Metodo (100) di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione secondo la rivendicazione 3 in cui detta distanza

reciproca predeterminata tra celle è differente a seconda della criticità di difetto associata a dette celle.

5) Metodo (100) di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione secondo la rivendicazione 3 o 4 in cui detta fase a2) di classificazione di dette celle con stessa criticità consiste nella suddivisione di dette celle nelle seguenti categorie:

- "celle con difetto",
- "celle con quasi-difetto" e
- "celle senza difetto".

6) Metodo (100) di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione secondo una delle rivendicazioni da 1 a 5 in cui detti parametri caratteristici di detta area di difetti sono uno o più tra i seguenti parametri:

- la percentuale di "celle con difetto" all'interno di detta area;
- la media delle severità delle celle di detta area,
- la severità massima di difetto delle celle di detta area,
- la posizione, in detta area, della cella corrispondente alla severità massima di difetto di detta area;

- la dimensione di detta area; e
- la posizione sulla superficie del cilindro corrispondente a detta area.

7) Metodo (100) di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione secondo una delle rivendicazioni da 1 a 6 in cui dette tipologie di difetto associabili a dette aree di difetti sono difetti termici e difetti meccanici.

8) Metodo (100) di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 7 in cui dette soglie di accettabilità del difetto sono determinate in base alle specifiche operative di acciaieria.

9) Metodo (100) di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 8 in cui detta fase f) di determinazione dei parametri di rettifica consiste nel:

f1) calcolare per ogni area di difetto la distanza di recupero sulla base delle severità di difetto associata a detta area;

f2) selezionare la distanza di recupero massima tra dette distanze di recupero calcolate per ogni area.

10) Metodo (100) di classificazione di difetti e di

gestione della rettifica di cilindri di laminazione secondo la rivendicazione 9 in cui detto calcolo della distanza di recupero considera i seguenti fattori:

- tipologia di difetto;
- tipologia di cilindro;
- tipologia di materiale;
- tipologia di gabbia; e
- tipologia di laminatoio.

11) Programma per elaboratore direttamente caricabile nella memoria interna di un elaboratore digitale, comprendente porzioni di codice per implementare il metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti quando detto programma è attuato da detto elaboratore.

12) Processo (200) di gestione del recupero del danneggiamento di cilindri di laminazione comprendente le fasi che consistono nel:

- i) acquisire (210) i dati di misura di un cilindro;
- ii) analizzare le misure effettuate applicando il metodo (100) di classificazione di difetti e di gestione della rettifica di cilindri di laminazione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 10;
- iii) eseguire una tra le seguenti azioni correttive:
  - rettificare (220) il cilindro;

- scartare (230) il cilindro;
- destinare (240) il cilindro ad una gabbia di laminazione meno critica;
- accettare (250) il cilindro come pronto per l'utilizzo.

13) Processo (200) di gestione del recupero del danneggiamento di cilindri di laminazione secondo la rivendicazione 12 caratterizzato dal fatto che in seguito ad una fase di rettifica (220) del cilindro, hanno luogo nuovamente le fasi di acquisizione dei dati (210) e di analisi delle misure (100).

14) Programma per elaboratore direttamente caricabile nella memoria interna di un elaboratore digitale, comprendente porzioni di codice per implementare il processo secondo una delle rivendicazioni 12 o 13 quando detto programma è attuato da detto elaboratore.

15) Roll Shop per la gestione del recupero del danneggiamento di cilindri di laminazione secondo una delle rivendicazioni 12 o 13 comprendente almeno una macchina rettificatrice e mezzi di elaborazione per l'attuazione di un programma per elaboratore secondo la rivendicazione 11 o 14, detti mezzi di elaborazione essendo collegati ad almeno un dispositivo di misura e diagnostica a Controllo Non

Distruttivo.

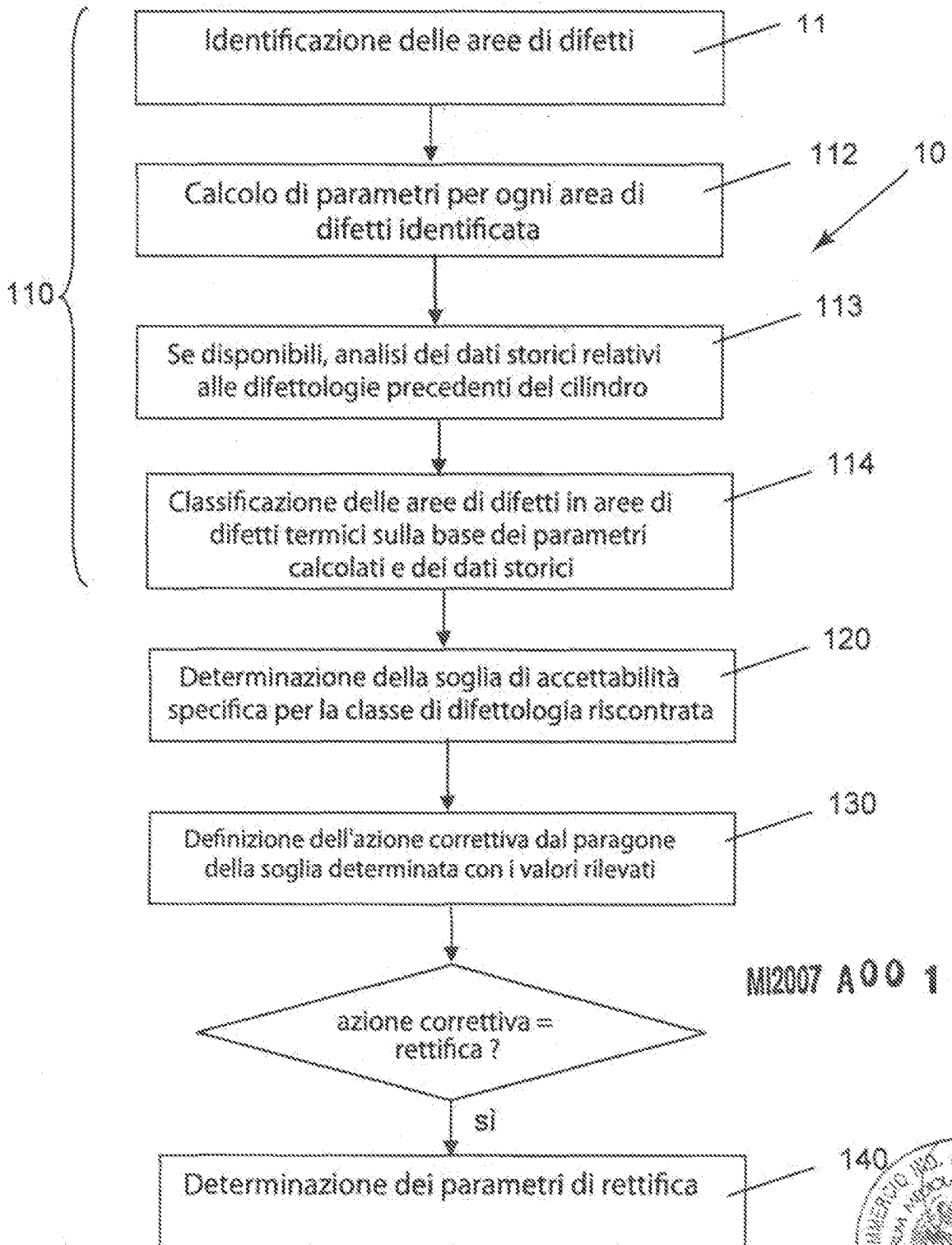
16) Roll Shop secondo la rivendicazione 15 in cui detti mezzi di elaborazione sono inoltre collegati ad un dispositivo di analisi geometrica.

  
Franco MARTEGANI





MI2007 A00 1449



MI2007 A00 1449

Fig 1

140

CARTELLA DEL COMMERCIO, IND. ART. E AGRICOLTURA  
CASA PERMANENTE INTERNAZIONALE  
MILANO - MILANO

FRANCO MARTELLANI

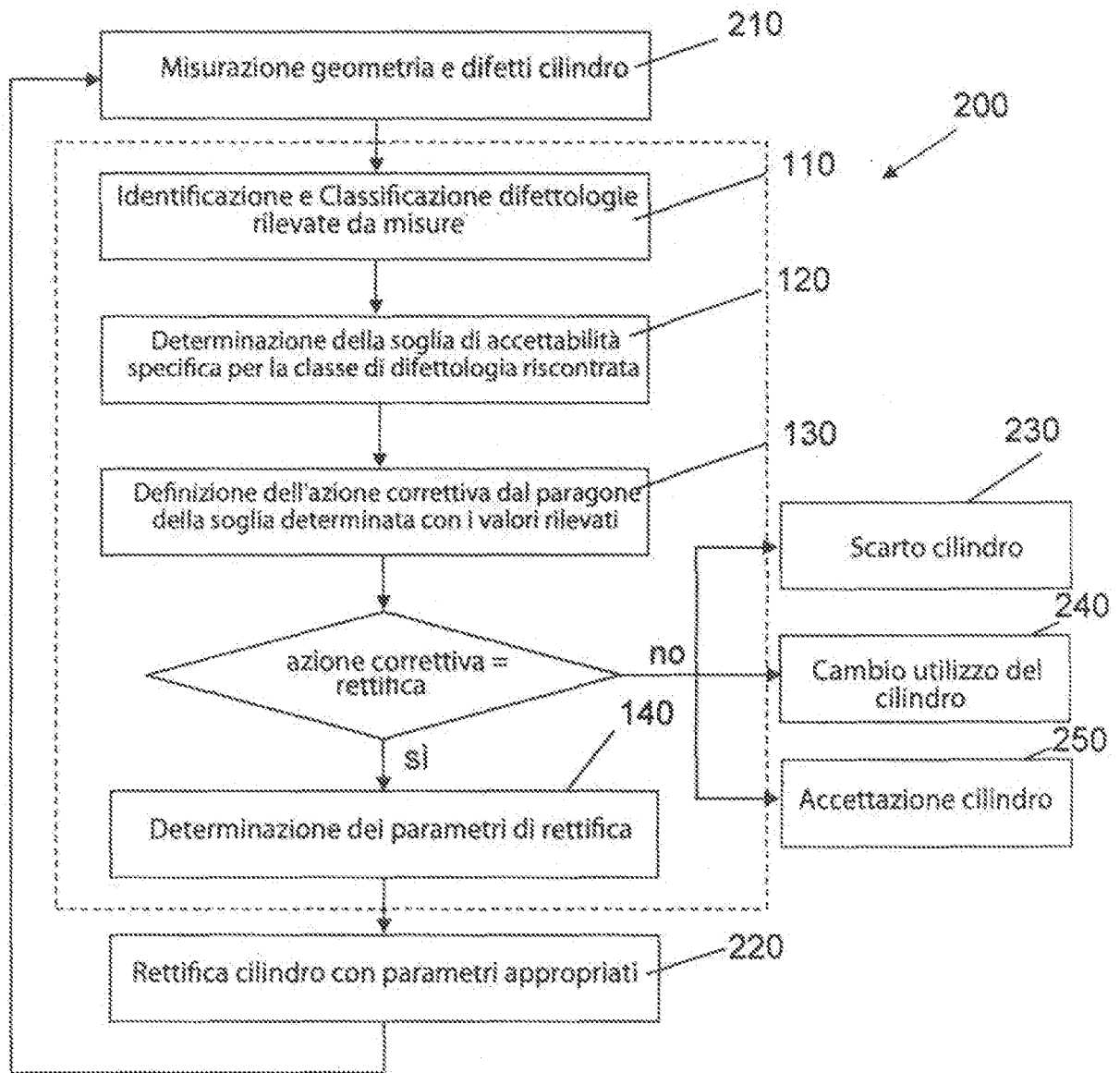


Fig. 2

MI/2007 AOO 1449



*Franco Martegani*  
 Franco MARTEGANI