

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000026483
Data Deposito	15/10/2021
Data Pubblicazione	15/04/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	21	D	1	18

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	21	C	37	06

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	21	C	37	08

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	23	K	26	282

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	21	D	1	667

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	21	D	8	10

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	21	D	9	10

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	21	D	9	08

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	23	K	101	10

Titolo

TUBO SALDATO IN ACCIAIO RESISTENTE ALL'USURA, PROCESSO E IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI TALE TUBO

DESCRIZIONE

dell'Invenzione Industriale dal titolo:

TUBO SALDATO IN ACCIAIO RESISTENTE ALL'USURA,
PROCESSO E IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI TALE TUBO

a nome: EUROTUBI S.R.L.

di nazionalità: italiana

con sede in: via Bassa, 27 – 46020 BORGOCARBONARA (MN)

mandatario: Dott. Ing. Marco Giovanni MARI

studio: ING. MARI & C. SRL

Via Garibotti, 3 – 26100 CREMONA

inventore designato: ROVERI Fabrizio

DESCRIZIONE

Campo tecnico di applicazione

L'invenzione si rivolge al settore tubiero e, più nel dettaglio, l'invenzione riguarda un tubo saldato in acciaio resistente all'usura, particolarmente utilizzabile come condotta per il trasporto di prodotti sfusi, granulati o polveri considerati fortemente abrasivi, dotato di caratteristiche chimiche e meccaniche, come ad esempio la durezza, nettamente superiori allo standard.

Sono oggetto dell'invenzione anche il processo e l'impianto per realizzare tale tubo saldato.

Stato della tecnica

Esistono particolari applicazioni dove l'usura è un fattore che condiziona in modo rilevante la vita dei tubi saldati in acciaio.

Per definizione l'usura è un processo che porta alla rimozione non

voluta e progressiva di materiale da una superficie.

L'usura si evidenzia, principalmente nella parte interna dei tubi, in tutte le applicazioni dove i tubi sono utilizzati come condotta per il trasporto di prodotti sfusi, granulati o polveri, come ad esempio cereali, riso, inerti, calcestruzzo, ecc...: ognuno di questi materiali è da considerarsi particolarmente abrasivo.

Svantaggiosamente, l'abrasione continua porta ad una riduzione dello spessore della parete dei tubi, fino a provocarne la foratura.

La rapidità di questo processo dipende da molti fattori: dal tipo di prodotto trasportato, dalla velocità di scorrimento e dal tempo di utilizzo.

Economicamente ha un'importante rilevanza poiché provoca cambiamenti nella geometria dei tubi che comportano costi di sostituzione.

Ad oggi esistono diverse soluzioni al problema dell'usura dei tubi saldati in acciaio, ma tutte presentano dei limiti o svantaggi:

- aumento dello spessore del tubo, con la conseguenza di un aumento dei pesi e quindi dei costi di materiale e produzione;
- utilizzo di ghisa sferoidale per la costruzione delle parti più esposte del tubo (per esempio curve o gomiti); svantaggiosamente tale soluzione, oltre a rendere impossibile l'esecuzione di saldature in opera, è tecnicamente possibile solo aumentando notevolmente gli spessori, con ancora lo svantaggio dell'aumento dei costi;
- applicazione di una protezione antiusura internamente al tubo, realizzata con materiali poliuretanici o con piastre ceramiche;

svantaggiosamente tali materiali sono costosi e le operazioni di posa sono manuali e richiedono molto tempo e precisione;

- costruzione di tubazioni a doppia parete composte da un tubo esterno con funzione di resistenza strutturale e da un tubo interno con un'elevata resistenza all'abrasione che dopo un processo meccanico di infilaggio apporta resistenze all'abrasione elevate al manufatto finale, con però lo svantaggio di essere spesso, pesante e costoso.

Le soluzioni tecniche attualmente note si possono quindi sintetizzare con:

- l'aumento significativo dello spessore dei tubi del tubo singolo o a doppia parete;
- l'applicazione di specifici materiali di riporto nelle zone sottoposte ad abrasione elevata, operazione manuale che può essere effettuata solo da personale esperto e con una specifica attrezzatura.

Le soluzioni come sopra esposte offrono ottime prestazioni, ma hanno come conseguenza un aumento esponenziale dei costi dovuti alla complessità dei processi.

Ancor più svantaggiosamente, esiste il rischio che parte del materiale abraso, ad esempio il poliuretano di rivestimento interno, possa contaminare il prodotto trasportato, in quanto non separabile e rilevabile con i metal detector (problematica particolarmente rilevante nel caso del trasporto di prodotti alimentari).

Inoltre, non è tecnicamente possibile applicare tali rivestimenti interni e tali protezioni a tubi più lunghi di 2 m o con diametri piccoli.

Presentazione dell'invenzione

L'invenzione si propone di superare questi limiti, definendo un tubo saldato in acciaio, utilizzabile come condotta per il trasporto di prodotti sfusi, granulati o polveri considerati fortemente abrasivi, con elevate prestazioni ed in particolare con un'elevata resistenza all'usura, significativamente superiore a tutti i tubi commerciali in acciaio attualmente disponibili.

E' anche scopo del trovato realizzare un tubo a ridotto spessore e quindi leggero, economico, rapido da produrre, eseguibile in serie e in loco senza dover usufruire di ditte esterne per particolari lavorazioni e trattamenti.

E' sempre scopo dell'invenzione definire un processo di produzione per tale tubo di facile attuazione ed economico, oltre al relativo impianto.

Tali scopi sono raggiunti con un tubo saldato in acciaio resistente all'usura secondo la rivendicazione principale indipendente 1.

Ulteriori caratteristiche dell'invenzione sono descritte nelle rivendicazioni dipendenti.

Forma oggetto dell'invenzione anche un processo per la produzione di un tubo in acciaio resistente all'usura come rivendicato, oltre che il relativo impianto.

Il tubo saldato in acciaio ottenuto presenta vantaggiosamente valori di durezza fino a cinque volte superiori e valori di resistenza all'abrasione fino a tre volte superiori rispetto a tubi realizzati con tutti i materiali standard.

Il processo per la produzione di tubi saldati in acciaio resistenti

all'usura come rivendicato, partendo da coil e arrivando a tubi finiti con continuità di processo, offre importanti vantaggi rispetto alle metodologie tradizionali.

Breve descrizione delle figure

Caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno maggiormente evidenti dalla descrizione più dettagliata esposta nel seguito con l'aiuto dei disegni, che ne mostrano un modo d'esecuzione preferito, illustrato a titolo esemplificativo e non limitativo.

Le Figure 1, 2 e 3 mostrano, rispettivamente in vista assonometrica, in vista frontale e in sezione longitudinale parziale, parte di un impianto per la produzione di tubi saldati in acciaio resistenti all'usura secondo l'invenzione.

La Figura 4 illustra, mediante un grafico che mette in relazione lo sforzo e la deformazione, il comportamento dell'acciaio utilizzato per la costruzione del tubo secondo l'invenzione in diverse fasi del processo produttivo, in particolare prima e dopo la fase di tempra.

La Figura 5 illustra, mediante una rappresentazione della struttura tridimensionale del grano di acciaio, il comportamento dell'acciaio utilizzato per la costruzione del tubo secondo l'invenzione in diverse fasi del processo produttivo, in particolare sempre prima e dopo la fase di tempra.

Le Figure 6 e 7 rappresentano, con ingrandimenti al microscopio a diverse scale, la microstruttura dell'acciaio preferibilmente scelto, prima e dopo un'importante fase del processo di produzione, ovvero

la fase di tempra.

La Figura 8 illustra un grafico di confronto del valore di durezza HRC, misurato con la scala Rockwell, di diversi tipi di acciaio in funzione di diverse tipologie di tempra, ad acqua e ad olio, e a diverse temperature.

Le Figure 9 e 10 illustrano grafici di comparazione dei valori rispettivamente di durezza HB, misurata con la scala Brinell, e di resistenza all'abrasione, misurata in termini di perdita di peso, per diverse categorie di acciai in commercio.

Descrizione dettagliata di un modo di attuazione preferito dell'invenzione

Il processo per la produzione di tubi in acciaio resistenti all'usura secondo l'invenzione comprende essenzialmente un primo processo di produzione vera e propria di tubi grezzi e un secondo processo termico di tempra a cui sottoporre i tubi grezzi per aumentarne le caratteristiche meccaniche, in particolare la durezza e la resistenza.

L'intero processo si basa sull'utilizzo come materia prima di un acciaio temprabile.

La prima parte del processo produttivo, che riguarda la formazione vera e propria di tubi grezzi, comprende le seguenti fasi:

- provvedere un coil di acciaio temprabile di produzione standardizzata;
- ricavare da detto coil, mediante svolgitura, spianamento e taglio, una pluralità di fogli;
- conformare detti fogli e saldarli lungo una linea retta per ottenere

elementi tubolari;

- raffreddare detti elementi tubolari surriscaldati durante la precedente fase di saldatura;

- calibrare e tagliare detti elementi tubolari per ottenere tubi grezzi di prefissati diametri e lunghezze.

Nei vari passaggi di formatura i fogli di acciaio temprabile vengono progressivamente deformati fino ad arrivare alla forma sostanzialmente cilindrica, per poi essere saldati mediante surriscaldamento dei lembi e opportuna pressatura al fine di ottenere elementi tubolari.

Per poter gestire al meglio le caratteristiche meccaniche di un acciaio temprabile, e per poter quindi produrre i tubi in modo ottimale, è necessario adottare accorgimenti specifici e non usuali.

Si è sorprendentemente verificato che la temperatura di partenza della materia prima da produrre ha un'importanza significativa per la regolazione del processo e la qualità del manufatto finale: una fase iniziale del processo produttivo prevede perciò di riscaldare il coil ad una temperatura opportuna in modo da ridurre lo shock termico che si produrrebbe nei mesi invernali. Temperature di preriscaldamento con cui si sono ottenuti buoni vantaggi sono comprese tra 50 e 80 °C.

Un altro importante accorgimento riguarda la temperatura di saldatura che si è visto essere influente sulla buona riuscita del prodotto finito: mediamente si è rilevato che il processo di formatura del tubo grezzo migliora applicando un + 5 % di potenza di saldatura rispetto alle saldature con l'acciaio standard. Tale accorgimento

consente di mantenere una zona di saldatura “calda” durante tutto il processo produttivo.

Fondamentale dopo il processo di saldatura è il raffreddamento che deve essere eseguito in modo dolce e graduale: dopo la saldatura il liquido di raffreddamento non viene mai convogliato direttamente sulla zona saldata, poiché questo ne provocherebbe la tempra immediata e renderebbe di conseguenza impossibile la fase successiva di taglio a misura in linea degli elementi tubolari al fine di ottenere singoli tubi grezzi.

Prima di essere tagliati a misura i tubi vengono calibrati e raddrizzati, mentre dopo il taglio sono pronti per il processo di trattamento termico di tempra.

La seconda parte del processo produttivo riguarda il trattamento termico a cui sono sottoposti i tubi grezzi.

Il trattamento termico in oggetto è un trattamento di tempra, motivo per cui è fondamentale l'uso di un acciaio temprabile.

Il trattamento di tempra inizia con un processo termico ad induzione consistente nel rapido riscaldamento della zona da trattare, ovvero del tubo grezzo prodotto, ad una temperatura di circa 850° tramite un avanzamento da 0.5 a 3 metri al minuto in rapporto allo spessore e nel successivo veloce raffreddamento fino a circa 70-80 C° con getti d'acqua al fine di consentire la trasformazione intima desiderata.

La temperatura alla quale si riscalda l'acciaio unita alla ridotta permanenza (2-5 secondi) a tale temperatura, permette alla struttura di partenza di diventare completamente austenitica senza superare

soglie di criticità.

Pertanto anche la velocità di raffreddamento deve essere particolarmente elevata ma controllata, per evitare di raggiungere temperature che, se superate, potrebbero invece innescare trasformazioni non richieste e non vantaggiose.

Nel trattamento termico della tempra ad induzione la produzione di calore viene realizzata mediante correnti, come si evince dal nome, “indotte” nel corpo da riscaldare, ovvero nel tubo grezzo, quando questo viene sottoposto all’azione di un campo magnetico alternato.

Il campo magnetico è generato, come si vedrà poi nella descrizione dell’impianto, da una bobina induttrice che trasferisce, per via elettromagnetica, l’energia al corpo da riscaldare e quindi senza il contatto diretto fra gli elementi.

Le correnti indotte, dette anche “correnti di Foucault”, danno luogo a perdite per effetto Joule direttamente nel materiale da riscaldare, che costituiscono la sorgente di calore necessaria ad aumentare la temperatura del tubo.

Il campo magnetico di eccitazione si ottiene facendo circolare una corrente alternata, di intensità e frequenza opportuna, entro una bobina induttrice generalmente realizzata con un tubo di rame (raffreddato internamente mediante circolazione d’acqua).

Sfruttando questa caratteristica dei corpi conduttori che, per l’appunto, se percorsi da corrente alternata danno luogo ad un campo magnetico circostante e a correnti indotte nei conduttori limitrofi, la cui distribuzione dipende dalla frequenza del campo di eccitazione,

agendo proprio sulla frequenza della corrente e variandola, a seconda delle necessità (tramite convertitori di frequenza), si possono ottenere profondità di tempra differenti.

Preferibilmente si utilizzano impianti ad alta frequenza.

La fase di raffreddamento per la tempra di detti tubi grezzi secondo l'invenzione comprende la fase di spruzzatura di getti d'acqua in senso radiale ai tubi stessi mediante il passaggio dei tubi in un manicotto provvisto di ugelli disposti radialmente.

La temperatura di detti tubi è portata rapidamente da 850°C a 70-80°C.

E' oggetto dell'invenzione anche un particolare impianto per la produzione di tubi in acciaio resistenti all'usura attraverso il quale l'intero processo sopradescritto può avvenire.

Detto impianto comprende essenzialmente:

- una stazione di svolgimento di un nastro in acciaio temprabile e di preparazione di singoli fogli;
- una pluralità di stazioni di formatura di tubi grezzi 100 mediante saldatura a partire da detti fogli;
- una stazione di tempra 1 per detti tubi grezzi 100.

Le Figure 1, 2 e 3 Illustrano nel dettaglio detta stazione di tempra 1 che lavora in continuo e comprende:

- una rulliera di alimentazione 2 dei tubi grezzi 100 da temprare;
- una testa di riscaldamento 3 per detti tubi grezzi 100;
- un'unità di raffreddamento 4 per detti tubi grezzi 100;
- una rulliera di scarico 5 dei tubi grezzi 100 temprati.

Detta testa di riscaldamento 3 comprende una bobina, costituita da spire in rame collegate ad un generatore ad induzione, atta a generare un campo elettromagnetico ad alta frequenza che investe detti tubi per innalzarne la temperatura. Detta testa di riscaldamento 3 innalza la temperatura del tubo 100 che la attraversa vantaggiosamente fino a 840° C. Il tubo 100 avanza all'interno di detta testa di riscaldamento 3 con una velocità compresa tra 0,5 e 3 m/minuto in rapporto allo spessore del tubo stesso.

Detta testa di riscaldamento 3 comprende telecamere a infrarossi atte a rilevare la temperatura raggiunta dai tubi 100 per regolare l'intensità di detto campo elettromagnetico.

A valle della testa di riscaldamento 3 è posta l'unità di raffreddamento 4.

Detta unità di raffreddamento 4 comprende un manicotto 6 entro cui avanzano detti tubi 100 comprendente una pluralità di ugelli radiali da cui fuoriescono i getti dell'acqua di raffreddamento.

I tubi 100 in uscita dall'unità di raffreddamento 4, attraverso una doppia rulliera con rulli di contrasto superiore-inferiore 7 necessaria per tenere il tubo dritto ed evitare che si deformi, scorrono poi sulla rulliera di scarico 5 dove dei bracci pneumatici/idraulici (non illustrati) provvedono al loro imballaggio.

Come sopra detto è fondamentale che l'acciaio scelto per realizzare i tubi sia un acciaio temprabile.

Preferibilmente detto acciaio temprabile è un acciaio al carbonio-boro.

Studi sugli acciai alto resistenziali hanno dimostrato che le leghe al

boro 30MnB5, 34MnB5, 27MnCrB5 producono vantaggiosamente una struttura completamente martensitica dopo la tempra.

Specificatamente, ottimi risultati sul prodotto finito, ovvero sul tubo alla fine dell'intero processo di produzione, si sono ottenuti con l'utilizzo dell'acciaio 34MnB5.

L'acciaio 34MnB5, prodotto in conformità con i limiti di composizione chimica dell'American Iron and Steel Institute (AISI) e della Society of Automotive Engineers (SAE), è un acciaio al carbonio con aggiunta di boro per migliorare la temprabilità, la resistenza meccanica e la resistenza all'usura rispetto agli acciai al carbonio normali con lo stesso contenuto di carbonio.

Il boro aumenta la capacità di indurimento quando l'acciaio è completamente disossidato. Una piccola quantità di boro, (0,001%) ha un marcato effetto sull'indurimento dell'acciaio, poiché si combina anche con il carbonio per formare carburi che conferiscono all'acciaio caratteristiche di durezza elevate.

L'acciaio al carbonio-boro 34MnB5 scelto presenta caratteristiche di ottima formabilità e resistenza meccanica. L'acciaio prima di essere processato, e quindi temprato, presenta una struttura ferritica-perlitica con una resistenza a trazione di circa 600 MPa.

Al termine del processo di tempra i componenti hanno struttura martensitica e una resistenza circa pari a 1500 – 1600 Mpa.

A conferma di ciò, la Figura 4 illustra, mediante un grafico che mette in relazione lo sforzo e la deformazione, i valori di resistenza a trazione raggiunti dall'acciaio al carbonio-boro 34MnB5 prima e dopo

il processo di tempra.

Le Figure 6 e 7 confrontano invece, a diverse scale, la microstruttura dell'acciaio 34MnB5 prima e dopo la tempra.

Nello stato laminato a caldo, il 34MnB5 mostra tipicamente una microstruttura ferritico-perlitica con una dimensione tipica del grano di > 9 secondo ASTM.

Allo stato temprato e rinvenuto, dopo opportuno trattamento termico gli acciai al manganese-boro formano una microstruttura composta al 100% da martensite.

La Figura 8 illustra un grafico di confronto del comportamento di diversi tipi di acciaio in funzione di diverse tipologie di tempra, in particolare ad acqua e a olio, e a diverse temperature (temperatura ambiente, 300°C e 500°C).

I valori di durezza HRC, misurati con la scala Rockwell, più elevati si raggiungono con la tempra in acqua. Anche in questo caso sono evidenti le elevate prestazioni dell'acciaio 34MnB5.

L'uso di un acciaio al carbonio-boro per realizzare tubi saldati comporta i seguenti vantaggi:

- elevata resistenza all'usura e all'abrasione si traduce in una maggiore durata, minore perdita di peso del materiale, bassa manutenzione, quindi una vita superiore del prodotto e costi ridotti;
- adatto per processi ecologici di tempra in acqua;
- eccellenti prestazioni di tempra.

Le Figure 9 e 10 illustrano grafici di comparazione dei valori rispettivamente di durezza HB, misurata con la scala Brinell, e di

resistenza all'abrasione, misurata in termini di perdita di peso, per tubi realizzati con diverse categorie di acciai in commercio, compreso l'acciaio al carbonio-boro 34MnB5.

Per le verifiche di durezza è stato utilizzato un durometro da banco, mentre per le verifiche di resistenza all'abrasione è stato utilizzato uno strumento apposito (nome commerciale DUCOMAC MOD - ABR- 3).

L'acciaio al carbonio-boro risulta vantaggiosamente molto lavorabile e saldabile allo stato crudo, ma al tempo stesso può raggiungere durezza fino a 500 HB dopo uno specifico processo termico di tempra.

Tubi saldati in acciaio al carbonio-boro 34MnB5 ottenuti con il processo e l'impianto oggetto dell'invenzione presentano:

- valori di durezza fino a cinque volte superiori a tubi realizzati con tutti i materiali standard;
- valori di resistenza all'abrasione fino a tre volte superiori a tubi realizzati con tutti i materiali standard.

Ciò significa vantaggiosamente che, a parità di dimensioni, è possibile aumentare significativamente la vita e il tempo di utilizzo dei tubi dove passano grandi quantità di prodotti abrasivi.

Una vita più lunga dei tubi riduce il rischio di blocco degli impianti in cui sono provvisti e i costi di manutenzione per le eventuali sostituzioni.

Il processo oggetto dell'invenzione è relativamente lento sia per la potenza necessaria da impiegare sia perché bisogna lasciare che l'acciaio possa avere il tempo necessario per il cambio di stato ed

arrivare ad una struttura martensitica – bainitica: si stima una velocità di traslazione non superiore a 1 metro / minuto; la velocità dipende ed è inversamente proporzionale al diametro del tubo e al suo spessore, ovvero a parità di potenza, tanto più grande è il diametro e lo spessore tanto più il processo si rallenta.

Vantaggiosamente, attraverso detto processo industriale automatico e controllato si ottiene un tubo in acciaio saldato che presenta ottime caratteristiche di resistenza meccanica e all'abrasione.

Il processo industriale rivendicato è efficace e consente un aumento significativo della durezza, e quindi della durata, dei tubi prodotti, con enormi vantaggi in termini di risparmio economico per i clienti finali.

Inoltre, con il processo descritto è possibile produrre tubi con elevate caratteristiche antiusura con una lunghezza fino a 12 m: i tubi possono poi essere vantaggiosamente tagliati a misura direttamente in cantiere ed è possibile anche saldare ad essi flange.

RIVENDICAZIONI

1. Tubo saldato in acciaio resistente all'usura caratterizzato dal fatto che comprende un acciaio temprabile.
2. Tubo saldato in acciaio resistente all'usura secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto acciaio temprabile è acciaio al carbonio-boro.
3. Processo per la produzione di un tubo saldato in acciaio resistente all'usura secondo le rivendicazioni 1 o 2, comprendente le seguenti fasi:
 - provvedere un coil di acciaio di produzione standardizzata;
 - ricavare da detto coil, mediante taglio una pluralità di fogli;
 - conformare detti fogli e saldarli lungo una linea di saldatura per ottenere elementi tubolari;
 - raffreddare detti elementi tubolari surriscaldati durante la precedente fase di saldatura;
 - calibrare e tagliare detti elementi tubolari per ottenere tubi grezzi di prefissati diametri e lunghezze,caratterizzato dal fatto che detto acciaio è un acciaio temprabile, e detto processo comprende una successiva fase di tempra per detti tubi grezzi.
4. Processo per la produzione di tubi in acciaio resistenti all'usura secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detto acciaio temprabile è acciaio al carbonio-boro.
5. Processo per la produzione di tubi in acciaio resistenti all'usura secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detta fase

di tempra comprende una fase di riscaldamento per detti tubi grezzi e una fase successiva di raffreddamento per gli stessi.

6. Processo per la produzione di tubi in acciaio resistenti all'usura secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detta fase di riscaldamento di detti tubi grezzi avviene ad una temperatura di circa 850°.
7. Processo per la produzione di tubi in acciaio resistenti all'usura secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detta fase di raffreddamento di detti tubi grezzi avviene ad acqua.
8. Processo per la produzione di tubi in acciaio resistenti all'usura secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detta fase di raffreddamento di detti tubi grezzi comprende la fase di spruzzatura di getti d'acqua in senso radiale ai tubi stessi.
9. Processo per la produzione di tubi in acciaio resistenti all'usura secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che comprende una fase di preriscaldamento di detto coil in acciaio ad una temperatura predefinita.
10. Processo per la produzione di tubi in acciaio resistenti all'usura secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detta fase di raffreddare detti elementi tubolari è eseguita senza interessare detta linea di saldatura.
11. Impianto per la produzione di un tubo in acciaio resistente all'usura ottenuto con il processo secondo almeno una delle rivendicazioni 3-10, comprendente:
 - una stazione di svolgimento di un coil in acciaio temprabile e di

preparazione di fogli;

- una stazione di formatura di tubi grezzi (100) mediante saldatura a partire da detti fogli,

caratterizzato dal fatto che comprende una stazione di tempra (1) per detti tubi grezzi (100) comprendente una testa di riscaldamento (3) e un'unità di raffreddamento (4).

12. Impianto per la produzione di tubi in acciaio resistenti all'usura secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che detta testa di riscaldamento (3) comprende una bobina atta a generare un campo elettromagnetico ad alta frequenza che investe detti tubi grezzi (100) per innalzarne la temperatura.

13. Impianto per la produzione di tubi in acciaio resistenti all'usura secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che detta testa di riscaldamento (3) comprende telecamere a infrarossi atte a rilevare la temperatura raggiunta dai tubi grezzi (100) per regolare l'intensità di detto campo elettromagnetico.

14. Impianto per la produzione di tubi in acciaio resistenti all'usura secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che detta unità di raffreddamento (4) comprende un manicotto (6) entro cui avanzano detti tubi grezzi (100) comprendente una pluralità di ugelli disposti radialmente da cui fuoriescono i getti dell'acqua di raffreddamento.

Fig. 1

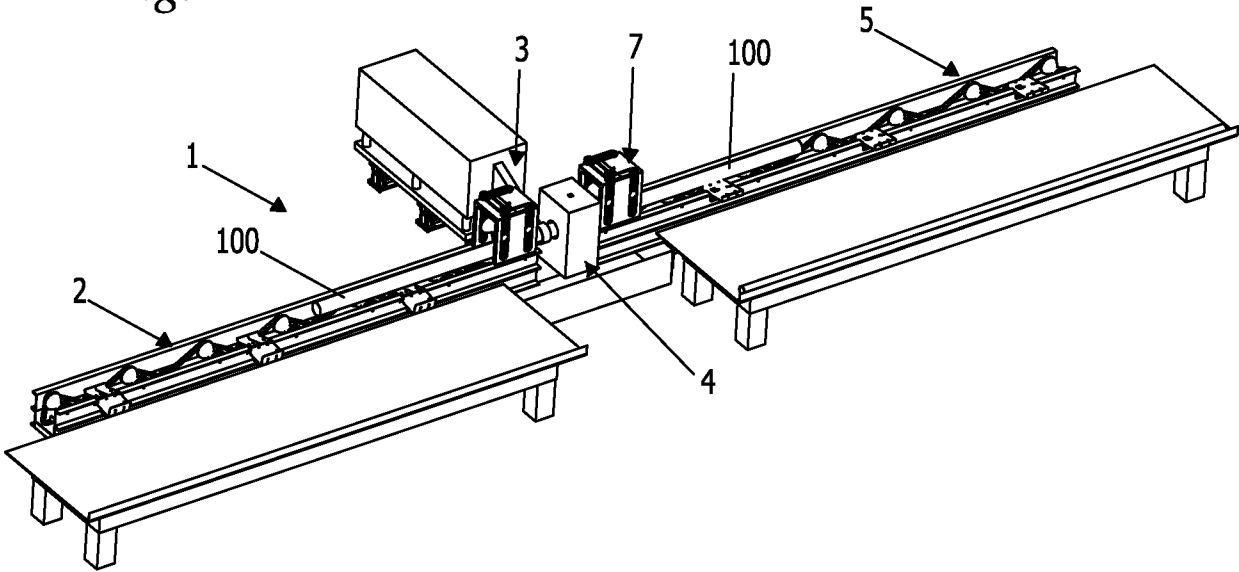


Fig. 2

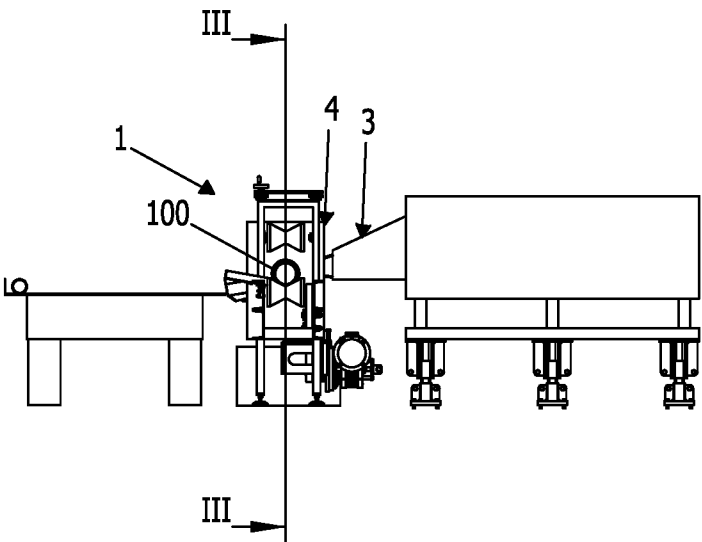


Fig. 3

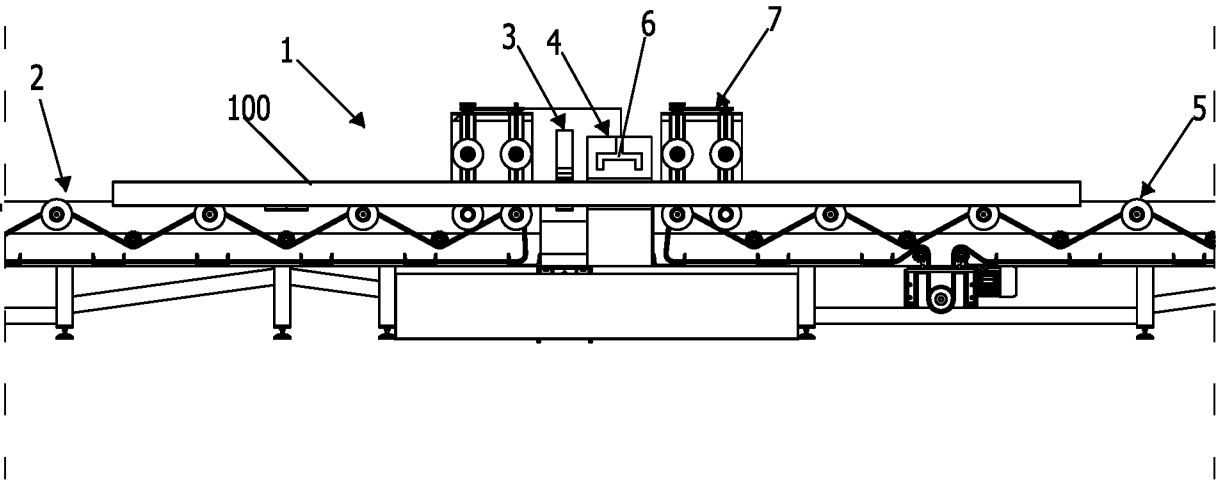


Fig. 4

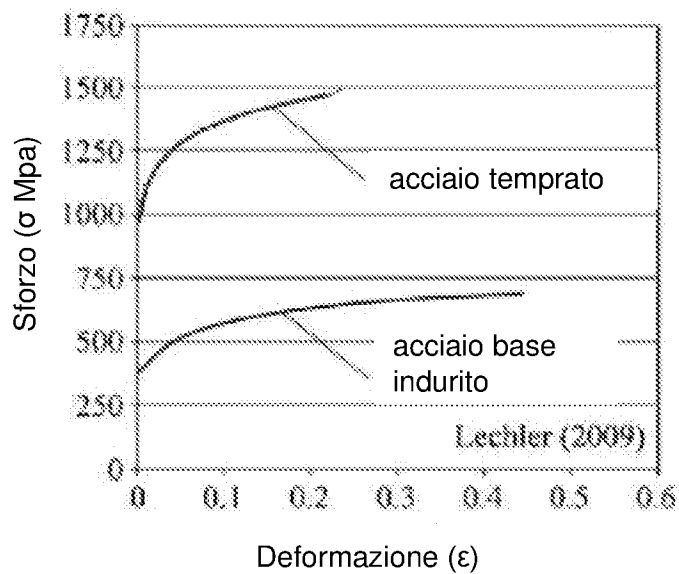


Fig. 5

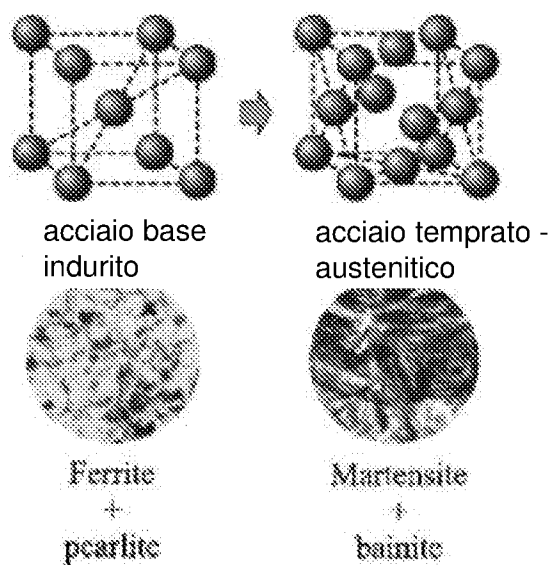
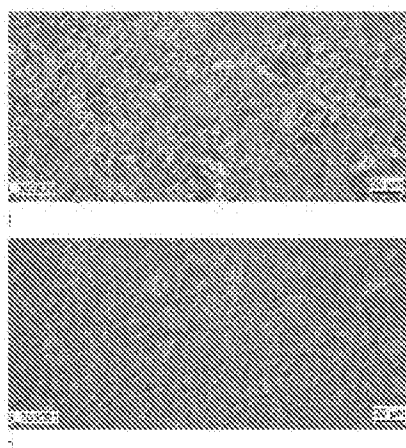


Fig. 6

Fig. 7



Acciaio base indurito

Acciaio temprato

Fig. 10

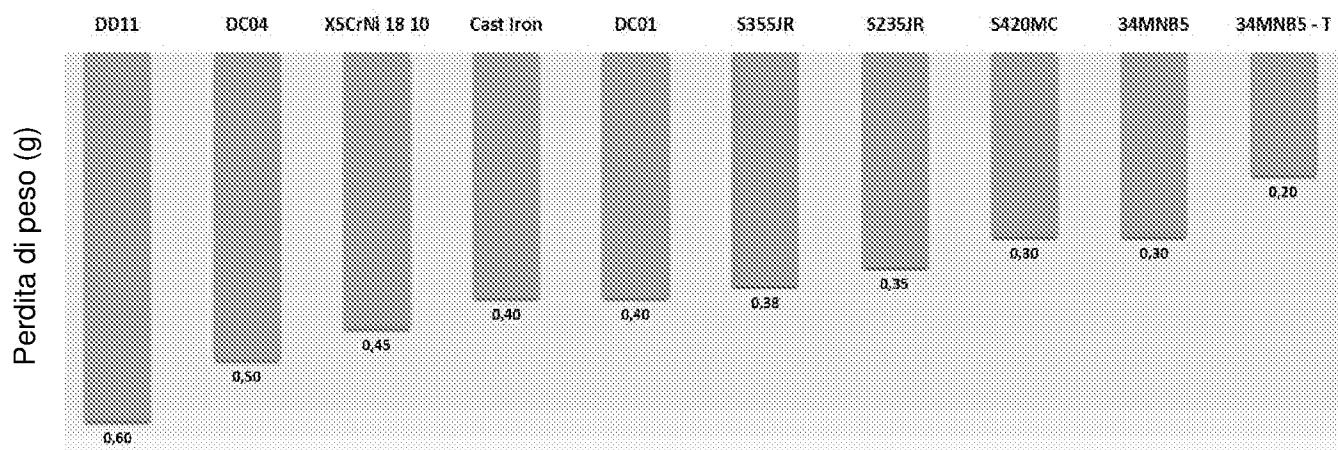


Fig. 8

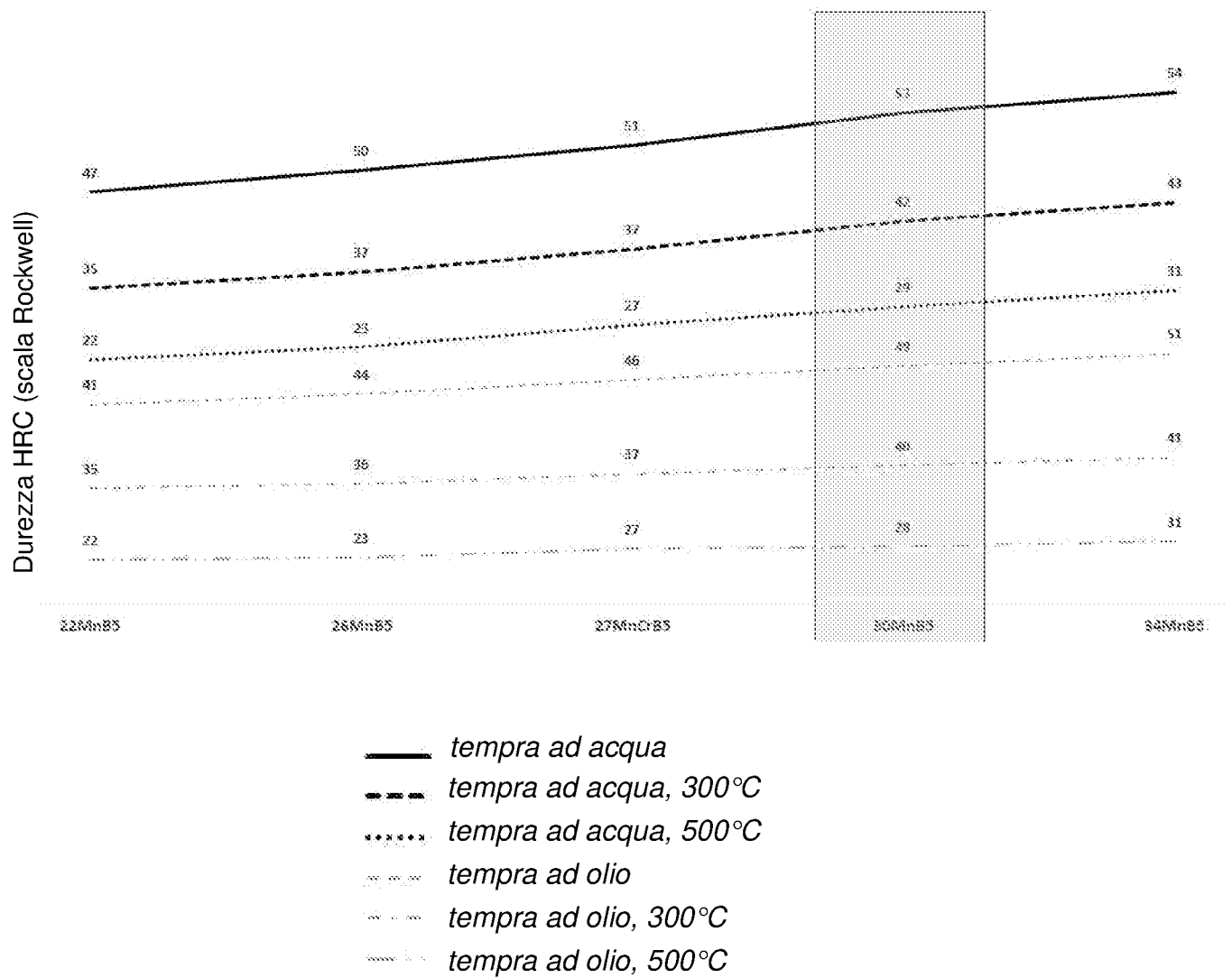


Fig. 9

