



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

# UIBM

|                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| <b>DOMANDA NUMERO</b>     | <b>101993900286820</b> |
| <b>Data Deposito</b>      | <b>22/02/1993</b>      |
| <b>Data Pubblicazione</b> | <b>22/08/1994</b>      |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| <b>Priorità</b>               | 07/841.151 |
| <b>Nazione Priorità</b>       | US         |
| <b>Data Deposito Priorità</b> |            |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| <b>Priorità</b>               | 07/924.144 |
| <b>Nazione Priorità</b>       | US         |
| <b>Data Deposito Priorità</b> |            |

|                |               |                    |               |                    |
|----------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|
| <b>Sezione</b> | <b>Classe</b> | <b>Sottoclasse</b> | <b>Gruppo</b> | <b>Sottogruppo</b> |
| C              | 22            | C                  |               |                    |

Titolo

|                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| ARTICOLO IN ACCIAIO DI BASSA LEGA, IN PARTICOLARE UN BLOCCO STAMPO PER LAVORAZIONI A CALDO. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|

DESCRIZIONE

a corredo di una domanda di Brevetto d'Invenzione

a nome/ A. FINKL & SONS CO.

dal titolo: "Articolo in acciaio di bassa lega, in

particolare un blocco stampo per lavorazioni a caldo".

Per un blocco stampo per lavorazioni a caldo,

RM93 A 000106

la caratteristica della temprabilità è una caratte-

ristica molto importante dell'articolo finale. Come

sarà apprezzato da coloro che sono esperti nel ramo

relativo un blocco stampo per lavorazioni a caldo

ora è usato quasi esclusivamente insieme con la pro-

duzione di lunghe serie di parti forgiate. Pertanto

è un obiettivo industriale quello di fornire una par-

te di acciaio che dia la stessa produzione, o quasi

la stessa produzione (e, naturalmente, se è possibile

una maggiore produzione) nell'ultima impronta come

nella prima impronta. Questo obiettivo si traduce nel-

la temprabilità (che non deve essere confusa con la

durezza), cioè, la capacità di un pezzo di acciaio

a possedere la medesima durezza o quasi la medesima

durezza a tutte le profondità dopo il trattamento

termico iniziale. Così, quando una cavità di stampo

si usura con l'uso e diventa surdimensionata, il pun-

zone dello stampo raserà tipicamente la superficie

*Ing. Parrano & Parrano*  
*Roma s.p.a.*

della cavità ad una profondità, per esempio, di 1/2 pollice (12,7 mm) e ri-imprime una nuova cavità allineata con la cavità precedente. Se l'acciaio ha la medesima durezza, e naturalmente altre caratteristiche desiderabili, dopo ripetute impronte ha dimostrato una eccellente temprabilità. Questo è particolarmente difficile come obiettivo da raggiungere in blocchi di stampo grandi, vale a dire di 12 pollici (30,48 cm) o di spessore maggiore, nella condizione di forgiatura prima di segare a metà e incidere seguendo l'impronta.

Come discusso nel brevetto statunitense No. 3970448 uno stampo di forgiatura per lavorazione a caldo deve avere una forza sostanziale poichè viene sottoposto a sollecitazioni pesanti nell'operazione di forgiatura e una durezza sostanziale per assicurarlo contro l'usura. Esso deve avere anche una buona robustezza per sopportare i carichi d'urto pesanti e continui ai quali viene sottoposto nell'uso. Per via delle temperature elevate alle quali viene esposto durante l'uso lo stampo deve essere resistente al rammollimento e al controllo termico. La resistenza all'abrasione è anche un fattore critico, poichè nell'uso le forze di scorrimento esercitate sulla superficie a temperature elevate sono molto sostanziali.

*Ing. Romano S. Romano*  
*Roma*

In modo più importante, la temprabilità dello stampo deve essere la più elevata ed uniforme possibile nei limiti del costo, della tenacità e del trattamento termico.

In pratica, la cavità inizialmente realizzata nel blocco stampo dal quale lo stampo viene prodotto alla fine si usura fino a dimensioni eccessive per l'uso. Quando è stata raggiunta la massima tolleranza lo stampo viene rimosso, la faccia viene tagliata fino al metallo e la cavità viene nuovamente praticata nel materiale restante. Questo può essere ripetuto parecchie volte prima che la vita utile dello stampo sia esaurita. Il costo degli stampi, con l'inclusione del costo iniziale, il tempo di martellatura e di pressatura per la rimozione, lavorazione alla macchina ed installazione richiede che venga ottenuta la produzione massima dopo ciascuna ripetuta impronta.

Ora se lo stampo ha una sufficiente robustezza e tenacità da restare in servizio senza frattura, il requisito di impiego più importante è costituito dal fatto che lo stampo sia di durezza sostanzialmente uniforme in tutta la sua massa così che ci si possa aspettare che la produzione dall'ultima impronta sia altrettanto grande quanto quella che ci si può

*Ing. Barzani & Zanardo*  
*Roma s.p.a.*

aspettare dall'impronta iniziale.

Pertanto, in questa applicazione la temprabilità è la caratteristica più importante.

Nella pratica della presente invenzione, il contenuto di carbonio dell'acciaio è preferibilmente notevolmente minore dello standard industriale di 0,55. In maniera specifica nella presente invenzione il carbonio dovrebbe essere nell'intervallo da 0,42 a 0,52 e di preferenza dovrebbe essere di circa 0,47. Il carbonio è essenziale per la robustezza e la durezza e si ritiene che queste caratteristiche essenziali non possano essere ottenute se il contenuto di carbonio è notevolmente minore di circa 0,42. Al medesimo tempo si ritiene che il limite convenzionale superiore di 0,60 sia elevato in maniera non necessaria e che, osservando le altre condizioni qui appresso descritte, i risultati finali desiderati possano essere ottenuti se il limite superiore del carbonio non è notevolmente maggiore di 0,52.

La presente invenzione contempla una variazione modesta dalle convenzionali pratiche con Si e quindi un intervallo da circa 0,25 a 0,35 con una mira al valore di circa 0,30 è accettabile.

Attualmente il costo del nichel è fortemente aumentato e quindi, sebbene il nichel sia un elemen-

*Ingeg. Giovanni S. Sarnaldi*  
*Roma 1948*

to importante, in particolare per ottenere la tenacità richiesta in condizioni operative severe, si preferisce che l'intervallo di concentrazione del nichel sia abbassato dal valore convenzionale di 0,75-1,25 come descritto nel brevetto statunitense No. 3929423 a 0,65 fino a 0,95. Il valore più basso del nichel, in presenza del valore più basso di carbonio e, come qui di seguito descritto, un contenuto minore di molibdeno ancora raggiungerà la tenacità richiesta. Di preferenza il nichel è presente alla concentrazione di 0,80 o ad una concentrazione prossima a questo valore.

Il cromo è assai sostanzialmente aumentato ed esso dovrebbe essere presente in quantità da circa 1,40 fino a 1,60. Questo contenuto è in contrasto marcato con la pratica ampiamente usata di fornire Ni nell'intervallo da 0,85 a 1,05. Il cromo è richiesto per la tempra profonda, per la resistenza all'usura meccanica, la resistenza al rinvenimento e la sua capacità di aumentare la temperatura critica inferiore. Di preferenza il cromo è alla concentrazione di 1,50 o prossima a tale valore poichè il cromo è molto meno costoso del nichel, ed il cromo stesso è un elemento che può essere aumentato.

Il molibdeno, un potente agente di formazione

*Ing. Barzani & Zanardi*  
*Roma s.p.a.*

di carburi, contribuisce alla resistenza al rammollimento, la resistenza all'usura meccanica e la temprabilità. A causa del suo sostanziale contributo alla temprabilità, si preferisce un intervallo da circa 0,30 a 0,50 con un valore di mira di 0,40.

Il manganese contribuisce in maniera molto sostanziale alla temprabilità e quindi almeno circa 0,75 di esso dovrebbe essere presente. A causa della sua tendenza all'attacco dei refrattari nel processo di produzione dell'acciaio, si preferisce che la quantità superiore usata non sia maggiore di circa 0,95 e di preferenza non maggiore di circa 0,90. In nessuna circostanza il manganese dovrebbe essere presente in quantità notevolmente al di sopra di 0,95, per esempio circa 2 % che la letteratura ha suggerito.

Il vanadio contribuisce alle dimensioni di grana fine che hanno mostrato di essere una importante caratteristica in questo tipo di prodotto. Allo scopo di ottenere il desiderato effetto di dimensioni della grana dovrebbe essere presente almeno circa 0,04 V. Se è presente più di circa 0,10 di vanadio, che è un elemento costoso, l'effetto del vanadio sulla dimensione dei grani può essere insignificante. Quindi si preferisce circa 0,05 V.

Lo zolfo è essenziale per la lavorabilità alla

*Ing. Giovanni Zanardi*  
*Roma 1944*

macchina e comunemente si ritiene che lo zolfo debba essere presente in quantità fino a 0,045 in questo tipo di acciaio allo scopo di ottenere una lavorabilità accettabile alla macchina. Lo zolfo tuttavia presenta parecchi effetti deleteri ben noti in questo tipo di acciaio con l'inclusione di una aumentata tendenza verso la fragilità a caldo con un aumento di contenuto dello zolfo. E' perciò desiderabile impiegare la minima quantità di zolfo che fornisce il valore richiesto di lavorabilità alla macchina. Nella presente invenzione, zolfo in quantità sostanzialmente maggiore di 0,025 può tendere a produrre solfuri in eccesso che influenzano in maniera deleteria le proprietà trasversali. Se è presente una quantità notevolmente minore di circa 0,010 di zolfo, anche nelle condizioni qui descritte, la richiesta lavorabilità alla macchina può non essere raggiunta. Un intervallo più preferito è fino a 0,022 al massimo e risultati eccellenti saranno ottenuti con una mira di circa 0,015.

Poichè questi valori di concentrazione dello zolfo relativamente bassi sono in relazione alla presenza e alle quantità di alluminio e calcio, la quantità e il trattamento di alluminio e di calcio sono qui di seguito descritti.

*Ing. Barrano & Ranardo*  
*Roma s.p.a.*

L'alluminio è desiderabile per l'affinazione dei grani e, in basse quantità, per la fluidificazione dell'acciaio fuso. L'alluminio possiede la caratteristica desiderabile di promuovere la formazione di grani fini e quindi dovrebbe essere presente in quantità da circa 0,015 a 0,035. Se è presente una quantità molto minore di 0,015, l'effetto desiderato sui grani e l'effetto della disossidazione durante la produzione dell'acciaio possono non essere ottenuti. Se è presente una quantità notevolmente maggiore di 0,035, l'effetto sul controllo delle dimensioni dei grani scompare e insorgono altri problemi come ad esempio l'attacco del refrattario durante il procedimento di produzione dell'acciaio. Una concentrazione di circa 0,025 di Al è preferita. Poichè la quantità di alluminio presente è stata considerata tale da avere un effetto significativo sulla qualità degli alluminati, e gli alluminati sono stati considerati universalmente un agente contaminante, è una buona pratica convenzionale quella di minimizzare la quantità di alluminio presente. (Come coloro che sono esperti nel ramo relativo potranno facilmente apprezzare, vi sono essenzialmente 4 tipi di inclusioni non metalliche che, in questo tipo di acciaio, sono considerate impurezze, e cioè silicati, allumi-

*Ing. Giovanni S. Samardo*  
*Roma 1944*

nati, ossidi complessi, e solfuri).

Le quantità di silicati e alluminati formati sono alquanto proporzionali alla quantità di ossigeno disponibile nell'acciaio. Si pensa che gli ossidi complessi siano formati ampiamente durante la spillatura e la colata. La quantità di solfuri formati, naturalmente, sarà proporzionale allo zolfo e ai materiali contenenti zolfo nell'acciaio, con l'inclusione dello zolfo da tali fonti come sfrido e olio nella tornitura e altri materiali di sfrido in officina, il grado al quale viene effettuata la affinazione in forno o siviera sotto vuoto, le aggiunte intenzionali come le aggiunte in siviera di piriti per soddisfare la specificazione desiderata di zolfo. Le tecniche di colata per ridurre l'assorbimento di ossigeno possono essere impiegate come l'uso di un vuoto o di una atmosfera inerte durante la colata e/ovvero l'eliminazione di spruzzi mediante l'impiego di tamponi per spruzzi, non le tecniche di colata per gocciolamento o colata di fondo.

I silicati e gli alluminati sono formati quando l'ossigeno fuoriesce dalla soluzione a causa della caduta di temperatura. Si ritiene che se al tempo in cui i silicati e gli alluminati si formano esiste una condizione di mancanza di ossigeno nell'acciaio

*Ing. Barzani & Barzani*  
*Roma spa*

fuso, la formazione di ossido e solfuro può essere diminuita in maniera largamente significativa. Pertanto è essenziale che vengano prese misure per assicurare bassi livelli di ossigeno nell'acciaio. È stato ora confermato che se si mantiene un rapporto di circa 15 % del calcio rispetto all'alluminio, le inclusioni non metalliche di venatura come  $Al_2O_3$  ed  $SiO_2$  sono convertite in ossidi complessi globulari arrotondati i quali sono finemente dispersi in tutta la massa dell'acciaio. Lo zolfo anche viene globularizzato. Come risultato le inclusioni del tipo a venatura che agiscono come potenziatori di sollecitazione sono notevolmente ridotte con il risultato di migliori stime JK e di un acciaio a struttura più netta e più robusta. In termini assoluti, un contenuto di calcio del valore da circa 15 ppm a circa 50 ppm può essere utile al produttore di acciaio.

Il contributo del titanio potrà essere meglio apprezzato dall'ulteriore riferimento al ruolo delle inclusioni nell'acciaio.

Le cosiddette inclusioni del tipo II, categoria A, sono fondamentalmente solfuri. Queste composizioni quando venivano esaminate al microscopio si mostravano come oggetti simil ad un lungo filamento. Come è stato menzionato, lo zolfo è essenziale allo

*Ing. Romano S. Damato*  
Roma 1968

scopo di fornire la lavorabilità alla macchina, ma le cosiddette "striature" o i cosiddetti filamenti che sono presenti come risultato della presenza dello zolfo hanno un effetto molto deleterio sulla riduzione dell'area trasversale.

E' noto che il titanio può avere un effetto vantaggioso sui filamenti di solfuro, ma si è ritenuto che quantità maggiori di una quantità molto bassa, ad esempio da circa 0,005 a circa 0,007, avrebbero dato come risultato immediatamente la formazione di solfuro di titanio e/ovvero ossido di titanio, i quali composti sono deleteri per le proprietà desiderate quanto i solfuri e forse anche di più.

Si dovrebbe anche tenere nota delle categorie di inclusioni delle classi B, C e D che sono rispettivamente alluminati, silicati ed ossidi complessi. Queste ultime tre categorie di inclusioni possono essere altrettanto deleterie quanto la categoria di inclusioni costituita dai solfuri del tipo A.

E' stato commentato che gli effetti indesiderabili delle inclusioni di cui sopra possono essere controllati e cioè trasformati nella sagoma globulare, mediante un controllo accurato del processo di produzione dell'acciaio e l'aggiunta delle quantità specificate di titanio.

*Ing. Barzani & Zanardi*  
*Roma s.p.a.*

In maniera specifica si ritiene che mediante l'aggiunta di titanio al procedimento di produzione dell'acciaio in un punto nel ciclo di trattamento nel quale l'ossigeno è ad un basso livello, la tendenza a formare se le sostanze deleterie  $TiO$  e  $TiS$  viene eliminata, e si forma carbonitruro di titanio preferenzialmente rispetto ai nitruri di alluminio.

Inoltre, sebbene non sia stata stabilita alcuna solida base sostanziale scientifica, si ritiene però che i nitruri di alluminio siano trattenuti nei bordi di grano così provocando la debolezza dell'acciaio mentre le formazioni di carbonitruro di titanio sono mantenute entro i grani e potenziano la robustezza dell'acciaio. I nitruri di alluminio nei bordi di grano indeboliscono la superficie del lingotto e danno come risultato la fratturazione del pannello durante la forgiatura. Il titanio si combina attivamente con l'azoto a formare nitruri di titanio che penetrano nei grani, così eliminando un punto potenziale di scissione e cioè a dire agenti di provocazione di sollecitazione nei bordi di grano. Per tutte le precedenti ragioni, il titanio dovrebbe essere presente in quantità variabile nell'intervallo da circa 0,003 a 0,075 e di preferenza da circa 0,005 a circa 0,20.

*Ing. Giovanni S. Sarni*  
*Roma 1944*

Il concetto che è stato sopra descritto in termini quantitativi è in effetti un'applicazione del concetto di diametro critico ideale per ottenere una funzionalità desiderata per il prodotto.

Come è ben noto, la temprabilità può essere misurata ed espressa matematicamente (cioè mediante la formula  $\log D_i = \log F_c + \log F_{si} + \log F_{ni} + \log F_{cr} + \log F_{mo} + \log F_x$ , in cui l'espressione  $D_i$  rappresenta il diametro critico ideale, e l'espressione  $F_c$ ,  $F_{si}$ ,  $F_{ni}$ ,  $F_{cr}$ ,  $F_{mo}$  ed  $F_x$  sono fattori che rappresentano il contributo alla temprabilità di ciascuno degli elementi identificati dal simbolo chimico all'indice e, con riferimento a  $F_x$ , tutti gli altri elementi che possono essere presenti e che contribuiscono alla temprabilità, tutti come esemplificati a pagina 78 di Republic Alloy Steels, 1961, Republic Steel Corporation, Cleveland, Ohio) e in relazione con l'abilità di un acciaio di stampo a dare una funzionalità soddisfacente. Per esempio, il diametro critico ideale, qui di seguito riportato dalla sua abbreviazione convenzionale  $D_i$ , è spesso usato come misura della temprabilità. Per una discussione più dettagliata della temprabilità e  $D_i$ , si veda Republic Alloy Steels, 1961, Republic Steel Corporation, Cleveland, Ohio, pag. 75-102, in cui si noterà

*Ing. Barrano & Ranardo*  
*Roma spa*

che il diametro critico ideale,  $D_1$ , può essere definito come il diametro di un tondo che, se sottoposto a tempra in una tempra perfetta, si tempererà al 50 % di martinsite al centro. Per gli scopi della presente invenzione, tuttavia, la determinazione matematica del  $D_1$  come derivata dai calcoli basati sulla composizione chimica è di importanza di base, anziché una misura specifica del diametro.

E' stato scoperto che un  $D_1$  di almeno 10 è più ideale per le condizioni di funzionamento severe di un articolo di acciaio per forgiatura per lavorazioni a caldo a cui è rivolta la presente invenzione, e che un articolo di acciaio che ha i costituenti chimici sopra descritti ha un  $D_1$  di circa 13.5; infatti, le variazioni permesse di contenuto danno la possibilità di progettare ed usare con successo tali prodotti con un intervallo di contenuti notevolmente ampio in modo da fornire al produttore di acciaio una flessibilità molto adeguata nella produzione del prodotto desiderato. Quindi l'invenzione fornisce non solamente un prodotto finale molto utile al costo più basso, ma una maniera pratica di formare tale prodotto usando tecniche convenzionali e pratiche di produzione dell'acciaio.

A questo riguardo si dovrebbe notare che è

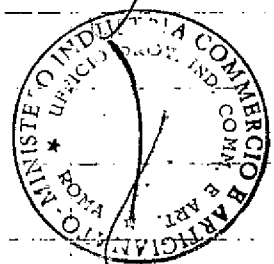
*Ing. Giovanni S. Sarnano*  
*Scrittura*

preferibile che il prodotto finale contenga non più di circa 2,2 ppm di H per evitare la sfogliatura e non più di circa 30 ppm di O allo scopo di minimizzare la presenza di inclusioni indesiderabili come i silicati e gli alluminati i quali possono influenzare in maniera contraria la resistenza all'usura. Si dovrebbe anche notare che il prodotto è particolarmente bene adatto alla nitrurazione e il contenuto di azoto fino a 90 ppm è piuttosto accettabile.

Sebbene parecchie realizzazioni della presente invenzione siano state illustrate e descritte, sarà ancora una volta chiaro a coloro che sono esperti nel ramo relativo che l'invenzione non è limitata alle composizioni e tecniche precise che qui sopra sono state stabilite. Pertanto, l'ambito della presente invenzione non dovrebbe essere limitato agli esempi specifici sopra stabiliti, ma piuttosto dovrebbe essere limitato soltanto dall'ambito delle rivendicazioni qui appresso allegate quando siano interpretate alla luce della tecnologia precedente di pertinenza.

UN MANDATARIO  
per se e per gli altri  
Antonio Taliencio  
(N° d'iscr. 171)

*Taliencio*



*Ing. Barrano & Barardo*  
*Roma s.p.a.*

## RIVENDICAZIONI

1. Prodotto di acciaio di bassa lega avente elevata temprabilità e buona lavorabilità alla macchina in presenza di un contenuto di zolfo relativamente basso, detto acciaio essendo essenzialmente costituito dalla seguente composizione in % in peso:

C da circa 0,42 a circa 0,52

Si " 0,15 " 0,35

Ni " 0,65 " 0,95

Cr " 1,40 " 1,60

Mo " 0,30 " 0,50

Mn " 0,75 " 0,95

V " 0,04 " 0,10

S " 0,010 " 0,025

Ti " 0,003 " 0,075

Al " 0,015 " 0,030

Ca circa 15 % di Al

H 2,2 ppm massimo

O 30 ppm massimo

Fe bilancio ed impurezze non dannose.

2. Prodotto di acciaio di bassa lega della rivendicazione 1 ulteriormente caratterizzato dal fatto che il detto prodotto di acciaio consiste essenzialmente della seguente composizione in % in peso:

C, circa 0,47; Si circa 0,30; Ni, circa 0,80; Cr,

*Ing. Giovanni S. Sarnaldi*  
*Roma spa*

circa 1,50; Mo, circa 0,40; Mn, circa 0,90; V, circa  
0,05; S, massimo 0,022; Ti, circa 0,005-0,020; Al,  
circa 0,015-0,020; Ca, circa 15 % di Al; H, 2,2 ppm  
al massimo; 0,30 ppm al massimo; Fe, quantità di bi-  
lancio ed impurezze non dannose.

3. Prodotto di acciaio di bassa lega della ri-  
vendicazione 2 ulteriormente caratterizzato dal fat-  
to che lo zolfo è presente in quantità di circa 0,015.

4. Prodotto di acciaio di bassa lega secondo  
la rivendicazione 1, ulteriormente caratterizzato dal  
fatto che lo zolfo è presente in quantità di circa  
0,015.

Roma, 22 FEB. 1993

p: A. FINKL & SONS CO.

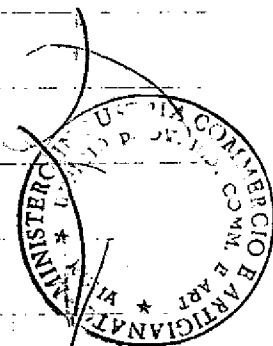
p: ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

UN MANDATARIO  
per e per gli altri  
Antonio Taliercio  
(n° d'iscr. 171)

SS/

15821

*Italiano*



*Ing. Barzano & Zanardo  
Roma s.p.a.*