



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

DOMANDA NUMERO	102007901492906
Data Deposito	12/02/2007
Data Pubblicazione	12/08/2008

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	22	C		

Titolo

ACCIAIO INOSSIDABILE AUSTENITICO

RM 2007 A 000069

SIB BI3738R

STR 18

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo:  
"ACCIAIO INOSSIDABILE AUSTENITICO"  
a nome di ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni S.p.A.  
di Terni (Italia)

.....  
DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce al settore degli acciai nichel-cromo-manganese-rame-azoto a basso contenuto di nichel.

Come è noto, gli acciai inossidabili austenitici, della serie 3XX, come ad esempio AISI 304 con microstruttura a temperatura ambiente sostanzialmente austenitica, sono molto apprezzati per la loro elevata duttilità e formabilità, per la loro resistenza alla corrosione e la loro lavorabilità.

Questi acciai tuttavia posseggono una resistenza meccanica non sufficiente per gli impieghi strutturali dedicati alla realizzazione di strutture leggere quali ad esempio quelle del settore automobilistico (quali telai, assorbitori d'urto, sospensioni).

Un altro importante svantaggio di queste leghe è il loro elevato costo a causa delle notevoli quantità di nichel necessarie per stabilizzare la fase austenitica a temperatura ambiente.

Esiste pertanto nello specifico settore l'esigenza di diminuire la quantità di nichel per ridurre i costi di queste leghe, e di migliorare la loro resistenza alla corrosione e la loro resistenza meccanica, garantendo una elevata formabilità a freddo.

I tentativi di sostituire parzialmente il nichel con elementi quali carbonio, manganese, rame oppure azoto, hanno evidenziato l'inconveniente che la riduzione del nichel comporta la formazione di ferrite-delta e, nel corso della lavorazione a freddo, la formazione di un'eccessiva quantità di martensite che può comportare effetti indesiderati quali criccabilità differita.

In US 3.615.365 viene descritto un acciaio inossidabile austenitico, composto principalmente di manganese, cromo e nichel, che contiene piccole, ma significative, quantità di carbonio, silicio, rame ed azoto. Gli elementi di lega sono combinati in proporzioni critiche in modo da assicurare una buona lavorabilità a caldo grazie al pieno

controllo delle quantità di ferrite-delta presente e di martensite risultante (entrambe al di sotto del 10%). La lega ha la seguente composizione: fino a circa 0,12% carbonio, da circa 5 a circa 8,5% manganese, fino a circa 2% silicio, da circa 15 a circa 17,5% cromo, da circa 3,5 a circa 6,5% nichel, da circa 0,75 a circa 2,5% rame, fino a circa 0,05% azoto, la rimanente parte essendo ferro a parte occasionali impurezze.

Questa lega, per quanto riguarda il contenuto di manganese, esibisce un limite inferiore del 5%, dato che un contenuto più basso di questo valore potrebbe richiedere un contenuto più alto del costoso nichel oppure quantità eccessive di rame che rende la lega fragile a caldo. Viene inoltre raccomandato per il manganese un limite superiore di 8,5% tenuto conto che deve essere mantenuto tra manganese e rame, una proporzione idonea a prevenire fragilità a caldo indotta da contenuti troppo alti di Cu.

Secondo US 3.615.365 sarebbero richiesti contenuti più elevati di nichel o manganese, a meno che non venga aggiunto almeno lo 0,75% di rame al fine di stabilizzare la lega nei confronti della formazione di martensite durante la deformazione.

Aggiungendo tuttavia più del 2,5% di rame si presenta l'inconveniente, già menzionato, della fragilità a caldo.

Secondo questo documento, la riduzione di nichel al di sotto del limite inferiore dell'intervallo indicato in esso, deve essere compensata incrementando la quantità di manganese e/oppure rame per prevenire la formazione di martensite e di un eccesso di ferrite-delta. Allo stesso tempo i contenuti di Mn e Cu debbono essere bilanciati verso il limite superiore degli intervalli indicati per questi elementi di lega, vale a dire verso circa l'8% di Mn ed il 2-2,5% di Cu, al fine di assicurare sufficiente stabilità della fase austenitica ed una buona combinazione delle proprietà meccaniche e di resistenza a corrosione.

Da tale contesto deriva il pregiudizio tecnico che elevati tenori di Mn, superiori all'8%, hanno ricadute negative sulla resistenza a corrosione particolarmente del tipo a vaiolatura (pitting) o interstiziale (crevice).

Si è ora visto inaspettatamente che, negli acciai inossidabili austenitici dell'invenzione, per bassi contenuti di nichel compresi fra 3,5 e

4,2%, le percentuali di Mn possono essere comprese fra 10,5 e 11,5% e possono essere quindi più alte di quelle previste nella anteriorità sopra menzionata, senza pregiudizio di proprietà meccaniche e resistenza alla corrosione, con il vantaggio di aumentare la solubilità dell'azoto contribuendo così a prevenire la comparsa di porosità, anche in presenza di contenuti più alti di questo elemento.

Dato il forte contributo alla stabilizzazione della fase austenitica fornito dall'azoto, che viene mantenuto ad elevati livelli grazie alla presenza di forti tenori di Mn, può essere innalzato anche il contenuto del Cr, elemento notoriamente alfa-geno, da 15-17,5% a 17,6-18,3%, con il vantaggioso effetto di migliorare la resistenza alla corrosione.

La stabilizzazione della fase austenitica è anche raggiunta nella lega grazie all'alto contenuto di N (0,25-0,40%). Questo elevato contenuto di azoto comporta il miglioramento della resistenza alla corrosione (in particolare per vaiolatura) e delle proprietà meccaniche per effetto del rafforzamento indotto dalla sua soluzione solida interstiziale. L'alta

concentrazione di azoto, grazie alla sua incrementata solubilità, per effetto dell'aumento della percentuale di manganese, consente di prevenire la formazione di porosità, in particolare quelle superficiali.

Esiste inoltre una seconda serie di acciai inossidabili austenitici della serie 2XX basati su Cr-Mn-Ni che, con un ridotto contenuto di Ni, forniscono una parziale risposta al problema del contenimento dei costi degli elementi di lega ed in particolare del Ni.

Gli acciai della serie 2XX, pur possedendo una resistenza meccanica superiore a quella degli acciai della serie 3XX, mostrano tuttavia una ridotta resistenza alla corrosione ed una minore formabilità.

Tutti gli inconvenienti dello stato della tecnica finora evidenziati possono essere superati con l'acciaio della presente invenzione, che esibisce in ogni caso un contenuto in ferrite delta inferiore al 10% ed un contenuto in martensite risultante dalla lavorazione inferiore al 10%.

E' oggetto della presente invenzione un acciaio inossidabile austenitico a basso nichel, contenente i seguenti componenti espressi in

percentuale in peso: C 0,02-0,10; Cr 17,6-19,0; Ni 3,5-4,5; Mn 10,5-12,5; Cu 1,5-3,0; Si 0,15-0,60; N 0,25-0,40; S  $\leq$  0,01; P  $\leq$  0,03, ed eventualmente Mo 0,2-1,0 e B 0,001-0,003, la restante parte essendo sostanzialmente ferro a parte le inevitabili impurezze.

Per applicazioni che richiedono migliorata tenacità, preferibilmente il limite inferiore dell'intervallo di nichel è 3.8%.

La funzione dei singoli elementi nella lega secondo la presente invenzione è riportata qui di seguito.

Il carbonio, pur essendo un forte stabilizzatore della fase austenitica, non può essere impiegato in tenori elevati ( $>0,1\%$ ) per non determinare un'eccessiva diminuzione della resistenza a corrosione intergranulare e per non creare problemi di saldabilità.

Il cromo favorisce la resistenza alla corrosione e aumenta la solubilità dell'azoto impedendo la comparsa di porosità. Il contenuto di cromo non può essere superiore a 19% per evitare gli effetti del suo carattere alfa-geno e la tendenza alla formazione di fasi intermetalliche indesiderate.

Il nichel è l'elemento austenitizzante primario. La riduzione del suo contenuto nella lega, per soddisfare esigenze di carattere economico e strategico, deve prevedere l'introduzione di elementi sostitutivi che compensino la conseguente riduzione del carattere gammageno della lega.

Il manganese ha un forte effetto stabilizzante sulla fase austenitica ed aumenta in modo considerevole la solubilità dell'azoto, in tal modo contribuendo a prevenire la comparsa di porosità. Il bilanciamento del Mn e di altri elementi di lega dell'acciaio di questa invenzione, quali S e N, anche in presenza di valori relativamente elevati di rame, previene i problemi legati alla fragilità a caldo e permette di ottenere una resistenza alla corrosione paragonabile al più costoso AISI 304.

Il rame, oltre a promuovere la formazione di fase austenitica e contribuire alla sua stabilità, migliora la resistenza degli acciai inossidabili nei confronti della corrosione generalizzata. Come già visto in precedenza, il contenuto del rame non deve essere superiore al 3% per prevenire problemi di lavorabilità a caldo.

Il silicio è un elemento importante sia per

l'effetto fluidificante che esercita sul bagno metallico, sia per la resistenza all'ossidazione. Per il suo carattere alfageno, deve essere limitato allo 0,60% ed in tenori superiori può creare problemi in sede di decapaggio. E' necessario sia presente, comunque, in tenori superiori allo 0,15% per una buona colabilità dell'acciaio.

L'azoto è un forte stabilizzatore della fase austenitica e determina inoltre un miglioramento della resistenza alla corrosione per vaiolatura (pitting corrosion). Tuttavia, a causa della sua ridotta solubilità in fase liquida, l'azoto non può essere introdotto nella lega con metodi di colata convenzionali in tenori sufficienti a sostituire completamente il nichel. Un importante effetto dell'azoto è il rafforzamento, indotto dalla sua soluzione solida interstiziale, che determina caratteristiche resistenziali tendenzialmente più elevate della classe AISI 3XX.

Il molibdeno, nell'intervallo di percentuale indicato, oltre ad agire come elemento alfageno e ad aumentare la solubilità dell'azoto nella lega, è essenziale per il miglioramento della resistenza alla corrosione e, in particolare, della corrosione per vaiolatura (pitting corrosion). Tuttavia, una

elevata percentuale di questo elemento non permetterebbe al nichel di essere ridotto ai livelli desiderati. Si precisa al riguardo che, ai fini dell'invenzione, percentuali di molibdeno minori del limite inferiore dell'intervallo indicato, debbono essere considerate impurezze.

Il boro, nell'intervallo di percentuale indicato, ed opportunamente bilanciato con l'azoto, risulta efficace nel migliorare la formabilità a freddo e la resistenza meccanica (snervamento). Si precisa al riguardo che, ai fini dell'invenzione, percentuali di boro minori del limite inferiore dell'intervallo indicato, debbono essere considerate impurezze.

Lo zolfo, nell'intervallo di composizione secondo l'invenzione, ed opportunamente bilanciato con il manganese, contribuisce anche a migliorare la lavorabilità a caldo.

Il fosforo, nell'intervallo di composizione secondo l'invenzione, non ha effetti negativi sulle proprietà meccaniche e sulla resistenza alla corrosione.

Preferibilmente, la composizione dell'acciaio secondo la presente invenzione è la seguente: C 0,02-0,06; Cr 17,8-18,3; Ni 3,8-4,2; Mn 10,5-11,7;

Cu 1,8-2,2; Si 0,15-0,40; N 0,25-0,33; S  $\leq$  0,01; P  $\leq$  0,03, ed eventualmente Mo 0,2-1,0 e B 0,001-0,003, la restante parte essendo sostanzialmente ferro a parte le inevitabili impurezze.

La presente invenzione non si limita all'acciaio inossidabile austenitico a basso nichel sin qui descritto. Si estende anche ad un procedimento per la preparazione di laminati in acciaio inossidabile austenitico della composizione secondo l'invenzione ed ai laminati così ottenibili.

E' pertanto oggetto della presente invenzione anche un procedimento per la produzione di laminati in acciaio inossidabile austenitico a basso nichel, caratterizzato dal fatto di sottoporre, un acciaio contenente i seguenti componenti espressi in percentuale in peso:

C 0,02-0,10; Cr 17,6-19,0; Ni 3,5-4,5; Mn 10,5-12,5; Cu 1,5-3,0; Si 0,15-0,60; N 0,25-0,40; S  $\leq$  0,01; P  $\leq$  0,03, ed eventualmente Mo 0,2-1,0 e B 0,001-0,003, la restante parte essendo sostanzialmente ferro a parte le inevitabili impurezze,

alle seguenti operazioni:

- colata in continuo in una lingottiera con una

velocità di colaggio compresa fra 0,5 e 5 metri al minuto ed un surriscaldamento dell'acciaio al momento del colaggio compreso fra 10 e 60°C;

- solidificazione di detto acciaio colato in forma di bramme di spessore compreso fra 50 e 250 mm, con una velocità di raffreddamento tale da completare la solidificazione in un tempo compreso fra 30 e 900 s;
- trattamento di equalizzazione termica di dette bramme ad una temperatura compresa fra 1150 e 1400°C;
- laminazione a caldo di dette bramme, con una temperatura di inizio laminazione compresa fra 950 e 1250°C ed una temperatura di fine laminazione compresa fra 750 e 1150°C, in modo da ottenere detti laminati.

Preferibilmente, il procedimento sopra descritto viene applicato ad un acciaio con la seguente composizione espressa in percentuale in peso: C 0,02-0,06; Cr 17,8-18,3; Ni 3,8-4,2; Mn 10,5-11,7; Cu 1,8-2,2; Si 0,15-0,40; N 0,25-0,37; S  $\leq$  0,01; P  $\leq$  0,03, ed eventualmente Mo 0,2-1,0 e B 0,001-0,003, la restante parte essendo sostanzialmente ferro a parte le inevitabili

impurezze.

Il procedimento sopra descritto, applicato all'acciaio con la composizione chimica della presente invenzione, consente di accrescere il tenore di azoto in soluzione grazie alla elevata velocità di solidificazione ed alla elevata velocità di colaggio.

La maggiore quantità di azoto in soluzione rispetto al ciclo di colaggio tradizionale consente di ridurre il tenore di Ni e contemporaneamente di incrementare le caratteristiche meccaniche dell'acciaio.

Ulteriori vantaggi del suddetto ciclo sono rappresentati dalla riduzione della segregazione interdendritica, dalla riduzione del tenore di ferrite delta e dalla sua più omogenea dispersione in matrice. Tali vantaggi contribuiscono inoltre a conferire ai laminati così prodotti un'elevata isotropia e quindi una miglior formabilità a freddo.

Si è visto che gli acciai e i laminati secondo l'invenzione esibiscono i seguenti valori di Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità ( $R_{p0.2}$ ), Carico unitario a rottura ( $R_m$ ), Allungamento a rottura (A), Indice Erichsen (I.E.).

Acciai secondo l'invenzione:  $R_{p0.2}$  (MPa) 400-450;  $R_m$  (MPa) 690-800;  $A$  (%) 35-50; I.E. (mm) >10,5.

Laminati secondo l'invenzione:  $R_{p0.2}$  (MPa) 400-550;  $R_m$  (MPa) 730-850;  $A$  (%) 30-45; I.E. (mm) >10,3.

Pertanto questi laminati esibiscono oltre a costi di produzione ridotti, proprietà meccaniche superiori a quelle dei prodotti convenzionali in acciai AISI 3XX e, a sostanziale parità di costi di produzione, formabilità analoga e resistenza alla corrosione superiore a quelle dei prodotti convenzionali in acciai AISI 2XX.

E' stata data finora della presente invenzione una descrizione di carattere generale. Con l'aiuto dei seguenti esempi verranno ora forniti ulteriori dettagli di specifiche forme di realizzazione dell'invenzione, finalizzate a farne meglio comprendere obiettivi, caratteristiche, vantaggi e modalità di applicazione.

#### ESEMPIO 1

Nella seguente Tabella 1 sono riportate le composizioni chimiche di acciai secondo la presente invenzione e le composizioni chimiche di acciai convenzionali di confronto.

Nella Tabella 2 sono riportati dati di resistenza meccanica, di formabilità e di resistenza alla corrosione degli acciai di Tabella 1.

Come risulta evidente dall'analisi delle Tabelle 1 e 2, gli acciai secondo l'invenzione esibiscono resistenza meccanica superiore a quella degli acciai convenzionali presi in considerazione, elevata resistenza alla corrosione e buone proprietà di formabilità.

TABELLA 1

	B	C	Cr	Cu	Mn	Mo	N	NI	P	S	Si
Acciaio dell'invenzione											
A	0,0007*	0,032	17,85	1,87	11,05	0,13*	0,274	3,85	0,026	0,002	0,23
B	0,0008*	0,045	18,09	2,01	10,94	0,89	0,268	4,01	0,026	0,001	0,22
C	0,0029	0,053	17,91	1,92	11,64	0,03*	0,282	3,80	0,024	0,001	0,19
D	0,0019	0,052	18,10	1,92	10,51	0,11*	0,330	3,81	0,029	0,002	0,23
E	0,0022	0,028	17,80	2,06	10,95	0,18*	0,280	3,97	0,023	0,001	0,26
Acciaio di confronto											
F (AISI 201)	0,0038	0,069	18,15	0,25	8,45	0,05	0,188	3,58	0,033	0,001	0,36
G (AISI 304)	0,0013	0,052	18,02	0,32	1,23	0,15	0,054	7,98	0,029	0,001	0,41

\* Al livello indicato, da considerarsi una inevitabile impurezza ai fini dell'invenzione

TABELLA 2

	Carico unitario di scottamento dalla proporzionalità $R_{p0.2}$ (MPa)	Carico unitario a rottura (MPa)	Allungamento a rottura (%)	Indice Erichsen (mm) $S_{\text{campioni}}=1,5\text{mm}$	Potenziale di valcolatura (mV/SCE)
A	432,4	739,2	43,8	11,2	350
A-1	395,4	702,6	46,5	10,8	364
B	426,8	714,7	48,8	10,9	376
C	426,8	749,1	44,8	12,2	370
C-1	408,5	705,6	42,5	11,4	368
D	513,9	831,5	44,9	11,7	391
E	433,9	730,4	44,1	12,1	373
F (AISI 201)	343,2	811,5	60,9	13,8	286
G (AISI 304)	288,6	615,9	66,4	13,2	452

ESEMPIO 2

Secondo la presente invenzione è stato realizzato un acciaio conforme alla composizione chimica indicata con A in Tabella 1.

Tale acciaio è stato colato tramite tecnologia di colaggio continuo realizzando bramme dello spessore di 220mm.

L'acciaio risultante presenta, come evidenziato da Tabella 2, un carico unitario di scostamento dalla proporzionalità  $Rp0.2$  migliore rispetto a quello degli acciai convenzionali mostrati in Tabella 1 ed indicati con F e G.

Con tale acciaio sono stati realizzati elementi dedicati al settore automobilistico, in particolare traverse per paraurti.

Tale acciaio è stato colato tramite tecnologia di colaggio continuo realizzando bramme dello spessore di 220mm.

La colata in continuo avviene in una lingottiera con una velocità di colaggio di 1m/min ed un surriscaldamento dell'acciaio al momento del colaggio di 40°C.

La solidificazione di tale acciaio colato in forma di bramme avviene con una velocità di raffreddamento tale da completare la

solidificazione in 600 s.

Il trattamento di equalizzazione termica delle bramme avviene ad una temperatura di 1280°C.

La laminazione a caldo delle bramme, viene effettuata con una temperatura di inizio laminazione di 1100°C ed una temperatura di fine laminazione di 950°C, in modo da ottenere tali laminati.

Nell'intento di fornire un'ulteriore esemplificazione a carattere comparativo, è stato realizzato in termini composizionali un acciaio conforme alla composizione chimica indicata con A in Tabella 1 e tale acciaio è stato colato mediante un trattamento termo-meccanico differente dal ciclo termo-meccanico proposto dalla presente invenzione.

L'acciaio risultante presenta, come evidenziato da Tabella 2, caso A-1, un carico unitario di scostamento dalla proporzionalità  $R_{p0.2}$  inferiore a quello dell'acciaio A ottenuto come da trattamento termo-meccanico conforme a quanto oggetto della presente invenzione.

### ESEMPIO 3

Secondo la presente invenzione è stato realizzato un acciaio conforme alla composizione chimica indicata con C in Tabella 1.

Questo acciaio è stato colato tramite tecnologia di colaggio tradizionale realizzando bramme dello spessore di 220mm.

L'acciaio risultante, presenta come evidenziato da Tabella 2, una migliore formabilità/stampabilità (indice Erichsen) rispetto all'acciaio A di Tabella 1.

Con tale acciaio sono stati realizzati, tramite tecniche di stampaggio e di idroformatura, elementi dedicati al settore automobilistico, in particolare braccetti per sospensione.

Tale acciaio è stato colato tramite tecnologia di colaggio continuo realizzando bramme dello spessore di 180mm.

La colata in continuo avviene in una lingottiera con una velocità di colaggio di 0,8m/min ed un surriscaldamento dell'acciaio al momento del colaggio di 50°C.

La solidificazione di tale acciaio colato in forma di bramme avviene con una velocità di raffreddamento tale da completare la solidificazione in 750 s.

Il trattamento di equalizzazione termica delle bramme avviene ad una temperatura di 1310°C.

La laminazione a caldo delle bramme, viene

effettuata con una temperatura di inizio laminazione di 1160°C ed una temperatura di fine laminazione di 980°C, in modo da ottenere tali laminati.

Nell'intento di fornire un'ulteriore esemplificazione a carattere comparativo, è stato realizzato in termini composizionali un acciaio conforme alla composizione chimica indicata con C in Tabella 1 e tale acciaio è stato colato mediante un trattamento termo-meccanico differente dal ciclo termo-meccanico proposto dalla presente invenzione.

L'acciaio risultante presenta, come evidenziato da Tabella 2, caso C-1, un carico unitario di scostamento dalla proporzionalità Rp0.2 inferiore a quello dell'acciaio C ottenuto come da trattamento termo-meccanico conforme a quanto oggetto della presente invenzione.

#### ESEMPIO 4

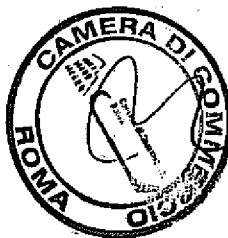
Secondo la presente invenzione, un nastro in acciaio di composizione chimica D, come da Tabella 1, viene prodotto:

- in colata in continuo in lingottiera, con velocità di colaggio di 3,5 metri al minuto e surriscaldamento dell'acciaio al momento del colaggio di 40°C;

- con solidificazione dell'acciaio colato in forma di bramme con spessore di 60 mm, con una velocità di raffreddamento tale da completare la solidificazione in un tempo di 180 s;
- con trattamento di equalizzazione termica di dette bramme ad una temperatura di 1280°C;
- con laminazione a caldo di detta bramma, con una temperatura di inizio laminazione di 1140°C ed una temperatura di fine laminazione di 950°C, in modo da ottenere un laminato secondo l'invenzione.

Questo acciaio contiene un tenore di azoto superiore a quello degli acciai con composizioni A e C. Possiede inoltre una resistenza meccanica ed una resistenza a corrosione superiori a quelle degli stessi acciai con composizioni A e C.

Con tale acciaio sono stati realizzati elementi dedicati al settore automobilistico, in particolare barre di rinforzo.



Gilberto Tonon  
(pat. Alb. n. 83 844)

RM 2007 A 000069

RIVENDICAZIONI

1. Acciaio inossidabile austenitico a basso nichel, caratterizzato dal fatto di contenere i seguenti componenti espressi in percentuale in peso: C 0,02-0,10; Cr 17,6-19,0; Ni 3,5-4,5; Mn 10,5-12,5; Cu 1,5-3,0; Si 0,15-0,60; N 0,25-0,40; S  $\leq$  0,01; P  $\leq$  0,03, ed eventualmente Mo 0,2-1,0 e B 0,001-0,003, la restante parte essendo ferro a parte le inevitabili impurezze.
2. Acciaio inossidabile austenitico a basso nichel, come da rivendicazione 1, in cui l'intervallo di percentuale del Ni è 3,8-4,5.
3. Acciaio inossidabile austenitico a basso nichel secondo la rivendicazione 1, contenente i seguenti componenti espressi in percentuale in peso: C 0,02-0,06; Cr 17,8-18,3; Ni 3,8-4,2; Mn 10,5-11,7; Cu 1,8-2,2; Si 0,15-0,40; N 0,25-0,33; S  $\leq$  0,01; P  $\leq$  0,03, ed eventualmente Mo 0,2-1,0 e B 0,001-0,003, la restante parte essendo sostanzialmente ferro a parte le inevitabili impurezze.
4. Procedimento per la produzione di laminati in acciaio inossidabile austenitico a basso nichel, caratterizzato dal fatto di sottoporre, un acciaio contenente i seguenti componenti espressi in

percentuale in peso:

C 0,02-0,10; Cr 17,6-19,0; Ni 3,5-4,5; Mn 10,5-12,5; Cu 1,5-3,0; Si 0,15-0,60; N 0,25-0,40; S  $\leq$  0,01; P  $\leq$  0,03, ed eventualmente Mo 0,2-1,0 e B 0,001-0,003, la restante parte essendo sostanzialmente ferro a parte le inevitabili impurezze,

alle seguenti operazioni:

- colata in continuo in una lingottiera con una velocità di colaggio compresa fra 0,5 e 5 metri al minuto ed un surriscaldamento dell'acciaio al momento del colaggio compreso fra 10 e 60°C;
- solidificazione di detto acciaio colato in forma di bramme di spessore compreso fra 50 e 250 mm, con una velocità di raffreddamento tale da completare la solidificazione in un tempo compreso fra 30 e 900 s;
- trattamento di equalizzazione termica di dette bramme ad una temperatura compresa fra 1150 e 1400°C;
- laminazione a caldo di dette bramme, con una temperatura di inizio laminazione compresa fra 950 e 1250°C ed una temperatura di fine laminazione compresa fra 750 e 1150°C, in modo

da ottenere detti laminati.

5 . Procedimento per la produzione di laminati in acciaio inossidabile austenitico a basso nichel, caratterizzato dal fatto di sottoporre, un acciaio contenente i seguenti componenti espressi in percentuale in peso:

C 0,02-0,10; Cr 17,6-19,0; Ni 3,5-4,5; Mn 10,5-12,5; Cu 1,5-3,0; Si 0,15-0,60; N 0,25-0,40; S  $\leq$  0,01; P  $\leq$  0,03, ed eventualmente Mo 0,2-1,0 e B 0,001-0,003, la restante parte essendo sostanzialmente ferro e le inevitabili impurezze, alle seguenti operazioni:

- colata in continuo in una lingottiera con una velocità di colaggio compresa fra 3 e 5 metri al minuto ed un surriscaldamento dell'acciaio al momento del colaggio compreso fra 20 e 50°C;
- solidificazione di detto acciaio colato in forma di bramme di spessore compreso fra 50 e 120 mm, con una velocità di raffreddamento tale da completare la solidificazione in un tempo compreso fra 30 e 300 s;
- trattamento di equalizzazione termica di dette bramme ad una temperatura compresa fra 1200 e 1350°C;
- laminazione a caldo di dette bramme, con una

temperatura di inizio laminazione compresa fra 1000 e 1200°C ed una temperatura di fine laminazione compresa fra 850 e 1100°C,

- ottenimento dei laminati a caldo.

6 . Procedimento per la produzione di laminati in acciaio inossidabile austenitico a basso nichel, secondo la rivendicazione 5, in cui l'intervallo di concentrazione del nichel è 3,8-4,5%.

7 . Procedimento per la produzione di laminati in acciaio inossidabile austenitico a basso nichel, secondo la rivendicazione 5 o 6, in cui, un acciaio contenente i seguenti componenti espressi in percentuale in peso: C 0,02-0,06; Cr 17,8-18,3; Ni 3,8-4,2; Mn 10,5-11,7; Cu 1,8-2,2; Si 0,15-0,40; N 0,25-0,37; S  $\leq$  0,01; P  $\leq$  0,03, ed eventualmente Mo 0,2-1,0 e B 0,001-0,003, la restante parte essendo sostanzialmente ferro a parte le inevitabili impurezze, viene sottoposto alle seguenti operazioni:

- colata in continuo di detto acciaio in una lingottiera con una velocità di colaggio compresa fra 3 e 5 metri al minuto ed un surriscaldamento dell'acciaio al momento del colaggio compreso fra 20 e 60°C;
- solidificazione di detto acciaio colato in

forma di bramme di spessore compreso fra 50 e 90 mm, con una velocità di raffreddamento tale da completare la solidificazione in un tempo compreso fra 30 e 300 s;

- trattamento termico di equalizzazione di dette bramme ad una temperatura compresa fra 1150 e 1300°C;
- laminazione a caldo di dette bramme, con una temperatura di inizio laminazione compresa fra 950 e 1200°C ed una temperatura di fine laminazione compresa fra 850 e 1050°C;
- ottenimento dei laminati a caldo.

8 . Laminati in acciaio inossidabile austenitico a basso nichel, caratterizzati dal fatto di essere ottenibili con il procedimento delle rivendicazioni da 4 a 7.

9 . Acciaio inossidabile austenitico a basso nichel, procedimento per la produzione di laminati con la composizione chimica di questo acciaio e laminati così ottenibili, come precedentemente descritto, esemplificato e rivendicato.

p.p. ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni S.p.A.

**Giulio Faron**  
(Ser. Albo n. 83 BM)

