

Brevet N° **86530**
du 28 juillet 1986
Titre délivré **2 DEC. 1986**

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

BL - 3915



Monsieur le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Intellectuelle
LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

La société dite Centro Sperimentale Metallurgico S.p.A. (2)
Via di Castel Romano, 100-102, I-00129 Roma, représentée par E.
Meyers et E.T. Freylinger, Ing. cons. en propr. ind., 46 rue
du Cimetière Luxembourg, agissant en qualité de mandataires (3)

dépose(nt) ce vingt-huit juillet mil neuf cent quatre vingt six (4)
à 10 heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg;

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant:

~~Procédé de traitement thermique de fil machine en acier~~ (5)
~~inoxydable~~

2. la description en langue française de l'invention en trois exemplaires;

3. _____ planches de dessin, en trois exemplaires;

4. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg, le 28 juillet 1986 ;

5. la délégation de pouvoir, datée de Rome le 18 juillet 1986 ;

6. le document d'ayant cause (autorisation);

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont): (6)

Giovanni BARALIS via Cavaller Maggiore, 4 Torino, Italia

Fabio GUGLIELMI via Monte Zebio, 19 00195 ROMA ITALIA

Giovanni LANFRANCO via di Nanni, 29 10138 Torino ITALIA

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de (7)
brevet déposée(s) en (8) Italie

le (9) 1 août 1985

sous le N° (10) 48439 A85

au nom de (11) Centro Sperimentale Metallurgico S.p.A.

élit(é lisent) domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg (12)
46 rue du Cimetière

sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes susmentionnées,
avec ajournement de cette délivrance à _____ mois. (13)

Le déposant / mandataire: *[Signature]* (14)

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes,
Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du: 28 juillet 1986

à 10⁰⁰ heures



Pr. le Ministre de l'Économie et des Classes Moyennes,

P. *[Signature]*
Le chef du service de la propriété intellectuelle,

A 68007

EXPLICATIONS RELATIVES AU FORMULAIRE DE DÉPÔT

(1) s'il y a lieu "Demande de certificat d'addition au brevet principal, à la demande de brevet principal No. du" - (2) inscrire les nom, prénom, profession, adresse du demandeur, lorsque celui-ci est un particulier ou les dénomination sociale, forme juridique, adresse du siège social, lorsque le demandeur est une personne morale - (3) inscrire les nom, prénom, adresse du mandataire agréé, conseil en propriété industrielle, muni d'un pouvoir spécial, s'il y a lieu: "représenté par agissant en qualité de mandataire" - (4) date de dépôt en toutes lettres - (5) titre de l'invention - (6) inscrire les noms, prénoms, adresses des inventeurs ou l'indication "(voir) désignation séparée (suivra)", lorsque la désignation se fait ou se fera dans un document séparé, ou encore l'indication "ne pas mentionner", lorsque l'inventeur signe ou signera un document de non-mention à joindre à une désignation séparée présente ou future - (7) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité, brevet européen (CBE), protection internationale (PCT) - (8) Etat dans lequel le premier dépôt a été effectué ou, le cas échéant, Etats désignés dans la demande européenne ou internationale prioritaire - (9) date du premier dépôt - (10) numéro du premier dépôt completé, le cas échéant, par l'indication de l'office récepteur CBE/PCT - (11) nom du titulaire du premier dépôt - (12) nom du titulaire du premier dépôt - (13) date du premier dépôt - (14) nom du titulaire du premier dépôt

Revendication de la priorité de
brevet déposée en Italie le 1.7.1985
sous le no 48439 A85.

Mémoire descriptif déposé à l'appui
d'une demande de brevet d'invention
pour:

Procédé de traitement thermique de fil machine
en acier inoxydable.

CENTRO SPERIMENTALE METALLURGICO S.p.A.
Via di Castel Romano, 100-102,
00129 ROMA
ITALIE

1
PROCÉDÉ DE TRAITEMENT THERMIQUE DE FIL
MACHINE EN ACIER INOXYDABLE

La présente invention concerne un procédé de traitement thermique de fil machine en acier inoxydable et à trait, plus particulièrement, aux modalités du traitement du fil machine immédiatement après son laminage à chaud.

Suivant les procédés de traitement classiques, le fil machine en acier inoxydable était soumis, après le laminage, à un refroidissement non contrôlé dans l'air jusqu'à la température ambiante, à un réchauffage ultérieur à température élevée, à un maintien à la température maximale de réchauffage pendant 30 à 120 minutes et à un refroidissement rapide dans de l'eau.

Les techniciens de la branche connaissent bien les raisons de ce traitement et il est par conséquent superflu de les rappeler et de les commenter.

Par contre, il est intéressant de noter que ce traitement, bien que donnant un produit de qualité élevée, était d'un côté trop long et utilisait de grandes quantités d'énergie et d'un autre côté donnait souvent un produit de qualité excessive par rapport à celle qui est nécessaire pour les traitements ultérieurs ou pour le produit final désiré.

On a dès lors proposé de nombreux traitements plus simple, plus courts et surtout moins coûteux au point de vue de l'énergie. Toutefois, chacun de ces traitements tient compte uniquement des nécessités finales d'un seul produit, de sorte qu'ils sont différents les uns des autres.

Ainsi, par exemple, la demande de brevet allemand No. 2.824.393 concerne un fil machine en acier inoxydable austénitique qui est laminé à une température de fin de laminage de 700-750°C et immédiatement refroidi de manière contrôlée dans l'air et/ou dans l'eau afin d'empêcher la croissance du grain, qui nuirait à la résistance mécanique du fil. Le refroidissement dans l'air est

utilisé quand on veut éviter un durcissement excessif du fil.

La demande de brevet japonais non examinée 80-164036, qui concerne un fil machine inoxydable austénitique, propose de terminer le laminage à une température supérieure à 1000°C et d'effectuer un refroidissement forcé jusqu'à moins de 500°C, ici aussi en vue d'empêcher la croissance du grain.

Suivant le brevet belge 885.093, qui a également trait à un fil machine inoxydable austénitique, on désire que le grain croisse jusqu'à une dimension comprise entre 3 et 7 ASTM; le laminage est terminé à une température du fil machine supérieure à 1100°C, on maintient cette température pour favoriser la croissance du grain et enfin on refroidit rapidement le fil machine. Ce traitement vise à assurer une meilleure déformabilité à froid du fil machine.

La demande de brevet japonais non examinée 81-166335 décrit un traitement de fil machine inoxydable ferritique dans lequel le fil machine -après le laminage- est maintenu entre 740 et 820°C pendant au moins 5 minutes, en évitant toutefois de descendre en dessous de 650°C, puis est finalement refroidi rapidement dans l'eau. Ce traitement a pour but de permettre la formation complète des carbures (comprenant aussi du chrome) de type $M_{23}C_6$, de permettre la diffusion du chrome vers les sites appauvris et d'empêcher la précipitation de carbures du type M_7C_3 qui se forment aux environs de 600°C, température à laquelle la diffusion du chrome commence à être insuffisamment rapide.

Comme on le voit déjà d'après cette revue très succincte de l'état de la technique, les exigences finales sont quelque peu diversifiées et nécessitent des temps et des températures de traitement très différents. Comme, en pratique, aucune installation ne dispose d'une grande capacité de variation de ses propres paramètres opératoires, il est aisé de comprendre que la

nécessité de diversifier et de spécialiser les cycles de production du fil machine se traduit, suivant les enseignements de l'état de la technique, par une grande difficulté d'exécuter tous les traitements avec la même
05 installation. De même, il devient très problématique de réussir à organiser un mix de production qui ne nécessite pas des ajustements continus et excessifs des conditions du procédé.

La présente invention se propose d'obvier à ces
10 inconvénients en procurant un procédé simple permettant de traiter aussi bien les aciers austénitiques que les aciers ferritiques.

Un autre objet de la présente invention est de procurer un procédé simple mais capable, au prix de petits ajustements, de personnaliser le produit en fonction des nécessités des traitements ultérieurs.
15

Suivant la présente invention, le fil machine est laminé avec une température de fin de laminage (TFL) comprise entre 850 et 1050°C, maintenue ensuite à une
20 température comprise entre TFL-50°C et TFL+100°C, pendant une période de temps allant jusqu'à 30 minutes, et enfin refroidi dans de l'eau.

Les températures extrêmes de fin de laminage, à savoir 850 et 1050°C, sont évidemment réservées respectivement aux aciers ferritiques et aux aciers austénitiques; toutefois, un intervalle de température restreint aux environs de 95°C peut être considéré comme adéquat, pour la fin du laminage, aussi bien pour les aciers austénitiques que pour les aciers ferritiques.
25

Un autre point intéressant consiste dans le fait
30 que le traitement final est le même dans tous les cas, à savoir un traitement dans l'eau. En fait, on a trouvé de manière surprenante que pour les aciers ferritiques le cycle de traitement permet de réduire le temps de séjour à température des 1-2 heures traditionnelles à 15 à 30
35 minutes, soit à un intervalle de temps analogue à celui convenant pour les aciers austénitiques.

Le temps pendant lequel le fil machine est maintenu à une température élevée, entre la fin du laminage et le refroidissement dans l'eau, constitue en fait un facteur extrêmement important du procédé. Pour la plupart des aciers ferritiques, cette période sert essentiellement à permettre la précipitation complète et la globulisation des carbures de chrome et à permettre la rediffusion du chrome vers les zones adjacentes aux carbures, en conservant ainsi les caractéristiques de résistance à la corrosion qui seraient sinon endommagées en raison de l'appauvrissement local en chrome causé par la précipitation des carbures.

En outre, en particulier pour l'acier de tye AISI 430, le traitement a aussi pour but de favoriser la transformation en ferrite de l'austénite généralement présente à la température de fin de laminage, ce qui confère les caractéristiques mécaniques désirées.

Pour les aciers austénitiques, la période d'arrêt sert essentiellement à permettre une certaine croissance du grain nécessaire pour donner une bonne déformabilité à froid (pour l'étirage poussé, l'estampage pour la boullonnerie, etc.).

Ce fait d'avoir limité à 30 minutes la durée maximale de ce maintien à température permet de traiter aussi bien les aciers austénitiques que les aciers ferritiques dans un four continu unique disposé à la suite du laminoir.

La durée minimale de traitement n'a pas été mentionnée, et ce intentionnellement. Pour les aciers austénitiques, cette durée peut être sensiblement inférieure à 30 minutes et descendre jusqu'à 2-3 minutes, tout en assurant la croissance du grain désirée, si la température de fin de laminage est maintenue dans la partie supérieure à l'intervalle de température mentionné.

En outre, il est possible que la croissance du grain soit tout à fait indésirable, comme par exemple pour les aciers austénitiques pour ressorts et/ou pour

les fils non excessivement étirés. Dans ce cas, le laminage est terminé sous contrôle entre 100 et 1050°C et le fil machine est immédiatement refroidi dans de l'eau avant d'avoir subi un refroidissement de 50-100°C.

05 On va à présent décrire l'invention de manière plus détaillée en se référant à quelques formes d'exécution données ci-après à titre exclusivement exemplatif et non limitatif des buts ou de la portée de l'invention.

10

Exemple 1

Un fil machine en acier AISI 304 (C = 0,055%, Cr = 18,6%, Ni = 8,8%) de 5,5 mm de diamètre a été laminé à

15 chaud avec une température de fin de laminage de 980°C.

Il a ensuite été traité suivant les méthodes ci-après :

A) refroidissement à l'air,

B) refroidissement à l'air; réchauffage en four à 1080°C avec maintien pendant 60 minutes; refroidissement

20

dans l'eau,

C) introduction immédiate dans le four à 1050°C avec maintien pendant 30 minutes; refroidissement dans l'eau.

25 Les produits obtenus présentaient les caractéristiques indiquées au tableau 1.

T A B L E A U I

	R(MPa)	R _S (MPa)	A%	Z%	Grain No. ASTM	Vitesse de corrosion laire	Etirabilité % intergranulaire mm/an
30							
	A 700	304	67	76	11	0,90	rupture
35	B 600	220	77	80	5	0,21	93
	C 588	216	77	82	5	0,20	93

Dans ce tableau et dans ceux qui suivent, R indique la résistance à la rupture, R_S la résistance à la déformation plastique, A l'allongement et Z la striction dans l'essai de traction; le grain est mesuré suivant le
05 numéro ASTM.

On peut voir que la méthode C, conforme à l'invention, permet d'obtenir des résultats absolument comparables à ceux de la méthode traditionnelle (B), mais en faisant une économie considérable d'énergie.

10 La vitesse de corrosion a été mesurée suivant la norme ASTM A-262, méthode C; on considère comme bonne une résistance à la corrosion inférieure à 0,6 mm/an.

L'étirabilité est mesurée par la réduction de section obtenue au cours de l'étirage; des valeurs supérieures à 90% sont considérées comme excellentes.
15

Exemple 2

Un fil machine en acier AISI 304 (C = 0,040%, Cr = 18,4%, Ni = 10,3%) de 9,5 mm de diamètre a été laminé à chaud avec une température de fin de laminage de 1000°C. Il a ensuite été traité suivant les méthodes A, B, C de l'exemple 1. Les produits obtenus présentaient les caractéristiques suivantes :
25

T A B L E A U II

	R(MPa)	R_S (MPa)	A%	Z%	Grain No. ASTM	Vitesse de corrosion intergranulaire mm/an	Indice d'aptitude à l'aplatissement ho/hi	
30	A	610	256	58	75	10	5,1	rupture immédiate
35	B	516	190	73	79	4-5	0,18	6,8
	C	525	198	72	80	5	0,21	6,9

L'aptitude à l'aplatissement est mesurée par le rapport entre la hauteur initiale de l'échantillon (h_0) et la hauteur atteinte au moment de la première fissuration (h_i).

05

Exemple 3

Un acier AISI 316 (C = 0,036%, Cr = 16,9%, Ni = 11,9%, Mo = 2,37%) a été laminé à chaud en un fil machine de 11 mm de diamètre avec une température de fin de laminage de 1035°C. Le fil machine a ensuite été traité

10

suivant les méthodes suivantes :

- D) refroidissement dans l'eau depuis la température de fin de laminage,
- 15 E) comme suivant la méthode B,
- F) introduction dans un four à 1050°C et maintien pendant 15 minutes; refroidissement dans l'eau.

Les produits obtenus présentaient les caractéristiques suivantes :

20

T A B L E A U III

	R(MPa)	R _S (MPa)	A%	Z%	Grain No. ASTM	Vitesse de corrosion intergranulaire mm/an	Indice d'aptitude à l'aplatissement h_0/h_i	
25								
	D	660	340	54	71	12	1,00	5,5
30	E	540	230	66	77	5-6	0,97	7,1
	F	538	220	69	78	5	0,96	7,4

La vitesse de corrosion a été mesurée suivant la norme ASTM A-262, méthode D. On considère comme bonne

35 une vitesse de corrosion de $R \leq 1$.

Exemple 4

Un acier ferritique AISI 430 (C = 0,025%, Cr = 17,2%) a été laminé à chaud en un fil machine de 6 mm de diamètre avec une température de fin de laminage de 860°C, puis a été soumis aux traitements suivants :

- G) refroidissement à l'air,
 H) refroidissement à l'air; réchauffage en four à 800°C avec maintien à température pendant 120 minutes; refroidissement dans l'eau,
 I) introduction en four à 840°C; maintien pendant 30 minutes; refroidissement dans l'eau.

Les produits obtenus présentaient les caractéristiques suivantes :

15

T A B L E A U IV

	R(MPa)	R _S (MPa)	A%	Z%	Grain No. ASTM	Vitesse de corrosion intergranulaire mm/an	Etirabilité %
20	G 694	405	32	74	10	31	rupture
	H 540	305	44	79	10	4,8	84
	I 465	270	45	83	10	5,0	84

Pour cet acier, la vitesse de corrosion a été mesurée suivant la norme ASTM 763, méthode X, dans laquelle on considère comme acceptable une vitesse de corrosion inférieure à 10 mm/an.

On voit que la présente invention permet d'obtenir des résultats absolument comparables à ceux des méthodes de traitement classiques, mais avec une consommation d'énergie nettement inférieure.

La présente invention a été décrite en se référant particulièrement à quelques-unes de ses formes spé-

cifiques de réalisation, mais il faut comprendre que des modifications et des variantes pourront être apportées par des experts dans la branche sans sortir pour autant de la protection conférée par le brevet.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de traitement thermique de fil machine en acier inoxydable aussi bien austénitique que ferritique caractérisé par le fait que le fil machine est laminé avec une température de fin de laminage (TFL) comprise entre 850 et 1050°C, maintenu à une température comprise entre TFL-50°C et TFL+100°C pendant une période de temps allant jusqu'à 30 minutes et ensuite refroidi dans de l'eau.

2. Procédé de traitement thermique de fil machine suivant la revendication 1 caractérisé par le fait que la partie supérieure dudit intervalle de température de fin de laminage est réservée aux aciers austénitiques tandis que la partie inférieure est réservée aux aciers ferritiques, un intervalle de température restreint aux environs de 950°C étant utilisable aussi bien pour les aciers austénitiques que pour les aciers ferritiques.

3. Procédé suivant la revendication 1 caractérisé par le fait que des aciers de type austénitique destinés à la fabrication de ressorts ou de fils non excessivement étirés sont laminés avec une température de fin de laminage comprise entre 100 et 1050°C et que le fil machine est immédiatement refroidi dans de l'eau avant d'avoir subi un refroidissement de 50-100°C.

4. Procédé de traitement thermique de fil machine en acier inoxydable suivant les revendications 1-3, essentiellement tel qu'on l'a illustré et décrit ci-dessus.