

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 15407

(54) Alliage ferreux et son traitement thermique donnant des caractéristiques élevées en ce qui concerne en particulier la résistance à l'usage.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). C 22 C 38/04; C 21 D 9/04 // E 01 B 7/00.

(22) Date de dépôt..... 7 août 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : EUA, 15 septembre 1980, n° 187 341.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 11 du 19-3-1982.

(71) Déposant : Société dite : ABEX CORP., résidant aux EUA.

(72) Invention de : Hugo R. Larson, Howard S. Avery et Henry J. Chapin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Bert, de Keravenant et Herrburger,
115, bd Haussmann, 75008 Paris.

L'invention concerne la métallurgie des moulages en acier au manganèse et en particulier des moulages pour voies ferrées comprenant les coeurs d'aiguilles et les croisements.

5 Les installations de voies ferrées sous forme de croisements ou de pièces d'aiguillages sont faites habituellement en acier au manganèse austénitique, choisi pour son aptitude à supporter des travaux durs. Ainsi, quand elles sont déformées plastiquement, par exemple, par l'impact de la
10 roue d'un wagon de chemin de fer qui se déplace à grande vitesse, la pièce moulée devient plus dure à l'endroit de l'impact, et en conséquence devient plus difficile à déformer. Théoriquement l'alliage contient environ 0,9 à 1,4 pour cent de carbone, onze à quatorze pour cent de manganèse, est traité à environ 1040°C,
15 et est trempé pour développer les meilleures propriétés, habituellement une résistance à la flexion de 3500 à 3900 kg/cm² et un allongement d'environ quarante pour cent (ou mieux).

La déformation initiale du moulage pour voie ferrée se traduit par une dépression de la surface de rou-
20 lement du rail et un fluage du métal en rebords non supportés, ce qui exige un travail d'entretien après l'installation. Le problème est important avec les véhicules de cent tonnes du moment présent.

L'un des objets de l'invention est de
25 produire un alliage d'acier au manganèse dont la résistance à la flexion soit plus grande et l'allongement favorable, dont la résistance à la charge des wagons de cent tonnes soit meilleure tout en conservant une bonne ductilité et de réduire ainsi les besoins de travaux d'entretien.

30 L'invention a aussi pour objet de mettre au point un alliage qui ne possède pas seulement une résistance à la flexion plus élevée, combinée avec une ductilité acceptable, même dans des sections lourdes ou épaisses, qui possède une meilleure aptitude à résister à un impact important d'une
35 charge, mais qui soit aussi capable de répondre d'une façon reproductible à un traitement à la chaleur (aussi bien au point de vue solution que vieillissement).

Il a été effectué récemment des efforts pour améliorer la résistance à la flexion de l'acier au manga-
40 nèse. Avery et Chapin (brevet U.S N° 2 075 838) ont pratiqué un

traitement à la chaleur après austénitisation (comme il est prévu de le faire ici), et ont fait état d'une résistance à la flexion exceptionnellement élevée, mais l'allongement était considérablement réduit.

5 Baggstrom (brevet US N° 3 383 203) décrit une composition très proche de celle que prévoit l'invention, mais pratique un traitement à chaud qui rend l'alliage cassant, comme on le montrera.

10 On a aussi connaissance d'un effort fait par certains techniciens pour arriver à des propriétés supérieures par une combinaison de nickel, de chrome et de vanadium, et bien que l'on ait obtenu une résistance à la flexion élevée combinée avec un allongement acceptable, la réponse au traitement thermique a été variable avec des résultats imprévisibles.

15 En conséquence, cet effort n'a pas été poursuivi.

Le but que se propose l'invention, augmenter la résistance à la flexion jusqu'à environ 5.270 kg/cm^2 au minimum avec une ductilité acceptable, et qui soit pratique économiquement, est atteint en associant une modification d'un

20 alliage dans d'étroites limites à un traitement thermique (austénitisation) de solution dans d'étroites limites qui précède un traitement thermique de vieillissement dans d'étroites limites, le tout avec des résultats reproductibles (que l'on puisse prévoir).

25 On a constaté que la combinaison hautement désirable d'une résistance à la flexion minimum de $5\ 270 \text{ kg/cm}^2$ environ, et d'un allongement minimum de 30 % (bonne ductilité pour une telle résistance) peut être obtenue par un équilibre soigneux des principaux éléments de l'alliage (plus spécialement

30 du carbone et du vanadium) tout en s'appuyant sur des champs très étroits des températures au cours des traitements thermiques de mise en solution et de vieillissement, et qu'elle assure la production de résultats reproductibles. Spécialement, on a constaté que si l'alliage (recommandé) est limité essentielle-

35 ment aux chiffres suivants (pourcentages en poids) :

Carbone	0,85
Manganèse	14
Silicium	0,6
Chrome	4
Nickel	3,6
Vanadium	0,4

-le reste étant essentiellement du fer, à part les impuretés et éléments étrangers,

- l'alliage peut subir un traitement thermique pour arriver à une résistance à la flexion d'environ 5 270 kg/cm² au minimum

- 5 et à un allongement minimum d'environ 30 pour cent dans les conditions suivantes : austénitisation à 1120°C pendant deux heures suivi d'une trempe à l'eau, puis vieillissement à 538°C pendant dix heures.

On peut permettre une variation de la
 10 température en plus ou en moins au cours de chaque phase du traitement thermique, en dépendance avec la durée de maintien à la température. Il y a par suite une infinité de conditions équivalentes pour les deux heures de traitement d'austénitisation (minimum 1093°C) et les deux heures de traitement de vieillissement dans la zone de 510 à 593°C. Le traitement n'en est
 15 pas moins unique pour un alliage particulier, comme on le verra. On peut admettre les variations suivantes, en fonderie, sans affecter d'une façon importante la combinaison recherchée de résistance à la flexion et d'allongement :

20	Carbone	0,8/0,9
	Manganèse	10/18
	Silicium	0,2/1,2
	Vanadium	0,3/0,5
	Chrome	3,5/4,5
25	Nickel	3,4/4

- le reste étant essentiellement du fer, à part les impuretés et éléments étrangers.

Les figures 1 et 2 représentent en plan
 des types de pièces de voies de chemin de fer moulées par coulée,
 30 que l'on peut obtenir suivant l'invention.

Les effets du traitement thermique de vieillissement sur le présent alliage (alliage MVB) ressortent des chiffres données dans le tableau suivant :

TABLEAU I

Effet de la température de vieillissement sur les propriétés mécaniques d'acier à 0,4 % V MVB Mn de 25,4 mm \varnothing (D-14)

5

Traitement thermique	C	Mn	Si	Cr	V	Ni	P	S	Al
no									
78-031	0,85	14,21	0,49	3,83	0,46	3,51	0,02	0,017	0,051

10

A. Austénitisé à 1120°C pendant 2 h - trempe à l'eau

15

Spécimen	Traitement de vieillessement	RF ¹⁾	RT ²⁾	Al ³⁾	DS ⁴⁾	BHN
78-031-4	aucun	4 188	8 525	64,5	53	192
78 031-8	482°C-10 h-AC ⁵⁾	4 650	8 436	56,5	51,9	207
78 031-9	510°C-10 h-AC	4 960	8 366	51,5	41,0	217
78 031-5	538°C-10 h-AC	5 414	8 085	35	34,1	228
78 031-6	566°C-10 h AC	5 550	7 593	26,5	29,2	235
78 031-7	593°C-10 h-AC	5 870	7 663	23,5	25,1	241
78 031-10	593°C-2,5 h-AC	5 295	7 804	33,5	35,2	217
78 031-11	593°C-5 h-AC	5 660	7 910	30	31	228

20

B. Austénitisé à 1093°C pendant 2 h - trempe à l'eau

	78 031-12	510°C-10 h-AC	4 930	8 225	44,5	43,7	217			
25	78 031-13	538°C-10 h-AC	5 182	8 120	38	37	228			
	78 031-14	566°C-10 h-AC	5 263	7 487	27,5	30,8	235			

1) RF résistance à la flexion kg/cm²

2) RT résistance à la traction kg/cm²

3) Al Allongement

30 4) DS diminution de la surface

5) AC refroidissement à l'air.

Une température d'austénitisation plus basse (1093°C) peut demander une température de vieillissement plus élevée, ou une durée de vieillissement plus grande pour arriver aux propriétés désirées. Une température d'austénitisation plus élevée (1121°C) sera préférée car elle permet une plus grande souplesse dans les conditions de vieillissement subséquentes. D'autre part, le spécimen 78 031-5 fait preuve des valeurs optimum.

On obtient sensiblement les mêmes résultats en réduisant la proportion de vanadium à environ 0,35 :

TABLEAU II

5	Traitement Thermique N°	C%	Mn%	Si%	CR%	V%	Ni%	P%	Al%
	78-535	0,86	14,20	0,49	3,96	0,34	3,54	0,029	0,070
10	Spécimen*	Traitement de vieillissement**		RF	RT	Al%	DS%	BHN	
	78 535-5	aucun		4 140	8 225	61	52,2	202	
	78 535-6	538°C-10 h-AC		5 380	7 980	33	36	235	

* Tous les barreaux éprouvettes sont des moulages D-14 de 25,4 mm ϕ ,

**Tous les barreaux éprouvettes ont été austénitisés à 1121°C pendant 2 h, puis trempés à l'eau avant le vieillissement.

Les traitements thermiques consisteront de préférence en un traitement thermique de solution à 1121°C pendant deux heures, une trempe et ensuite un vieillissement à 538°C pendant dix heures, mais il est évident qu'il peut se présenter une légère variation, en plus ou en moins, dans les deux températures et dans les temps bien que l'on puisse arriver ainsi au minimum, encore à une résistance à la flexion de 5 270 kg/cm² et à un allongement de 30 % environ.

L'alliage de Baggstrom, comme on le remarquera, est très voisin. Une différence réside dans la plus grande proportion de nickel et de vanadium utilisée par Baggstrom. Son traitement thermique produit un effet catastrophique sur l'alliage ; cela ressort des chiffres suivants où le type 79-552 a une composition ainsi voisine que possible du présent alliage tout en restant dans les limites posées par Baggstrom :

TABLEAU III

Type 79 552 (pourcentage en poids)

	C%	Mn%	Si%	CR%	Ni%	V%	
5	Alliage présent ⁽¹⁾	0,85	14,00	0,60	4,00	3,60	0,40
		±,04	±0,50	±0,20	±0,20	±0,10	±0,07
	Baggstram	0,50	9,0	0,50	2,0	7,0	0,60
		0,80	18,0	0,80	6,0	11,0	1,00
	Théorie	0,8	13,0	0,50	4,0	7,3	0,65
10	Analyse	0,78	13,50	0,60	4,14	7,57	0,61
	Procédé (0,08 % Al dans le creuset avant la fusion coulée (sur 0,25 % CaSi dans la poche (0,65 % V sous forme de Ferrovan à la moitié de la (coulée (Fusion : 1659°C (Coulée : 1538°C						
15	Traitement thermique						
	Présent alliage	{ 1 121°C - 2 h - trempe à l'eau (538°C -10 h - refroidissement à l'air					
	Baggstrom	{ 1 149°C - 1 h - trempe à l'eau (649°C -10 h - refroidissement à l'air					
20	(1) Les tolérances sont celles que l'on tolère en fonderie.						

Valeurs à la traction sur une matière de 25,4 mm de section79-552

	Identification	Traitement thermique	RF	RT	Allongement %	Diminution de surface %
25	79-552-3		1735	1735	0	1,6
30	79-552-4	1 149°C-1 h- T.E - 649°C- 10 h -AC	1690	1701	0	1,9
	79-552-5		7150	7382	3	16,3
	79-552-6		5600	8085	30,5	36
	79-552-7	1121°C-2h- T.E - 538°C- 10 h-AC	5520	7951	27,5	37
	79-552-8		5650	8296	35	37,6

35 RF = Résistance à la flexion RT = Résistance à la traction
T.E= Trempe à l'eau AC = Refroidissement à l'air.

On peut voir d'après les valeurs de résistance à la traction que l'on voit ci-dessus que le traitement thermique de Baggstrom produit, quand on l'applique sur un
40 alliage de Baggstrom aussi voisin que possible de l'alliage

suivant l'invention, une variation imprévisible des propriétés, variation qui est considérablement atténuée par le traitement thermique suivant l'invention.

Dans les figures 1 et 2 sont illustrées

- 5 des pièces moulées pour voies ferrées typiques auxquelles on peut appliquer l'invention, la figure 1 montrant un coeur d'aiguillage et la figure 2 un croisement, toutes deux ayant des sections de plus de 25,4 mm d'épaisseur.

Le vanadium peut être ajouté sous la forme

- 10 de ferrovanadium, en commun avec un retour ou de la mitraille d'une opération précédente ; on peut aussi l'ajouter sous la forme de l'additif au vanadium Ferrovan qui est fourni par Foote Mineral Company.

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

- 1°) Métal ferreux pour la fabrication de pièces coulées caractérisé en ce qu'il est capable de supporter une austénitisation à 1121°C pendant 2 heures, suivie d'une trempe à l'eau et ensuite d'un traitement de vieillissement à 538°C pendant dix heures pour y développer une résistance à la flexion d'environ 5270 kg/cm² minimum et un allongement minimum d'environ 30 % et qu'il est constitué essentiellement de :

	Carbone	0,85 % en poids
10	Manganèse	14 %
	Silicium	0,6 %
	Chrome	4 %
	Nickel	3,6 %
	Vanadium	0,4 %

- 15 le reste étant essentiellement du fer, à part les impuretés.

2°) Pièces moulées suivant la revendication 1, caractérisées en ce qu'elles ont la forme de coeurs d'aiguillage ou de pièces de croisement.

- 3°) Pièces moulées suivant l'une des revendications 1 et 2, ayant des sections d'au moins 76,2 mm d'épaisseur, caractérisées en ce qu'elles sont austénitisées à 1121°C pendant deux heures, ce traitement étant suivi d'une trempe à l'eau et d'un vieillissement à 538°C pendant dix heures.

FIG-1

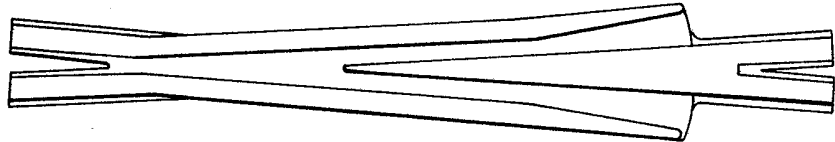


FIG-2

