

## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 57970 B1** (51) Cl. internationale : **B21K 1/44; C21D 8/06; C22C 38/48; C22C 38/44; C22C 38/46; C22C 38/04**
- (43) Date de publication : **29.03.2024**

- 
- (21) N° Dépôt : **57970**
- (22) Date de Dépôt : **16.07.2020**
- (30) Données de Priorité : **16.07.2019 WO PCT/IB2019/056061**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/IB2020/056695 16.07.2020**
- (71) Demandeur(s) : **ArcelorMittal, 24-26 Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)**
- (72) Inventeur(s) : **RESIAK, Bernard ; FROTEY, Marion**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation :20742508.3

---

(54) Titre : **PROCÉDÉ DE PRODUCTION D'UNE PIÈCE EN ACIER, ET PIÈCE EN ACIER**

- (57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de production d'une pièce en acier consistant : à fournir un produit semi-fini constitué d'un acier comprenant, en poids : 0,35 % = C = 0,60 %, 0,15 % = Si = 0,5 %, 0,8 % = Mn = 2,0 %, 0,0003 % = B = 0,01 %, 0,003 % = Mo = 1,0 %, 1,0 % = Cr = 2,0 %, 0,01 % = Ti = 0,04 %, 0,003 % = N = 0,01 %, S = 0,015 %, P = 0,015 %, 0,01 % = Ni = 1,0 %, 0,01 % = Nb = 0,1 %, éventuellement 0 = Al = 0,1 %, 0 = V = 0,5 %, le reste étant constitué de fer et d'impuretés inévitables ; à recuire ce produit semi-fini à une température strictement inférieure à la température Ac1 de l'acier ; à former à froid le produit semi-fini pour obtenir un produit formé à froid ; à soumettre le produit formé à froid à un traitement thermique consistant : à chauffer le produit formé à froid à une température supérieure ou égale à la température Ac3 de l'acier ; et à maintenir le produit à une température de maintien comprise entre 300 °C et 400 °C pendant une durée comprise entre 15 minutes et 2 heures.

5

REVENDICATIONS

1. Procédé de production d'une pièce en acier comprenant :

- fournir un produit semi-fini en acier comprenant, en poids :

$0,35 \% \leq C \leq 0,60 \%$

$0,15 \% \leq Si \leq 0,5 \%$

10

$0,8 \% \leq Mn \leq 2,0 \%$

$0,0003 \% \leq B \leq 0,01 \%$

$0,003 \% \leq Mo \leq 1,0 \%$

$1,0 \% \leq Cr \leq 2,0 \%$

$0,01 \% \leq Ti \leq 0,04 \%$

15

$0,003 \% \leq N \leq 0,01 \%$

$S \leq 0,015 \%$

$P \leq 0,015 \%$

$0,01 \% \leq Ni \leq 1,0 \%$

$0,01 \% \leq Nb \leq 0,1 \%$

20

facultativement :

$0 \leq Al \leq 0,1 \%$

$0 \leq V \leq 0,5 \%$

le reste étant constitué de fer et d'impuretés inévitables,

- recuire ce produit semi-fini à une température de recuit strictement inférieure à la

25

température Ac1 de l'acier ;

- former à froid le produit semi-fini en un produit formé à froid ;

- - soumettre le produit formé à froid à un traitement thermique afin d'obtenir une pièce en acier, le traitement thermique comprenant :

- chauffer le produit formé à froid à une température de traitement thermique

30

supérieure ou égale à la température d'austénitisation complète Ac3 de l'acier ; et

- maintenir le produit à une température de maintien comprise entre 300 °C et 400 °C pendant une durée comprise entre 15 minutes et 2 heures.

2.- Procédé selon la revendication 1, dans lequel, au cours de l'étape de chauffage du traitement thermique, le produit formé à froid est chauffé à une température de traitement thermique supérieure d'au moins 50 °C à la température d'austénitisation complète Ac3 de l'acier.

35

3.- Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel la température de recuit est supérieure ou égale à Ac1 moins 20 °C.

5 4.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le produit semi-fini est un fil.

5.- Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, comprenant en outre la préparation de la surface du produit semi-fini, comprenant le nettoyage de la surface du produit semi-fini et la formation d'un revêtement lubrifiant sur sa surface.

10 6.- Procédé selon la revendication 5, dans lequel l'étape consistant à former un revêtement lubrifiant sur la surface du produit semi-fini comprend l'exécution d'un traitement au phosphate et un savonnage.

7.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la teneur en carbone de l'acier est comprise entre 0,35 et 0,50 % en poids.

15 8.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la teneur en manganèse de l'acier est comprise entre 0,9 et 1,4 % en poids.

9.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la teneur en chrome de l'acier est comprise entre 1,0 et 1,6 % en poids.

20 10.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape de formage à froid est une étape de frappe à froid

11.- Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, au cours de l'étape de maintien, le produit est maintenu à la température de maintien dans un bain de sel.

12.- Pièce en acier constituée d'un alliage comprenant, en poids :

25  $0,35 \% \leq C \leq 0,60 \%$

$0,15 \% \leq Si \leq 0,5 \%$

$0,8 \% \leq Mn \leq 2,0 \%$

$0,0003 \% \leq B \leq 0,01 \%$

$0,003 \% \leq Mo \leq 1,0 \%$

30  $1,0 \% \leq Cr \leq 2,0 \%$

$0,01 \% \leq Ti \leq 0,04 \%$

$0,003 \% \leq N \leq 0,01 \%$

- 5             $S \leq 0,015 \%$   
               $P \leq 0,015 \%$   
               $0,01 \% \leq Ni \leq 1,0 \%$   
               $0,01 \% \leq Nb \leq 0,1 \%$   
              facultativement :
- 10            $0 \leq Al \leq 0,1 \%$   
               $0 \leq V \leq 0,5 \%$   
              le reste étant constitué de fer et d'impuretés inévitables,  
              dans laquelle la pièce d'acier a une microstructure comprenant entre 90 % et 98 % de bainite, et entre 2 % et 10 % d'îlots de martensite-austénite, les îlots de martensite-austénite
- 15           ayant un diamètre inférieur ou égal à 50  $\mu\text{m}$ , dans laquelle la pièce d'acier a une résistance à la traction comprise entre 1 400 MPa et 1 800 MPa, et dans laquelle la taille moyenne des grains austénitiques antérieurs est inférieure ou égale à 20  $\mu\text{m}$ .
- 13 .- Pièce en acier selon la revendication 12, dans laquelle la teneur en carbone dans les îlots de martensite-austénite est supérieure ou égale à 1 % en poids.
- 20           14 .- Pièce en acier selon l'une quelconque des revendications 12 ou 13, dans laquelle la pièce en acier a une dureté supérieure ou égale à 400 HV.
- 15 .- Pièce en acier selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, dans laquelle la pièce en acier est une pièce en acier formée à froid, et plus particulièrement une pièce en acier formée à froid et soumise à une tempe bainitique.
- 25           16 .- Pièce en acier selon l'une quelconque des revendications 12 à 15, dans laquelle la pièce en acier est une pièce en acier frappée à froid, et plus particulièrement une pièce en acier frappée à froid et soumise à une trempe bainitique.