

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 45132 B1**
- (43) Date de publication : **31.08.2020**
- (51) Cl. internationale :
**C21D 6/00; C22C 38/58;
C21D 8/12; C21D 9/46;
C22C 38/00; C22C 38/02;
C22C 38/04; C22C 38/06;
C22C 38/08; C22C 38/12;
C22C 38/16; C22C 38/18;
C22C 38/22; C22C 38/24;
C22C 38/28; C22C 38/32;
C21D 8/02**
-
- (21) N° Dépôt :
45132
- (22) Date de Dépôt :
23.05.2017
- (30) Données de Priorité :
24.05.2016 WO PCT/IB2016/000698
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/IB2017/000628 23.05.2017
- (71) Demandeur(s) :
Arcelormittal, 24-26 Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation:EP17728650.7
- (72) Inventeur(s) :
HELL, Jean-Christophe ; CHARBONNIER, Nicolas ; IUNG, Thierry ; REMY, Blandine
- (74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)
-
- (54) Titre : **PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE TÔLE D'ACIER DE REMPLI À MATRICE AUSTÉNITIQUE**
- (57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé de production d'une tôle d'acier de rempli ayant une matrice austénitique présentant des propriétés mécaniques attendues.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une tôle d'acier récupéré ayant une matrice austénitique présentant au moins une propriété mécanique (M) égale ou supérieure à une valeur cible

5 M_{target} dont la composition comprend, en poids :

$$0,1 < C < 1,2 \%,$$

$$13,0 \leq \text{Mn} < 25,0 \%,$$

$$S \leq 0,030 \%,$$

$$P \leq 0,080 \%,$$

10 $N \leq 0,1 \%,$

$$Si \leq 3,0 \%,$$

et sur une base purement facultative, un ou plusieurs éléments tels que

$$Nb \leq 0,5 \%,$$

$$B \leq 0,005 \%,$$

15 $Cr \leq 1,0 \%,$

$$Mo \leq 0,40 \%,$$

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

$$Cu \leq 5,0 \%,$$

$$Ti \leq 0,5 \%,$$

20 $V \leq 2,5 \%,$

$$Al \leq 4,0 \%,$$

$$0,06 \leq \text{Sn} \leq 0,2,$$

le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés inévitables résultant du développement,

25 un tel procédé comprenant les étapes consistant en :

A. une étape d'étalonnage dans laquelle :

au moins 2 échantillons dudit acier ayant subi des traitements thermiques entre 400 et 900 °C pendant 40 secondes à 60 minutes, correspondant à des valeurs Pareq P sont préparés, Pareq étant défini par :

30
$$P_{\text{areq}} = -0.76 * \log \left(\exp \left(\int - \left(\frac{\Delta H}{RT} \right) * dt \right) \right)$$

avec ΔH : énergie de diffusion du fer dans le fer (égale à 300 kJ/mol), T = température du cycle en degrés Kelvin, l'intégration étant sur le temps de traitement thermique en heures,

- I. lesdits échantillons sont soumis à une diffraction des rayons X de façon à obtenir des spectres comprenant un pic principal dont la largeur à mi-hauteur FWHM est mesurée,
- II. M de ces échantillons est mesuré,
- 5 III. l'état de récupération ou l'état de recristallisation de chaque échantillon est mesuré,
- IV. la courbe de M en fonction de FWHM est tracée dans le domaine où les échantillons sont récupérés de 0 à 100 %, mais pas recristallisés,
- B. une étape de calcul dans laquelle :
- 10 I. la valeur de $FWHM_{target}$ correspondant au M_{target} est déterminée,
- II. la valeur Pareq P_{target} du traitement thermique à effectuer pour atteindre un tel M_{target} est déterminée et
- III. un temps t_{target} et une température T_{target} correspondant à la valeur P_{target} sont sélectionnés,
- 15 C. une étape d'alimentation d'une tôle d'acier recristallisée ayant un $M_{recrystallization}$,
- D. une étape de laminage à froid afin d'obtenir une tôle d'acier ayant un $M_{cold-roll}$ et
- E. une étape de recuit effectuée à une température T_{target} pendant un temps t_{target} ,
- les termes suivants sont définis par :
- M_{target} : valeur cible de la propriété mécanique, $M_{recrystallization}$: propriété mécanique après un
- 20 recuit de recristallisation, $M_{cold-roll}$: propriété mécanique après laminage à froid, P_{target} : valeur cible de Pareq, FWHM : largeur à mi-hauteur du spectre de diffraction des rayons X et $FWHM_{target}$: valeur cible de la largeur à mi-hauteur du spectre de diffraction des rayons X.
- 25 2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la tôle d'acier est recristallisée après un recuit de recristallisation conduit entre 700 et 900 °C.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le laminage à froid est conduit avec un taux de réduction compris entre 1 et 50 %.
- 30 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel, pendant l'étape d'étalonnage A.II), la largeur à mi-hauteur FWHM qui est mesurée correspond à l'indice de Miller [311].

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel M est la résistance à la traction ultime (UTS), l'allongement total (TE) ou les deux (UTS*TE).

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel, lorsque M est UTS, la détermination de FWHM pendant l'étape de calcul B.I) est effectuée avec l'équation suivante :

$$UTS_{target} = UTS_{cold-roll} - (UTS_{cold-roll} - UTS_{recrystallization}) * \left(\frac{FWHM_{measured} - FWHM_{cold-roll}}{FWHM_{recrystallization} - FWHM_{cold-roll}} \right)^2$$

7. Procédé selon la revendication 5 ou 6, dans lequel, lorsque le M est UTS, l' UTS_{target} est supérieur ou égal à 1430 MPa.

8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel l' UTS_{target} est compris entre 1430 et 2000 MPa.

9. Procédé selon la revendication 5, dans lequel, lorsque M est TE, la détermination de FWHM pendant l'étape de calcul B.I) est effectuée avec l'équation suivante :

$$TE_{target} = TE_{cold-roll} - (TE_{cold-roll} - TE_{recrystallization}) * \left(\frac{FWHM_{measured} - FWHM_{cold-roll}}{FWHM_{recrystallization} - FWHM_{cold-roll}} \right)^2$$

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 ou 9, dans lequel, lorsque M est TE, TE_{target} est supérieur ou égal à 15 %.

11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel TE_{target} est compris entre 15 et 30 %.

12. Procédé selon la revendication 5, dans lequel, lorsque M est TE*UTS, la détermination de FWHM pendant l'étape de calcul B.I) est effectuée avec l'équation suivante :

$$UTS_{target} * TE_{target} = \left(UTS_{cold-roll} - (UTS_{cold-roll} - UTS_{recrystallization}) * \left(\frac{FWHM_{measured} - FWHM_{cold-roll}}{FWHM_{recrystallization} - FWHM_{cold-roll}} \right)^2 \right) * \left(TE_{cold-roll} - (TE_{cold-roll} - TE_{recrystallization}) * \left(\frac{FWHM_{measured} - FWHM_{cold-roll}}{FWHM_{recrystallization} - FWHM_{cold-roll}} \right)^2 \right)$$

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel, lorsque M est $TE \cdot UTS$, $UTS_{target} \cdot TE_{target}$ est supérieur à 21 000, TE_{target} étant au maximum de 30 %.

5 14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel $UTS_{target} \cdot TE_{target}$ est compris entre 21 000 et 60 000, TE_{target} étant au maximum de 30 %.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans lequel $FWHM_{target}$ est égal à :

10
$$\left(\frac{FWHM_{measured} - FWHM_{cold-roll}}{FWHM_{recrystallization} - FWHM_{cold-roll}} \right)$$

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel $FWHM_{target}$ doit satisfaire à l'équation suivante :

15
$$\left(\frac{FWHM_{measured} - FWHM_{cold-roll}}{FWHM_{recrystallization} - FWHM_{cold-roll}} \right) < 0.73$$

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, dans lequel P_{target} est supérieur à 14,2.

20 18. Procédé selon la revendication 17, dans lequel P_{target} est compris entre 14,2 et 25.

19. Procédé selon la revendication 18, dans lequel P_{target} est compris entre 14,2 et 18.

25 20. Procédé selon la revendication 19, dans lequel T_{target} est compris entre 400 et 900 °C et le t_{target} est compris entre 40 secondes et 60 minutes.

21. Tôle d'acier TWIP récupéré ayant une matrice austénitique pouvant être obtenue par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 20.