

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 57514 B1**
- (43) Date de publication : **31.12.2024**
- (51) Cl. internationale :
**C21D 1/673; C23C 8/80;
C21D 8/00; C21D 8/02;
C21D 8/04; C21D 9/48;
C22C 38/02; C22C 38/04;
C22C 38/06; C22C 38/08;
C22C 38/14; C22C 38/18;
C23C 2/04; C23C 2/06;
C23C 2/12; C23C 2/26;
C23C 2/28; C23C 2/40;
C23C 30/00; C23C 8/10;
C21D 1/74**

-
- (21) N° Dépôt : **57514**
- (22) Date de Dépôt : **20.10.2020**
- (30) Données de Priorité :
30.10.2019 WO PCT/IB2019/059285
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/IB2020/059837 20.10.2020
- (71) Demandeur(s) :
ArcelorMittal, 24-26 Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)
- (72) Inventeur(s) :
DRILLET, Pascal ; GRIGORIEVA, Raisa ; DUMINICA, Florin ; STUREL, Thierry ; NABI, Brahim
- (74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation :20796660.7

(54) Titre : **PROCÉDÉ DE DURCISSEMENT PAR PRESSAGE**

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé de durcissement à la presse comprenant les étapes suivantes : A. fourniture d'une tôle d'acier à traiter thermiquement, pré-revêtue d'un pré-revêtement à base de zinc ou d'aluminium, B. dépôt d'un pré-revêtement barrière contre l'hydrogène sur une épaisseur de 10 à 550 nm, et comprenant au moins un élément choisi parmi le nickel, le chrome, le magnésium, l'aluminium et l'yttrium, C. recuit en paquet de la tôle d'acier pré-revêtue pour obtenir une tôle d'acier pré-alliée, le refroidissement après le recuit en paquet étant effectué à une vitesse de 29,0

°C.h-1, D. découpe de la tôle d'acier pré-alliée pour obtenir une ébauche, E. traitement thermique de l'ébauche pour obtenir une microstructure entièrement austénitique dans l'acier, F. transfert de l'ébauche dans un outil de presse, G. formage à chaud de l'ébauche pour obtenir une pièce, H. refroidissement de la pièce obtenue à l'étape (G) afin d'obtenir une microstructure martensitique ou martensitique-bainitique dans l'acier, ou constituée d'au moins 75 %, en termes de fraction volumique, de ferrite équiaxe, de 5 à 20 % en volume de martensite et inférieure ou équivalente à 10 % en volume de bainite.

REVENDICATIONS

1. Procédé de durcissement sous presse comprenant les étapes suivantes :
 - A. la fourniture d'une tôle d'acier pour le traitement thermique tel que décrit dans la norme européenne EN 10083, pré-revêtue d'un pré-revêtement à base de zinc ou d'aluminium,
5
 - B. le dépôt d'un pré-revêtement barrière contre l'hydrogène sur une épaisseur de 10 à 550 nm et constitué de nickel et de chrome ; ou de nickel et d'aluminium ; ou de magnésium ; ou de chrome ; ou de nickel, d'aluminium et facultativement de Sr, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Zr ou Bi, la teneur en poids de chaque élément supplémentaire étant inférieure à 0,3 % en poids,
10
 - C. le recuit par lots de la tôle d'acier pré-revêtue pour obtenir une tôle d'acier pré-alliée, le refroidissement après le recuit par lots étant effectué à une vitesse inférieure ou égale à $29,0 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{H}^{-1}$, effectué à une température d'au moins $450 \text{ }^\circ\text{C}$ pendant au
15 moins 1 H,
 - D. la découpe de la tôle d'acier pré-alliée pour obtenir une ébauche,
 - E. le traitement thermique de l'ébauche à une température entre 800 et $970 \text{ }^\circ\text{C}$ pendant un temps de séjour entre 1 et 12 minutes pour obtenir une microstructure entièrement austénitique dans l'acier,
20
 - F. le transfert de l'ébauche dans un outil de presse,
 - G. le formage à chaud de l'ébauche à une température comprise entre 600 et $830 \text{ }^\circ\text{C}$ pour obtenir une pièce,
 - H. le refroidissement de la pièce obtenue à l'étape G) afin d'obtenir une microstructure dans l'acier majoritairement martensitique.
- 25 2.
 2. Procédé de durcissement sous presse selon la revendication 1, dans lequel, à l'étape A), le pré-revêtement à base de zinc ou d'aluminium est à base de zinc et comprend moins de 6,0 % d'Al, moins de 6,0 % de Mg, le reste étant du Zn.
- 30 3. Procédé de durcissement sous presse selon la revendication 1, dans lequel, à l'étape A), le pré-revêtement à base de zinc ou d'aluminium est à base d'aluminium et comprend moins de 15 % de Si, moins de 5,0 % de Fe, facultativement de 0,1 à 8,0 % de Mg et facultativement de 0,1 à 30,0 % de Zn, le reste étant de l'Al.

4. Procédé de durcissement sous presse selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel à l'étape C), le recuit par lots est réalisé à une température comprise entre 450 et 750 °C.
5. Procédé de durcissement sous presse selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel, à l'étape C), l'atmosphère du recuit par lots est de l'air ou est inerte.
6. Procédé de durcissement sous presse selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel, à l'étape B), la vitesse de chauffage du recuit par lots est supérieure ou égale à 5 000 °C.H⁻¹.
7. Procédé de durcissement sous presse selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel, à l'étape C), la vitesse de refroidissement est inférieure ou égale à 27 °C.H⁻¹.
8. Procédé de durcissement sous presse selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel, à l'étape C), le recuit par lots est effectué pendant 1 à 100 heures.
9. Procédé de durcissement sous presse selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel, aux étapes C) et E), indépendamment l'une de l'autre, l'atmosphère est inerte ou présente un pouvoir oxydant égal ou supérieur à celui d'une atmosphère composée de 1 % en volume d'oxygène et égal ou inférieur à celui d'une atmosphère composée de 50 % en volume d'oxygène.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel à l'étape E), l'atmosphère présente un point de rosée compris entre -30 et +30 °C.