

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 53800 B1** (51) Cl. internationale : **B32B 15/01; C21D 1/673; C23C 2/28; C23C 2/26; C21D 1/70**
- (43) Date de publication : **29.12.2023**

-
- (21) N° Dépôt : **53800**
- (22) Date de Dépôt : **20.09.2019**
- (30) Données de Priorité : **04.10.2018 WO PCT/IB2018/057719**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/IB2019/057970 20.09.2019**
- (71) Demandeur(s) : **ArcelorMittal, 24-26 Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)**
- (72) Inventeur(s) : **DRILLET, Pascal ; GRIGORIEVA, Raisa ; DUMINICA, Florin ; STUREL, Thierry ; GEORGES, Cédric ; NABI, Brahim**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation : EP19773948.5

(54) Titre : **PROCÉDÉ D'EMBOUTISSAGE À CHAUD**

- (57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé d'emboutissage à chaud qui comprend les étapes suivantes consistant à : A. prendre une feuille d'acier au carbone revêtue d'un prérevêtement barrière comprenant du nickel et du chrome, le rapport pondéral Ni/Cr étant compris entre 1,5 et 9, B. découper la feuille d'acier au carbone revêtue pour obtenir un flan, C. traiter thermiquement le flan dans une atmosphère ayant un pouvoir oxydant égal ou supérieur à celui d'une atmosphère constituée de 1 % en volume d'oxygène et égal ou inférieur à celui d'une atmosphère constituée de 50 % en volume d'oxygène, une telle atmosphère ayant un point de rosée compris entre -30 et +30 °C, D. transférer le flan dans un outil de presse, E. former à chaud le flan pour obtenir une pièce, F. refroidir la pièce obtenue à l'étape E) afin d'obtenir une microstructure dans l'acier martensitique ou martensito-bainitique ou constituée d'au moins 75 % en poids de ferrite équiaxe, de 5 à 20 % en poids de martensite et de bainite dans une quantité inférieure ou égale à 10 % en poids.

REVENDICATIONS

1. Procédé de durcissement sous presse comprenant les étapes suivantes :
 - 5 A. la fourniture d'une tôle d'acier au carbone revêtue d'un pré-revêtement barrière comprenant du nickel et du chrome, dans lequel le rapport en poids Ni/Cr est compris entre 1,5 et 9,
 - B la découpe de la tôle d'acier revêtue pour obtenir une ébauche,
 - 10 C. le traitement thermique d'austénitisation de l'ébauche dans une atmosphère dotée d'un pouvoir oxydant égal ou supérieur à celui d'une atmosphère constituée de 1 % en volume d'oxygène et égal ou inférieur à celui d'une atmosphère constituée de 50 % en volume d'oxygène, cette atmosphère présentant un point de rosée compris entre -30 et +30°C,
 - D. le transfert de l'ébauche dans un outil de presse,
 - E. le formage à chaud de l'ébauche pour obtenir une pièce,
 - 15 F. le refroidissement de la pièce obtenue à l'étape E) afin d'obtenir une microstructure dans l'acier qui soit martensitique ou martensito-bainitique ou constituée d'au moins 75 % de ferrite équiaxée, de 5 à 20 % de martensite et de bainite en quantité inférieure ou égale à 10 %.
- 20 2. Procédé de durcissement sous presse selon la revendication 1, dans lequel à l'étape A), la tôle d'acier au carbone selon la revendication 1, dans laquelle le pré-revêtement barrière est tel que le rapport en poids Ni/Cr est compris entre 2,3 et 9.
- 25 3. Procédé de durcissement sous presse selon la revendication 2, dans lequel, à l'étape C), l'atmosphère présente un pouvoir oxydant égal ou supérieur à celui d'une atmosphère composée de 10 % en volume d'oxygène et égal ou inférieur à celui d'une atmosphère composée de 30 % en volume d'oxygène.
- 30 4. Procédé de durcissement sous presse selon la revendication 3, dans lequel, à l'étape C), l'atmosphère est de l'air.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel à l'étape C), le

point de rosée est compris entre -20 et +20 °C.

35 6. Procédé de durcissement sous presse selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 dans lequel, à l'étape A), le pré-revêtement barrière comprend de 55 à 90 % en poids de nickel.

7. Procédé de durcissement sous presse selon la revendication 6, dans lequel, à l'étape A), le pré-revêtement barrière comprend de 70 à 90 % en poids de nickel.

40

8. Procédé de durcissement sous presse selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 dans lequel, à l'étape A), le pré-revêtement barrière comprend de 10 à 40 % de chrome.

45 9. Procédé de durcissement sous presse selon la revendication 8, dans lequel, à l'étape A), le pré-revêtement barrière comprend de 10 à 30 % de chrome.

10. Procédé de durcissement sous presse selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel, à l'étape A), le pré-revêtement barrière ne comprend pas au moins un élément choisi parmi Al, Fe, Si, Zn, B, N et Mo.

50

11. Procédé de durcissement sous presse selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 dans lequel, à l'étape A), le pré-revêtement barrière est constitué de Cr et de Ni.

55 12. Procédé de durcissement sous presse selon la revendication 11 dans lequel, à l'étape A), le pré-revêtement barrière présente une épaisseur comprise entre 10 et 550 nm.

13. Procédé de durcissement sous presse selon la revendication 12, dans lequel, à l'étape A), l'épaisseur du pré-revêtement barrière est comprise entre 10 et 90 nm.

60 14. Procédé de durcissement sous presse selon la revendication 12, dans lequel, à l'étape A), l'épaisseur du pré-revêtement barrière est comprise entre 150 et 250 nm.

15. Procédé de durcissement sous presse selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans lequel, à l'étape A), la tôle d'acier au carbone est directement recouverte d'un pré-

- 65 revêtement anti-corrosion, cette couche de pré-revêtement anti-corrosion étant directement recouverte par le pré-revêtement barrière.
16. Procédé de durcissement sous presse selon la revendication 15, dans lequel, à l'étape A), le pré-revêtement anti-corrosion comprend au moins un métal choisi dans le groupe
- 70 comprenant le zinc, l'aluminium, le cuivre, le magnésium, le titane, le nickel, le chrome, le manganèse et leurs alliages.
17. Procédé de durcissement sous presse selon la revendication 16, dans lequel, à l'étape A), le pré-revêtement anti-corrosion est à base d'aluminium ou de zinc.
- 75 18. Procédé de durcissement sous presse selon la revendication 17, dans lequel, à l'étape A), le pré-revêtement anti-corrosion à base d'aluminium comprend moins de 15 % de Si, moins de 5,0 % de Fe, éventuellement de 0,1 à 8,0 % de Mg et éventuellement de 0,1 à 30,0 % de Zn, le reste étant de l'Al.
- 80 19. Procédé de durcissement sous presse selon la revendication 18, dans lequel, à l'étape A), le pré-revêtement anti-corrosion à base de zinc comprend moins de 6,0 % d'Al, moins de 6,0 % de Mg, le reste étant du Zn.
20. Procédé de durcissement sous presse selon l'une quelconque des revendications 1 à 19,
- 85 dans lequel le pré-revêtement barrière de l'étape A) est déposé par dépôt physique en phase vapeur, par électro-galvanisation, par galvanisation à chaud ou par revêtement au rouleau.
21. Procédé de durcissement sous presse selon l'une quelconque des revendications 1 à
- 90 20, dans lequel à l'étape C), le traitement thermique est réalisé à une température comprise entre 800 et 950 °C.
22. Procédé de durcissement sous presse selon la revendication 21, dans lequel, à l'étape C), le traitement thermique est effectué à une température comprise entre 840 et 970°C
- 95 pour obtenir une microstructure entièrement austénitique dans l'acier.

23. Procédé de durcissement sous presse selon l'une quelconque des revendications 1 à 22, dans lequel, à l'étape C), le traitement thermique est effectué pendant un temps de séjour compris entre 1 et 12 minutes.

100

24. Procédé de durcissement sous presse selon l'une quelconque des revendications 1 à 23, dans lequel pendant l'étape E) le formage à chaud de l'ébauche s'effectue à une température comprise entre 600 et 830 °C.