

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 40196 B1**
- (43) Date de publication : **31.03.2021**
- (51) Cl. internationale : **B32B 15/01; C21D 1/19; C21D 1/26; C21D 8/04; C21D 9/48; C23C 2/40; C22C 38/06; C22C 38/38; C23C 2/02; C23C 2/06; C22C 38/02**

-
- (21) N° Dépôt : **40196**
- (22) Date de Dépôt : **03.07.2015**
- (30) Données de Priorité : **03.07.2014 WO PCT/IB2014/002275**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/IB2015/055039 03.07.2015**
- (71) Demandeur(s) : **Arcelormittal, 24-26 Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)**
- (72) Inventeur(s) : **JUN, Hyun Jo ; FAN, Dongwei ; MOHANTY, Rashmi Ranjan**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation: **EP15750811.0**
-
- (54) Titre : **PROCÉDÉ DE PRODUCTION D'UNE TÔLE D'ACIER REVÊTUE À HAUTE RÉSISTANCE PRÉSENTANT UNE RÉSISTANCE, UNE DUCTILITÉ ET UNE APTITUDE AU FORMAGE AMÉLIORÉES**
- (57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de production d'une tôle d'acier revêtue à haute résistance présentant une limite d'élasticité apparente $YS > 800$ MPa, une résistance à la traction $TS > 1\ 180$ MPa, et une aptitude au formage et un ductilité améliorées. L'acier contient : 15 % = C = 0,25 %, 1,2 % = Si = 1,8 %, 2 % = Mn = 2,4 %, 0,1 % = Cr = 0,25 %, Al = 0,5 %, le reste étant constitué de Fe et des impuretés inévitables. La tôle est recuite à une température supérieure à Ac3 et inférieure à 1000 °C pendant une durée supérieure à 30 s, puis trempée par refroidissement à une température de trempé QT comprise entre 250 °C et 350 °C, pour obtenir une structure constituée d'au moins 60 % de martensite et ayant une teneur en austénite suffisante pour que la structure finale contienne 3 % à 15 % d'austénite résiduelle et 85 % à 97 % de martensite et de bainite sans ferrite, puis chauffée à une température de séparation PT comprise entre 430 °C et 480 °C et maintenue à cette

température pendant une durée de séparation Pt comprise entre 10 s et 90 s, puis revêtue par immersion à chaud et refroidie à la température ambiante. L'invention concerne la tôle revêtue obtenue.

REVENDICATIONS

1. Procédé de production d'une tôle d'acier revêtue de haute résistance présentant une ductilité améliorée et une aptitude au formage améliorée, la tôle présentant une limite
5 d'élasticité YS d'au moins 800 MPa, une résistance à la traction TS d'au moins 1 180 MPa, un allongement total d'au moins au moins 14 % et un rapport d'expansion de trous HER selon la norme ISO 16630:2009 d'au moins 30 %, par traitement thermique et revêtement d'une tôle d'acier dans laquelle la composition chimique de l'acier contient en % du poids :

$$0,15 \% \leq C \leq 0,25 \%$$

10

$$1,2 \% \leq Si \leq 1,8 \%$$

$$2 \% \leq Mn \leq 2,4 \%$$

$$0,1 \% \leq Cr \leq 0,25 \%$$

$$Al \leq 0,5 \%$$

le reste étant du Fe et des impuretés inévitables, incluant moins de 0,05 % de Ni, moins
15 de 0,02 % de Mo, moins de 0,03 % de Cu, moins de 0,007 % de V, moins de 0,0010 % de B, moins de 0,005 % de S, moins de 0,02 % de P, moins de 0,010 % de N, la teneur en Nb étant limitée à 0,05 % et la teneur en Ti étant limitée à 0,05 %, et dans lequel le traitement thermique et le revêtement comprennent les étapes suivantes :

20 - recuit de la tôle à une température de recuit TA supérieure à Ac3 mais inférieure à 1 000 °C pendant une durée supérieure à 30 s,

- trempe de la tôle en la refroidissant à une température de trempe QT comprise entre 250 °C et 350 °C, à une vitesse de refroidissement suffisante pour obtenir une structure constituée de martensite et d'austénite juste après la trempe, la teneur en martensite étant d'au
25 moins 60 % et la teneur en austénite étant telle que la structure finale est constituée de 3 % à 15 % d'austénite résiduelle et de 85 % à 97 % de martensite et de bainite sans ferrite, la structure comprenant au moins 65 % de martensite,

- chauffage de la tôle jusqu'à une température de séparation PT comprise entre 430 °C et 480 °C et maintien de la tôle à cette température pendant un temps de séparation Pt
30 compris entre 10 s et 90 s,

- revêtement par immersion à chaud de la tôle et,

- refroidissement de la tôle à température ambiante.

2

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la composition chimique de l'acier satisfait à la condition suivante :

$$0,17 \% \leq C \leq 0,21 \%$$

5 3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel la composition chimique de l'acier satisfait à la condition suivante :

$$1,3 \% \leq Si \leq 1,6 \%$$

10 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la composition chimique de l'acier satisfait à la condition suivante :

$$2,1 \% \leq Mn \leq 2,3 \%$$

15 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'étape de revêtement par immersion à chaud est une étape de galvanisation.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'étape de revêtement par immersion à chaud est une étape de recuit par galvanisation avec une température d'alliage TGA comprise entre 480 °C et 510 °C.

20 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la vitesse de refroidissement lors de la trempe est d'au moins 20 °C/s, de préférence d'au moins 30 °C/s.

25 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comprenant en outre, après la trempe de la tôle à la température de trempe et avant chauffage de la tôle jusqu'à la température de séparation PT, une étape de maintien de la tôle à la température de trempe QT pendant un temps de maintien compris entre 2 s et 8 s, de préférence entre 3 s et 7 s.

9. Tôle d'acier revêtue dans laquelle la composition chimique de l'acier contient en % du poids :

30
$$0,15 \% \leq C \leq 0,25 \%$$

$$1,2 \% \leq Si \leq 1,8 \%$$

3

$$2,1 \% \leq \text{Mn} \leq 2,3 \%$$

$$0,10 \% \leq \text{Cr} \leq 0,25 \%$$

$$\text{Al} \leq 0,5 \%$$

le reste étant du Fe et des impuretés inévitables, incluant moins de 0,05 % de Ni, moins
5 de 0,02 % de Mo, moins de 0,03 % de Cu, moins de 0,007 % de V, moins de 0,0010 % de B,
moins de 0,005 % de S, moins de 0,02 % de P, moins de 0,010 % de N, la teneur en Nb étant
limitée à 0,05 % et la teneur en Ti étant limitée à 0,05 %,
dans laquelle la structure est constituée de 3 % à 15 % d'austénite résiduelle et de 85 % à
97 % de martensite et de bainite, la structure comprenant au moins 65 % de martensite, la
10 structure étant sans ferrite, et dans laquelle au moins une face de la tôle comprend un
revêtement métallique, la tôle ayant une limite d'élasticité d'au moins 800 MPa, une résistance
à la traction d'au moins 1 180 MPa, un allongement total d'au moins 14 % et un rapport
d'expansion de trous HER selon la norme ISO 16630:2009 d'au moins 30 %.

15 10. Tôle d'acier revêtue selon la revendication 9, dans laquelle la composition
chimique de l'acier satisfait à la condition suivante :

$$0,17 \% \leq \text{C} \leq 0,21 \%$$

20 11. Tôle d'acier revêtue selon la revendication 9 ou la revendication 10, dans
laquelle la composition chimique de l'acier satisfait à la condition suivante :

$$1,3 \% \leq \text{Si} \leq 1,6 \%$$

25 12. Tôle revêtue selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, dans laquelle
au moins une face revêtue est galvanisée.

13. Tôle d'acier revêtue selon la revendication 12, dans laquelle au moins une face
revêtue est recuite par galvanisation.