

## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 40197 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; C22C 38/02;  
C23C 2/28; C22C 38/06;  
C22C 38/12; C22C 38/14;  
C23C 2/02; C23C 2/06;  
C22C 38/04**

- 
- (21) N° Dépôt :  
**40197**
- (22) Date de Dépôt :  
**03.07.2015**
- (30) Données de Priorité :  
**03.07.2014 WO PCT/IB2014/002392**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:  
**PCT/IB2015/055041 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 ; VENKATASURYA, Pavan K. C.**
- (74) Mandataire :  
**ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation: **EP15750812.8**

- 
- (54) Titre : **PROCÉDÉ DE PRODUCTION D'UNE TÔLE D'ACIER REVÊTUE À HAUTE RÉSISTANCE AYANT UNE RÉSISTANCE ET UNE APTITUDE AU FORMAGE AMÉLIORÉES**
- (57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de production d'une tôle d'acier revêtue à haute résistance ayant une ductilité améliorée et une aptitude au formage améliorée, la composition chimique de l'acier contenant : 0,13 % = C = 0,22 %, 1,9 % = Si = 2,3 %, 2,4 % = Mn = 3 %, Al = 0,5 %, Ti < 0,05 %, Nb < 0,05 %, le reste étant constitué de Fe et des impuretés inévitables. La tôle est recuite à une température TA supérieure à Ac3 mais inférieure à 1000 °C pendant une durée de plus de 30 s, trempée par refroidissement à une température de trempe QT comprise entre 200 °C et 280 °C afin d'obtenir une structure constituée d'austénite et d'au moins 50 % de martensite, la teneur en austénite étant telle que la structure finale peut contenir entre 3 % et 15 % d'austénite résiduelle et

entre 85 % et 97 % de la somme de martensite et de bainite, sans ferrite, chauffée jusqu'à une température de séparation PT comprise entre 430 °C et 490 °C et maintenue à cette température pendant une durée Pt comprise entre 10 et 100 s, revêtue par immersion à chaud et refroidie à la température ambiante.

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 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, mesuré 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 :

$$0,13 \% \leq C \leq 0,22 \%$$

$$1,9 \% \leq Si \leq 2,3 \%$$

$$2,4 \% \leq Mn \leq 3 \%$$

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

$$Ti \leq 0,05 \%$$

$$Nb \leq 0,05 \%$$

le reste étant du Fe et des impuretés inévitables, incluant moins de 0,05 % de Ni, moins de 0,05 % de Cr, moins 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 0,007 % de S, moins de 0,02 % de P et moins de 0,010 % de N,

et dans lequel le traitement thermique et le revêtement comprennent les étapes suivantes :

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

- trempe de la tôle en la refroidissant à une température de trempe QT comprise entre 200 °C et 280 °C, à une vitesse de refroidissement suffisante pour obtenir une structure constituée d'austénite et d'au moins 50 % de martensite, la teneur en austénite étant telle que la structure finale, c'est-à-dire après le traitement, le revêtement et le refroidissement à température ambiante, contient entre 3 % et 15 % d'austénite résiduelle et entre 85 % et 97 % de la somme de martensite et de bainite, sans ferrite,

- chauffage de la tôle jusqu'à une température de séparation PT comprise entre 430 °C et 490 °C et maintien de la tôle à cette température pendant un temps de séparation Pt compris entre 10 s et 100 s, cette étape étant une étape de séparation, et pendant la séparation, la température de la tôle restant entre  $PT - 20 \text{ °C}$  et  $PT + 20 \text{ °C}$  ou diminuant

linéairement à partir de la température de réchauffage jusqu'à une température comprise entre 455 °C et 465 °C,

- revêtement par immersion à chaud de la tôle et,
- refroidissement de la tôle à température ambiante.

5

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel au moins l'une des conditions suivantes est satisfaite :

$$PT \geq 455 \text{ °C}$$

et

10

$$PT \leq 485 \text{ °C.}$$

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel pendant la séparation, la température de tôle reste comprise entre  $PT - 20 \text{ °C}$  et  $PT + 20 \text{ °C}$ .

15

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel pendant la séparation, la température de tôle diminue linéairement à partir de la température de réchauffage jusqu'à une température comprise entre 455 °C et 465 °C.

20

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la composition chimique de l'acier satisfait à au moins l'une des conditions suivantes :

$$C \geq 0,16 \%$$

$$C \leq 0,20 \%$$

$$Si \geq 2,0 \%$$

$$Si \leq 2,2 \%$$

25

$$Mn \geq 2,6 \%$$

et

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

30

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel, après la trempe de la tôle à la température de trempe QT et avant le chauffage de la tôle à la température de séparation PT, la tôle est maintenue 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.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la température de recuit est supérieure à 875 °C.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le temps  
5 de séparation Pt est compris entre 10 et 90 s.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel l'étape de revêtement par immersion à chaud est une étape de galvanisation.

10 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, 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 490 °C et 530 °C.

11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel la température d'alliage satisfait  
15 à au moins l'une des conditions suivantes :

TGA > 515 °C

et

TGA < 525 °C.