

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 40188 B1** (51) Cl. internationale : **C21D 1/18; C21D 8/02; C22C 38/38; C21D 9/48; C22C 38/02; C21D 9/46**
- (43) Date de publication : **30.06.2020**

-
- (21) N° Dépôt : **40188**
- (22) Date de Dépôt : **03.07.2015**
- (30) Données de Priorité : **03.07.2014 IB PCT/IB2014/002256**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/IB2015/055042 03.07.2015**
- (71) Demandeur(s) : **ARCELORMITTAL, 24-26, Boulevard d'Avranches L-1160 Luxembourg (LU)**
- (72) Inventeur(s) : **JUN, Hyun Jo ; FAN, Dongwei ; MOHANTY, Rashmi Ranjan**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**

(54) Titre : **PROCÉDÉ DE PRODUCTION D'UNE TÔLE D'ACIER 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 à haute résistance ayant une limite élastique YS d'au moins 850 MPa, une résistance à la traction TS d'au moins 1 180 MPa, un allongement total d'au moins 14 % et un rapport d'expansion de trou HER d'au moins 30 % La composition chimique de l'acier contient : 0,15 % = C = 0,25 %, 1,2 % = Si = 1,8 %, 2 % = Mn = 2,4 %, 0,1 % = Cr = 0,25 %, Nb = 0,05 %, Ti = 0,05 %, Al = 0,50 %, le reste étant constitué Fe et des impuretés inévitables. La tôle est recuite à une température de recuit (TA) supérieure à Ac3 mais inférieure à 1000 °C pendant plus de 30 s, en la refroidissant à une température de trempe QT comprise entre 275 °C et 325 °C, à une vitesse de refroidissement suffisante pour obtenir, juste après la trempe, une structure constituée d'austénite et d'au moins 50 % de martensite, la teneur en austénite étant de 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 à une température de séparation (PT) comprise entre 420 °C et 470 °C, et maintenue à cette température pendant une durée comprise entre 50 s et 150 s et refroidie à température ambiante.

REVENDICATIONS

1. Procédé de production d'une tôle d'acier à haute résistance ayant une ductilité améliorée et une aptitude au formage améliorée, la tôle ayant une limite élastique YS d'au moins 850 MPa, une résistance à la traction TS d'au moins 1 180 MPa, un allongement total d'au moins 14 % et un rapport d'expansion de trou HER mesuré selon la norme ISO 16630:2009 d'au moins 30 %, par traitement thermique d'une tôle d'acier dans lequel la composition chimique de l'acier contient :

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

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

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

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

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

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

$$Al \leq 0,50 \%$$

le reste étant du Fe et des impuretés inévitables, incluant moins de 0,05 % de Ni, 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 comprend 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 par refroidissement de celle-ci jusqu'à une température de trempe QT entre 275 °C et 325 °C, à une vitesse de refroidissement suffisante pour obtenir, juste après la trempe, une structure constituée d'austénite et d'au moins 50 % de martensite, la teneur en austénite étant telle que la structure finale, à savoir après traitement et refroidissement jusqu'à la température ambiante, comprend 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 entre 420 °C et 470 °C et maintien de la tôle à cette température pendant une durée de séparation Pt entre 50 s et 150 s, dans lequel le maintien de la tôle à la température de séparation signifie que durant la séparation la température de la tôle reste entre PT-10 °C et PT+10 °C, et,

- refroidissement de la tôle jusqu'à la température ambiante.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la composition chimique de l'acier est telle que $Al \leq 0,05 \%$.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel la vitesse de refroidissement durant la trempe est d'au moins $20 \text{ }^\circ\text{C/s}$, de préférence d'au moins $30 \text{ }^\circ\text{C/s}$.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant en outre, après que la tôle a été trempée à la température de trempe QT et avant le 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 une durée de maintien comprise entre 2 s et 8 s, de préférence entre 3 s et 7 s.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la température de recuit TA est supérieure à $850 \text{ }^\circ\text{C}$.

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

$$0,15 \% \leq C \leq 0,21 \%$$

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

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

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

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

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

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

le reste étant du Fe et des impuretés inévitables, incluant moins de $0,05 \%$ de Ni, 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,

la tôle ayant une limite élastique d'au moins 850 MPa , une résistance à la traction d'au moins $1\,180 \text{ MPa}$, un allongement total d'au moins 14% et un rapport d'expansion de trou HER, mesuré selon la norme ISO 16630:2009, d'au moins 30% et la structure est constituée de 3% à 15% d'austénite résiduelle et de 85% à 97% de martensite et de bainite sans ferrite, la structure contenant au moins 50% de martensite.

7. Tôle selon la revendication 6, dans laquelle la limite élastique est supérieure à

950 MPa.

8. Tôle selon la revendication 6 ou 7, dans laquelle la composition chimique de l'acier est telle que $Al \leq 0,05 \%$.

5

9. Tôle selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans laquelle la quantité de carbone dans l'austénite résiduelle est d'au moins 0,9 %, de préférence d'au moins 1,0 %.