

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 49777 B1** (51) Cl. internationale : **C21D 1/19; C21D 8/04; C21D 9/48; C22C 38/14; C22C 38/04; C22C 38/06; C22C 38/12; C22C 38/02**
- (43) Date de publication : **28.04.2023**

-
- (21) N° Dépôt : **49777**
- (22) Date de Dépôt : **03.07.2015**
- (30) Données de Priorité : **03.07.2014 WO PCT/IB2014/002296**
- (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.**
- (73) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation:EP19218252.5

(54) Titre : **PROCÉDÉ DE PRODUCTION D'UNE TÔLE D'ACIER À HAUTE RÉSISTANCE PRÉSENTANT UNE RÉSISTANCE ET UNE APTITUDE AU FORMAGE AMÉLIORÉES ET TÔLE AINSI OBTENUE**

(57) Abrégé : Procédé de production d'une tôle d'acier à haute résistance ayant une limite d'élasticité $Y_S = 850$ MPa, une résistance à la traction $T_S = 1180$ MPa, un allongement total = 13 % et un taux d'expansion des trous HER > 30 %, par traitement thermique d'une tôle d'acier dans lequel la composition chimique de l'acier contient : 0,13 % = C = 0,22 %, 1,2 % = Si = 1,8 %, 1,8 % = Mn = 2,2 %, 0,10 % = Mo = 0,20 %, Nb = 0,05 %, Ti = 0,05 %, Al = 0,5 %, le reste étant du Fe et des impuretés inévitables. La tôle est recuite à une température de recuit TA = 865°C et = 1000°C pendant une durée supérieure à 30 s, puis trempée en la refroidissant à une température de trempe QT comprise entre 275°C et 375°C, à une vitesse de refroidissement = 30°C/s pour avoir, 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 puisse contenir entre 3% et 15% d'austénite résiduelle et entre 85 % et 97 % de la somme de la martensite et de la bainite sans ferrite, puis chauffée à une température de partage PT comprise entre 370°C et 470°C et maintenue à cette température pendant un temps Pt compris entre 50 s et 150 s, puis refroidie à la température ambiante.

REVENDICATIONS

1. Procédé de production d'une tôle d'acier haute résistance ayant une meilleure résistance et une meilleure usinabilité, la tôle ayant une limite d'élasticité YS d'au moins 850 MPa, une résistance à la traction TS d'au moins 1180 MPa, un allongement total d'au moins 13 % et un taux d'expansion de trous HER, mesuré conformément à la norme ISO 16630:2009, d'au moins 30 %, par traitement à la chaleur d'une tôle d'acier, dans lequel la composition chimique de l'acier contient, en % en poids :

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

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

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

$$0,10 \% \leq Mo \leq 0,20 \%$$

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

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

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

le reste étant du Fe et des impuretés inévitables, y compris moins de 0,05 % de Ni, moins de 0,10 % de Cr, 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 et moins de 0,010 % de N,

et dans lequel le traitement à la chaleur comprend les étapes suivantes :

- recuit de la tôle à une température de recuit TA supérieure à 865°C mais inférieure à 1000°C pendant plus de 30 secondes,

- trempe de la tôle par refroidissement de celle-ci jusqu'à une température de trempe QT comprise entre 310°C et 375°C, à une température de refroidissement d'au moins 30°C/s afin que soit obtenue, juste après la trempe, une structure consistant en austénite et au moins 50 % de martensite, la teneur en austénite étant telle que la structure finale, c'est-à-dire après traitement et retour à la température ambiante, contienne entre 3 % et 15 % d'austénite résiduelle et entre 85 % et 97 % de la somme 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 370°C et 470°C et maintien de la tôle à cette température pendant un temps de séparation Pt compris entre 50 s et 150 s, la température de la tôle restant entre PT-10°C et PT+10°C durant la séparation, et

- retour de la tôle à la température ambiante.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la composition chimique de

2

l'acier est telle que $Al \leq 0,05 \%$.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel la température de trempe QT est comprise entre 310°C et 340°C.

5

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 un temps de maintien compris entre 2 s et 8 s, de préférence entre 3 s et 7 s.

10

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

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

15

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

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

$$0,10 \% \leq Mo \leq 0,20 \%$$

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

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

20

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

le reste étant du Fe et des impuretés inévitables, y compris moins de 0,05 % de Ni, moins de 0,10 % de Cr, 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 et moins de 0,010 % de N,

25

laquelle tôle a une limite d'élasticité d'au moins 850 MPa, une résistance à la traction d'au moins 1180 MPa, un allongement total d'au moins 13 % et un taux d'expansion de trous HER, mesuré conformément à la norme ISO 16630:2009, d'au moins 30 %, et dans laquelle la structure de l'acier comprend entre 3 % et 15 % d'austénite résiduelle et entre 85 % et 97 % de la somme de martensite et de bainite sans ferrite, la structure comprenant au moins 65% de martensite.

30

6. Tôle d'acier selon la revendication 5, dans laquelle la composition chimique de l'acier est telle que $Al \leq 0,05 \%$.

35

7. Tôle d'acier selon l'une quelconque des revendications 5 et 6, dans laquelle l'allongement total est d'au moins 14 %.

8. Tôle d'acier selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, dans laquelle le taux d'expansion de trous est d'au moins 50 %.