

## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 47181 B1**
- (43) Date de publication : **30.04.2021**
- (51) Cl. internationale :  
**B32B 15/01; C25D 7/06;  
C21D 1/25; C21D 8/02;  
C21D 8/04; C21D 9/46;  
C21D 9/48; C22C 38/00;  
C22C 38/02; C22C 38/04;  
C22C 38/06; C22C 38/22;  
C22C 38/26; C22C 38/34;  
C22C 38/38; C23C 2/28;  
C21D 1/19**

- 
- (21) N° Dépôt : **47181**
- (22) Date de Dépôt : **03.07.2015**
- (30) Données de Priorité : **03.07.2014 WO PCT/IB2014/002379**
- (71) Demandeur(s) : **ArcelorMittal, 24-26 Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)**
- (72) Inventeur(s) : **PANAHI, Damon ; GIRINA, Olga A.**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation: **EP19182667.6**
- 
- (54) Titre : **PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE TÔLE D'ACIER À ULTRA-HAUTE RÉSISTANCE REVÊTUE ET TÔLE OBTENUE**
- (57) Abrégé : Procédé de production d'une tôle d'acier laminée à froid ayant une résistance à la traction = 1470 MPa et un allongement total TE = 19%, le procédé comprenant les étapes de recuit à une température de recuit AT = Ac3 d'une tôle d'acier non traitée dont la composition chimique contient en % poids: 0,34% = C = 0,40%, 1,50% = Mn = 2,30%, 1,50 = Si = 2,40%, 0% <Cr = 0,7%, 0% = Mo = 0,3%, 0,01% = Al = 0,07%, le reste étant Fe et des impuretés inévitables, tremper la tôle d'acier recuite en la refroidissant à une température de trempe QT <point de transformation Ms et entre 150 ° C et 250 ° C, et effectuer un traitement de partitionnement en réchauffant la tôle d'acier trempée à une température de partitionnement PT entre 350 ° C et 420 ° C et maintien de la tôle d'acier à cette température pendant un temps de partage Pt compris entre 15 secondes et 250 secondes.

REVENDICATIONS

1. Procédé de production d'une tôle d'acier laminé à froid ayant une résistance à la traction TS d'au moins 1470 MPa et un allongement total TE d'au moins 19 %, les propriétés mécaniques étant mesurées dans la direction transversale par rapport à la direction de laminage, le procédé comprenant les étapes successives de :

- recuit à une température de recuit AT d'une tôle d'acier laminé à froid constituée d'acier dont la composition chimique contient, en % du poids :

$$0,34 \% \leq C \leq 0,40 \%$$

$$1,50 \% \leq Mn \leq 2,30 \%$$

$$1,50 \leq Si \leq 2,40 \%$$

$$0,35 \% \leq Cr \leq 0,45 \%$$

$$0,07 \% \leq Mo \leq 0,20 \%$$

$$0,01 \% \leq Al \leq 0,08 \%,$$

$$\text{et facultativement } 0 \% \leq Nb \leq 0,05 \%,$$

le reste étant Fe et des impuretés inévitables, Ni, Cu, V, Ti, B, S, P et N étant des impuretés inévitables avec des teneurs inférieures à 0,05 % pour Ni, 0,05 % pour Cu, 0,007 % pour V, 0,001 % pour B, 0,005 % pour S, 0,02 % pour P et 0,010 % pour N, la température de recuit AT étant supérieure au point de transformation Ac3 de l'acier,

- trempe de la tôle d'acier recuit par refroidissement de celle-ci à une température de trempe QT inférieure au point de transformation Ms de l'acier et comprise entre 200 °C et 230 °C, pendant la trempe, la tôle d'acier recuit étant refroidie à ladite température de trempe à une vitesse de refroidissement suffisamment rapide pour éviter la formation de ferrite lors du refroidissement, afin d'obtenir une tôle d'acier trempé ayant une structure constituée de martensite et d'austénite, et,

- conduite d'un traitement de séparation par réchauffage de la tôle d'acier trempé à une température de séparation PT comprise entre 350 °C et 450 °C et maintien de la tôle d'acier à cette température pendant un temps de séparation Pt compris entre 25 secondes et 55 secondes,

- après séparation, la tôle d'acier est galvanisée puis refroidie à température ambiante afin d'obtenir une tôle d'acier revêtu.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la température de recuit AT est comprise entre 870 °C et 930 °C.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel la composition de l'acier est telle que  $0,34 \% \leq C \leq 0,37 \%$ .

4. Procédé de production d'une tôle d'acier laminé à froid ayant une résistance à la traction TS d'au moins 1470 MPa et un allongement total TE d'au moins 19 %, les propriétés mécaniques étant mesurées dans la direction transversale par rapport à la direction de laminage, le procédé comprenant les étapes successives de :

- recuit à une température de recuit AT d'une tôle d'acier laminé à froid constituée d'acier dont la composition chimique contient, en % du poids :

10  $0,34 \% \leq C \leq 0,40 \%$   
 $1,50 \% \leq Mn \leq 2,30 \%$   
 $1,50 \leq Si \leq 2,40 \%$   
 $0,46 \% \leq Cr \leq 0,7 \%$   
 $0 \% \leq Mo \leq 0,3 \%$   
15  $0,01 \% \leq Al \leq 0,08 \%$   
et  $0,03 \% \leq Nb \leq 0,05 \%$ ,

le reste étant Fe et des impuretés inévitables, Ni, Cu, V, Ti, B, S, P et N étant des impuretés inévitables ayant des teneurs inférieures à 0,05 % pour Ni, 0,05 % pour Cu, 0,007 % pour V, 0,001 % pour B, 0,005 % pour S, 0,02 % pour P et 0,010 % pour N, la température de recuit AT étant supérieure au point de transformation Ac3 de l'acier,

20 - trempe de la tôle d'acier recuit par refroidissement de celle-ci à une température de trempe QT inférieure au point de transformation Ms de l'acier et comprise entre 200 °C et 230 °C, pendant la trempe, la tôle d'acier recuit étant refroidie à ladite température de trempe à une vitesse de refroidissement suffisamment rapide pour éviter la formation de ferrite lors du refroidissement, afin d'obtenir une tôle d'acier trempé ayant une structure constituée de martensite et d'austénite, et,

30 - conduite d'un traitement de séparation par réchauffage de la tôle d'acier trempé à une température de séparation PT comprise entre 350 °C et 450 °C et maintien de la tôle d'acier à cette température pendant un temps de séparation Pt compris entre 50 secondes et 250 secondes,

- revêtement de la tôle d'acier, puis refroidissement à température ambiante afin d'obtenir une tôle d'acier revêtu, l'étape de revêtement étant une étape de galvanisation.

5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel la température de recuit AT est comprise entre 870 °C et 930 °C.

35

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5, dans lequel la composition de l'acier est telle que  $0 \% \leq \text{Mo} \leq 0,005 \%$ .

5 7. Tôle d'acier revêtu constituée d'acier dont la composition chimique comprend, en % du poids :

$$0,34 \% \leq \text{C} \leq 0,40 \%$$

$$1,50 \% \leq \text{Mn} \leq 2,30 \%$$

$$1,50 \leq \text{Si} \leq 2,40 \%$$

10  $0,35 \% \leq \text{Cr} \leq 0,45 \%$

$$0,07 \% \leq \text{Mo} \leq 0,20 \%$$

$$0,01 \% \leq \text{Al} \leq 0,08 \%$$

et facultativement  $0 \% \leq \text{Nb} \leq 0,05 \%$ ,

le reste étant Fe et des impuretés inévitables, Ni, Cu, V, Ti, B, S, P et N étant des impuretés  
15 inévitables avec des teneurs inférieures à 0,05 % pour Ni, 0,05 % pour Cu, 0,007 % pour V, 0,001 % pour B, 0,005 % pour S, 0,02 % pour P et 0,010 % pour N, la structure comprenant au moins 60 % de martensite et entre 12 % et 15 % d'austénite résiduelle, la tôle d'acier étant galvanisée, la résistance à la traction étant d'au moins 1510 MPa et l'allongement total étant au moins 20 %, les propriétés mécaniques étant mesurées dans  
20 la direction transversale par rapport à la direction de laminage.

8. Tôle d'acier revêtu constituée d'acier dont la composition chimique comprend, en % du poids :

$$0,34 \% \leq \text{C} \leq 0,40 \%$$

25  $1,50 \% \leq \text{Mn} \leq 2,30 \%$

$$1,50 \leq \text{Si} \leq 2,40 \%$$

$$0,46 \% \leq \text{Cr} \leq 0,7 \%$$

$$0 \% \leq \text{Mo} \leq 0,005 \%$$

$$0,01 \% \leq \text{Al} \leq 0,08 \%$$

30 et  $0,03 \% \leq \text{Nb} \leq 0,05 \%$ ,

le reste étant Fe et des impuretés inévitables, Ni, Cu, V, Ti, B, S, P et N étant des impuretés inévitables avec des teneurs inférieures à 0,05 % pour Ni, 0,05 % pour Cu, 0,007 % pour V, 0,001 % pour B, 0,005 % pour S, 0,02 % pour P et 0,010 % pour N, la structure comprenant au moins 60 % de martensite et entre 12 % et 15 % d'austénite  
35 résiduelle, la résistance à la traction étant d'au moins 1470 MPa et l'allongement total étant

d'au moins 19 %, les propriétés mécaniques étant mesurées dans la direction transversale par rapport à la direction de laminage, au moins une face de la feuille étant galvanisée.