

## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 51270 B1**
- (43) Date de publication : **31.01.2024**
- (51) Cl. internationale :  
**B32B 15/01; C21D 6/00;  
C21D 8/02; C22C 38/00;  
C22C 38/06; C22C 38/24;  
C23C 2/40; C22C 38/28;  
C22C 38/34; C22C 38/38;  
C23C 2/02; C23C 2/06;  
C22C 38/26**

- 
- (21) N° Dépôt :  
**51270**
- (22) Date de Dépôt :  
**05.11.2018**
- (30) Données de Priorité :  
**19.12.2017 WO PCT/IB2017/058125**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:  
**PCT/IB2018/058669 05.11.2018**
- (71) Demandeur(s) :  
**ArcelorMittal, 24-26 Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)**
- (72) Inventeur(s) :  
**PIPARD Jean Marc**
- (74) Mandataire :  
**ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation : EP 18799871.1

---

(54) Titre : **TÔLE D'ACIER LAMINÉE À FROID ET TRAITÉE THERMIQUEMENT ET SON PROCÉDÉ DE FABRICATION**

- (57) Abrégé : L'invention concerne une tôle d'acier laminée à froid, l'acier comprenant, en pourcentage en poids, 0,18% = carbone = 0,24 %, 1,5% = manganèse = 2,5%, 1,2% = silicium = 2%, 0,01 % = aluminium = 0,06 %, 0,2 % = chrome = 0,5 %, du phosphore = 0,02 %, du soufre = 0,03%, et éventuellement un ou plusieurs des éléments suivants : 0,0010 % = niobium = 0,06 %, 0,001 % = titane = 0,08 %, 0,001 % = vanadium = 0,1 %, 0,001 % = calcium = 0,005 % et le reste comprenant du fer et les impuretés inévitables, la tôle d'acier ayant une microstructure comprenant de 0% à 15 % de martensite trempée, de 10 % à 15 % d'austénite résiduelle et éventuellement jusqu'à 30% de ferrite, dans des fractions de surface, le reste étant constitué de bainite, la teneur en bainite étant d'au moins 55% et comportant une couche d'oxyde interne de 3 microns ou moins sur les deux surfaces de

ladite tôle d'acier. L'invention concerne également un procédé de fabrication et l'utilisation d'une telle qualité pour la fabrication de pièces de véhicules.

REVENDICATIONS

1. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement, l'acier comprenant, en pourcentage de poids,
- 5
- $0,18 \% \leq \text{carbone} \leq 0,24 \%$ ,  
 $1,5 \% \leq \text{manganèse} \leq 2,5 \%$ ,  
 $1,2 \% \leq \text{silicium} \leq 2 \%$ ,  
 $0,01 \% \leq \text{aluminium} \leq 0,06 \%$ ,  
 $0,2 \% \leq \text{chrome} \leq 0,5 \%$ ,  
phosphore  $\leq 0,02 \%$ ,
- 10
- soufre  $\leq 0,03 \%$ ,
- et facultativement un ou plusieurs des éléments suivants
- $0 \leq \text{niobium} \leq 0,06 \%$ ,  
 $0 \leq \text{titane} \leq 0,08 \%$ ,  
 $0 \leq \text{vanadium} \leq 0,1 \%$ ,
- 15
- $0 \leq \text{calcium} \leq 0,005 \%$   
 $0 \leq \text{cérium} \leq 0,01 \%$   
 $0 \leq \text{Magnésium} \leq 0,05 \%$   
 $0 \leq \text{Bore} \leq 0,01 \%$   
 $0 \leq \text{Zirconium} \leq 0,05 \%$
- 20 et le reste étant constitué de fer et d'impuretés inévitables, la tôle d'acier ayant une microstructure comprenant de 0 % à 15 % de martensite trempée, de 10 % à 15 % d'austénite résiduelle et facultativement jusqu'à 30 % de ferrite en fractions de surface, le reste étant constitué de bainite, la teneur en bainite étant d'au moins 55 % et ayant une couche d'oxydes internes de 3 microns ou moins sur les deux surfaces de ladite tôle d'acier.
- 25
2. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon la revendication 1, dans laquelle la composition comprend de 2,0 % à 2,3 % de manganèse.
3. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon la revendication 1 ou 2, dans
- 30 laquelle la composition comprend un maximum de 0,013 % de phosphore.

4. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle ladite microstructure contient plus de 60 % de bainite.
- 5 5. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle l'austénite résiduelle a une concentration en carbone comprise entre 0,9 et 1,15 %.
- 10 6. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, présentant une résistance à la traction supérieure ou égale à 1 000 MPa, dans laquelle la résistance à la traction est mesurée conformément à la norme JIS Z 2241, et une couverture de phosphatation supérieure ou égale à 96 %.
- 15 7. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon les revendications 1 à 6, présentant une résistance à la traction supérieure ou égale à 1050 MPa, dans laquelle la résistance à la traction est mesurée conformément à la norme JIS Z 2241, et une couverture de phosphatation supérieure ou égale à 98 %.
- 20 8. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon les revendications 1 à 7, ayant une épaisseur de couche d'oxydes internes inférieure ou égale à 2 microns sur les deux surfaces.
- 25 9. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon la revendication 8, présentant une épaisseur de couche d'oxydes internes inférieure ou égale à 1 micron sur les deux surfaces
- 30 10. Procédé de fabrication d'une tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement comprenant les étapes successives suivantes :
  - fourniture d'une composition d'acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 pour obtenir un produit semi-fini,
  - réchauffage dudit produit semi-fini jusqu'à une température comprise entre

1 000 °C et 1 280 °C ;

laminage dudit produit semi-fini entièrement dans le domaine austénitique, dans lequel la température de finition du laminage à chaud est supérieure ou égale à 850 °C pour obtenir une tôle d'acier laminée à chaud ;

- 5
- refroidissement de la tôle à une vitesse de refroidissement supérieure à 30 °C/s jusqu'à une température inférieure ou égale à 500 °C ; et bobinage de ladite tôle laminée à chaud et maintien de la température de la tôle bobinée en dessous de 570 °C ;
  - refroidissement de ladite tôle laminée à chaud ;
- 10
- réalisation d'un processus d'élimination de la calamine sur ladite tôle d'acier laminée à chaud ;
  - soumission de la tôle d'acier laminée à chaud à un recuit à une température comprise entre 500 et 750 °C pendant 1 H à 96 H ;
  - réalisation d'un processus facultatif d'élimination de la calamine sur ladite
- 15
- tôle d'acier recuite laminée à chaud ;
  - laminage à froid de ladite tôle d'acier laminée à chaud avec un taux de réduction compris entre 35 et 90 %, de manière à obtenir une tôle d'acier laminée à froid ;
  - puis recuit continu de ladite tôle d'acier laminée à froid à une vitesse
- 20
- comprise entre 1 et 20 °C/s jusqu'à une température de trempage comprise entre Ac1 et Ac3+ 50 °C pendant au moins 100 s, la température et la durée étant choisies pour obtenir un pourcentage minimal de 70 % d'austénite ;
  - puis refroidissement de la tôle à une vitesse supérieure à 10 °C/s jusqu'à une température comprise entre Ms-20 °C et Ms+40 °C, dans lequel Ms est
- 25
- la température Ms de l'austénite initiale avant refroidissement, puis
  - maintien de la tôle d'acier laminée à froid entre 350 °C et 450 °C pendant une durée de 200 à 1 000 s ; puis
  - refroidissement de la tôle jusqu'à la température ambiante à une vitesse de refroidissement ne dépassant pas 200 °C/s.
- 30

11. Procédé de fabrication d'une tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement

comprenant les étapes successives suivantes :

- fourniture d'une composition d'acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 pour obtenir un produit semi-fini,
- 5 - réchauffage dudit produit semi-fini à une température comprise entre 1 000 °C et 1 280 °C ;
- laminage dudit produit semi-fini entièrement dans le domaine austénitique, dans lequel la température de finition du laminage à chaud est supérieure ou égale à 850 °C pour obtenir une tôle d'acier laminée à chaud ;
- 10 - refroidissement de la tôle à une vitesse de refroidissement supérieure à 30 °C/s jusqu'à une température de refroidissement inférieure ou égale à 500 °C ; et bobinage de ladite tôle laminée à chaud et maintien de la température de la tôle bobinée en dessous de 570 °C ;
- refroidissement de ladite tôle laminée à chaud ;
- 15 - soumission de la tôle d'acier laminée à chaud à un recuit à une température comprise entre 350 °C et 500 °C pendant 1 H à 96 H ;
- réalisation d'au moins un processus d'élimination de la calamine sur la tôle d'acier laminée à chaud avant ou après son recuit ;
- laminage à froid de ladite tôle d'acier laminée à chaud avec un taux de réduction compris entre 35 et 90 %, de manière à obtenir une tôle d'acier laminée à froid ;
- 20 - puis recuit continu de ladite tôle d'acier laminée à froid à une vitesse comprise entre 1 et 20 °C/s jusqu'à une température de trempage comprise entre  $Ac_1$  et  $Ac_{3+} + 50$  °C pendant au moins 100 s, la température et la durée étant choisies pour obtenir un pourcentage minimal de 70 % d'austénite ;
- 25 - puis refroidissement de la tôle à une vitesse supérieure à 10 °C/s jusqu'à une température comprise entre  $M_s - 20$  °C et  $M_s + 40$  °C, dans lequel  $M_s$  est la température  $M_s$  de l'austénite initiale avant refroidissement, puis
- maintien de la tôle d'acier laminée à froid entre 350 et 450 °C pendant une durée de 200 à 1 000 s ; puis
- 30 - refroidissement de la tôle jusqu'à la température ambiante à une vitesse de refroidissement ne dépassant pas 200 °C/s.

12. Procédé selon la revendication 10 ou la revendication 11, dans lequel la température de refroidissement de la tôle d'acier laminée à chaud est définie entre 150 °C et 500 °C.
- 5 13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, dans lequel la tôle d'acier laminée à froid est recuite en continu entre 800 °C et 900 °C entre 100 s et 1 000 s.
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, dans lequel la tôle d'acier laminée à froid est en outre revêtue de zinc ou d'un alliage à base de zinc.
- 10 15. Utilisation d'une tôle d'acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 pour des pièces structurelles ou des pièces de sécurité d'un véhicule.
16. Véhicule comprenant une pièce obtenue selon la revendication 15.