

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 51001 B1** (51) Cl. internationale :
C21D 1/25; C21D 8/04;
C21D 9/48; C22C 38/14;
(43) Date de publication : **31.12.2021** **C22C 38/04; C22C 38/06;**
C22C 38/12; C22C 38/02

-
- (21) N° Dépôt :
51001
- (22) Date de Dépôt :
21.11.2018
- (30) Données de Priorité :
05.12.2017 WO PCT/IB2017/001520
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/IB2018/059162 21.11.2018
- (71) Demandeur(s) :
ArcelorMittal, 24-26 Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)
- (72) Inventeur(s) :
PERLADE, Astrid ; KEGEL, Frédéric ; ZHU, Kangying ; JUNG, Coralie
- (74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation: **EP18812306.1**
-
- (54) Titre : **TÔLE D'ACIER LAMINÉE À FROID RECUITE ET SON PROCÉDÉ DE FABRICATION**
- (57) Abrégé : L'invention concerne une tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement, constituée d'un acier ayant une composition comprenant, en pourcentage en poids, C : 0,03 à 0,25 %, Mn : 3,5 à 8 %, Si : 0,5 à 2,0 %, Al : 0,03 à 2,0 %, Ti : moins de 0,080 %, Nb : moins de 0,080 %, V : moins de 0,2 %, avec V + Ti + Nb > 0,01 %, S : moins de 0,010 %, P : moins de 0,020 %, N : moins de 0,008 % et comprenant éventuellement un ou plusieurs des éléments suivants, en pourcentage en poids : Mo : 0,1 à 0,5 %, Cr : 0,01 à 1 %, B : 0,0005 à 0,004 %, le reste de la composition étant du fer et des impuretés inévitables résultant de la fusion. Ladite tôle d'acier laminée à froid présente une microstructure comprenant, en fraction de surface : entre 10 % et 30 % d'austénite résiduelle, ladite austénite résiduelle étant présente sous la forme de films ayant un rapport d'aspect d'au moins 3 et en tant qu'îlots d'austénite martensitique, moins de 8 % de ces îlots d'austénite martensitique ayant une taille supérieure à 0,5 µm; au plus 1 % de martensite nouvellement formée; au plus 50 % de martensite; et de la martensite récupérée contenant des précipités d'au moins un

élément choisi parmi le niobium, le titane et le vanadium. L'invention concerne en outre un procédé de fabrication de ladite tôle d'acier.

REVENDICATIONS

1. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement, constituée d'un acier ayant une composition comprenant, en pourcentage en poids :
- 5 C de 0,03 à 0,25 %
Mn : de 3,5 à 8 %
Si : de 0,5 à 2,0 %
Al : de 0,03 à 2,0 %
Ti \leq 0,080 %,
Nb \leq 0,080 %
10 V \leq 0,2 %
V + Ti + Nb > 0,01 %
S \leq 0,010 %
P \leq 0,020 %
N \leq 0,008 %
- 15 et comprenant éventuellement un ou plusieurs des éléments suivants, en pourcentage en poids :
- Mo : de 0,1 à 0,5 %
Cr : de 0,01 à 1 %
B : de 0,0005 à 0,004 %
- 20 le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés inévitables résultant de la fusion,
ladite tôle d'acier laminée à froid ayant une microstructure comprenant, en fraction de surface :
- 25 - de 10 % à 30 % d'austénite résiduelle, ladite austénite résiduelle étant présente sous forme de films ayant un rapport d'aspect d'au moins 3 et sous forme d'îlots de Martensite/Austénite, moins de 8 % de ces îlots de Martensite/Austénite ayant une taille supérieure à 0,5 μm ,
- 30 - 1 % maximum de martensite fraîche
- 50 % maximum de martensite revenue et
- de la martensite récupérée contenant des précipités d'au moins un élément choisi parmi le niobium, le titane et le vanadium.
2. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon la revendication 1, dans laquelle la teneur en aluminium est au maximum de 1,2 %.
3. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon la revendication 1
35 ou 2, dans laquelle la teneur en niobium est au moins de 0,010 %.

4. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle la teneur en carbone est au moins de 0,10 %.
5. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle le rapport de fractions entre les îlots de Martensite/Austénite ayant une taille supérieure à 0,5 µm et ledit film d'austénite est inférieur à 1,0.
6. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon la revendication 5, dans laquelle le rapport de fraction entre les îlots de Martensite/Austénite ayant une taille supérieure à 0,5 µm et ledit film d'austénite est inférieur à 0,5.
7. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle la fraction de surface de martensite fraîche est inférieure à 1 %.
8. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle moins de 5 % de ces îlots de Martensite/Austénite ont une taille supérieure à 0,5 µm.
9. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle la fraction de surface des films d'austénite ayant un rapport d'aspect supérieur à 3 est au moins de 5 %.
10. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, la tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement étant revêtue de Zn ou d'un alliage de Zn.
11. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, la tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement étant revêtue d'Al ou d'un alliage d'Al.
12. Tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, la tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement ayant une limite d'élasticité YS d'au moins 750 MPa, une résistance à la traction TS d'au moins 1 000 MPa, un allongement uniforme UE d'au moins 12 % et un rapport d'expansion de trou HER d'au moins 20 %.
13. Procédé de fabrication d'une tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement, comprenant les étapes successives suivantes :

- la coulée d'un acier de manière à obtenir une brame, ledit acier ayant une composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,
- le réchauffement de la brame à une température T_{reheat} comprise entre 1 150 °C et 1 300 °C,
- 5 - le laminage à chaud de la brame réchauffée à une température supérieure à A_{r3} pour obtenir une tôle d'acier laminée à chaud,
- l'enroulement de la tôle d'acier laminée à chaud à une température d'enroulement T_{coil} comprise entre 20 °C et 600 °C,
- le recuit de la tôle d'acier laminée à chaud, pour obtenir une tôle d'acier laminée à chaud et recuite,
- 10 - le laminage à froid de la tôle d'acier laminée à chaud et recuite de manière à obtenir une tôle d'acier laminée à froid,
- le réchauffement de la tôle d'acier laminée à froid à une première température de recuit comprise entre A_{e3} et $A_{e3}+100$ °C et le maintien de la tôle d'acier laminée à froid à ladite température de recuit pendant un temps de maintien compris entre 30 s et 600 s, de manière à obtenir, lors du recuit, une structure entièrement austénitique,
- 15 - la trempe de la tôle d'acier laminée à froid à une vitesse de refroidissement comprise entre 0,5 °C/s et 200 °C/s, à une température de trempe comprise entre 20 °C et M_s-50 °C et son maintien à ladite température de trempe pendant un temps de maintien compris entre 1 et 200 s,
- 20 - le réchauffement de la tôle d'acier laminée à froid à une seconde température de recuit comprise entre T_{θ} et $A_{e3}-30$ °C, T_{θ} désignant la température au-dessus de laquelle la cémentite se dissout lors du chauffage, et le maintien de la tôle d'acier laminée à froid à ladite température de recuit pendant une durée comprise entre 100 s et 2 000 s,
- 25 - le refroidissement de la tôle d'acier laminée à froid jusqu'à atteindre la température ambiante,
- le revenu de la tôle d'acier laminée à froid, à une température comprise entre 170 °C et 500 °C, pendant un temps de maintien compris entre 3 et 1 200 s pour obtenir une tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement.
- 30
- 14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel le recuit effectué sur la tôle d'acier laminée à chaud est un recuit par lots, effectué à une température comprise entre 500 °C et 680 °C, pendant 1 000 s à 50 000 s.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 13 et 14, dans lequel la vitesse de chauffage de ladite tôle d'acier laminée à froid est comprise entre 1 et 200 °C/s.
- 5 16. Procédé de production d'un joint soudé par points d'au moins deux tôles d'acier, comprenant les étapes suivantes :
- la fourniture d'une tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 ou produite par un procédé selon l'une quelconque des revendications 13 à 15,
 - la fourniture d'une seconde tôle d'acier,
 - 10 - le soudage par points de la tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement sur la seconde tôle d'acier.
- 15 17. Procédé selon la revendication 16, dans lequel la seconde tôle d'acier est une tôle d'acier laminée à froid et traitée thermiquement selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 ou produite par un procédé selon l'une quelconque des revendications 13 à 15.