

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 54573 B1**
- (43) Date de publication : **29.11.2024**
- (51) Cl. internationale :
**B21D 22/02; C23C 2/40;
C21D 8/02; C22C 18/00;
C22C 18/04; C22C 21/02;
C22C 21/10; C22C 38/02;
C22C 38/04; C22C 38/06;
C22C 38/44; C22C 38/48;
C22C 38/50; C22C 38/54;
C22C 38/58; C23C 2/02;
C23C 2/06; C23C 2/12;
C23C 2/26; B32B 15/01**

-
- (21) N° Dépôt :
54573
- (22) Date de Dépôt :
23.11.2017
- (30) Données de Priorité :
24.11.2016 WO PCT/IB2016/057100
- (71) Demandeur(s) :
ArcelorMittal, 24-26 Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)
- (72) Inventeur(s) :
BEAUVAIS, Martin ; HENRION, Thomas ; JACOLOT, Ronan
- (74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation :21174102.0

(54) Titre : **TÔLE D'ACIER LAMINÉE À CHAUD ET REVÊTUE POUR ESTAMPAGE À CHAUD, PIÈCE EN ACIER REVÊTUE ESTAMPÉE À CHAUD ET PROCÉDÉS DE FABRICATION CORRESPONDANTS**

(57) Abrégé : Procédé de fabrication d'une tôle d'acier laminée à chaud et revêtue ayant une épaisseur comprise entre 1,8 mm et 5 mm, comprenant la fourniture d'un semi-produit ayant une composition comprenant : 0,04 % = C = 0,38 %, 0,40 % = Mn = 3 %, 0,005 % = Si = 0,70 %, 0,005 % = Al = 0,1 %, 0,001 % = Cr = 2 %, 0,001 % = Ni = 2 %, 0,001 % = Ti = 0,2 %, Nb = 0,1 %, B = 0,010 %, 0,0005 % = N = 0,010 %, 0,0001% = S = 0,05%, 0,0001% = P = 0,1%, Mo = 0,65%, W = 0,30%, Ca = 0,006%, laminage à chaud avec une température finale de laminage FRT, pour obtenir un produit en acier laminé à chaud ayant une épaisseur comprise entre 1,8 mm et 5 mm, puis refroidissement jusqu'à une température de bobinage T_{coil} satisfaisant : $450^{\circ}\text{C} = T_{\text{coil}} = T_{\text{coilmax}}$ avec $T_{\text{coilmax}}=650-140 \times f$, T_{coilmax}

étant exprimé en degrés Celsius et f_y désignant la fraction d'austénite juste avant le bobinage, et bobinage pour obtenir un substrat en acier laminé à chaud, décapage et revêtement du substrat en acier laminé à chaud avec de l'Al ou un alliage d'Al par immersion à chaud en continu dans un bain, pour obtenir une tôle d'acier laminée à chaud et revêtue comprenant une tôle d'acier laminée à chaud et un revêtement d'Al ou d'alliage d'Al, ayant une épaisseur comprise entre 10 et 33 μm , sur chaque face de la tôle d'acier laminée à chaud.

REVENDEICATIONS

1.- Tôle d'acier laminée à chaud et revêtue, comprenant :

- une tôle d'acier laminée à chaud ayant une épaisseur comprise entre 1,8 mm et 5 mm, dont la composition comprend, en pourcentage en poids :

5	$0,04 \% \leq C \leq 0,38 \%$
	$0,40 \% \leq Mn \leq 3 \%$
	$0,005 \% \leq Si \leq 0,70 \%$
	$0,005 \% \leq Al \leq 0,1 \%$;
	$0,001 \% \leq Cr \leq 2 \%$
10	$0,001 \% \leq Ni \leq 2 \%$;
	$0,001 \% \leq Ti \leq 0,2 \%$;
	$Nb \leq 0,1 \%$
	$B \leq 0,010 \%$
	$0,0005 \% \leq N \leq 0,010 \%$
15	$0,0001 \% \leq S \leq 0,05 \%$
	$0,0001 \% \leq P \leq 0,1 \%$
	$Mo \leq 0,65 \%$
	$W \leq 0,30 \%$
	$Ca \leq 0,006 \%$,

20 le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés inévitables résultant de la fusion,

ladite tôle d'acier laminée à chaud ayant une profondeur d'oxydation intergranulaire inférieure à 4 μm ,

25 la profondeur de l'oxydation intergranulaire étant définie comme l'épaisseur de la région de la tôle d'acier laminée à chaud, de la surface de la tôle d'acier laminée à chaud vers l'intérieur de la tôle d'acier laminée à chaud, dans une direction orthogonale à cette surface, dans laquelle l'oxydation intergranulaire est observée,

30 l'oxydation intergranulaire étant observée à l'aide d'un microscope optique à grossissement x1000, sur cinq sections transversales différentes, chaque section transversale ayant une longueur l_{ref} de 150 μm , à partir d'un échantillon collecté de la région du noyau et de l'axe de la bobine, de sorte que sur chaque section transversale, la profondeur maximale de l'oxydation intergranulaire est mesurée, la profondeur de l'oxydation intergranulaire étant déterminée comme étant la moyenne des cinq valeurs obtenues,

35 ladite tôle d'acier laminée à chaud ayant une structure constituée de ferrite et de perlite,

- un revêtement Al ou un revêtement en alliage d'Al, ayant une épaisseur comprise entre 10 et 33 μm , sur chaque face de la tôle d'acier laminée à chaud.

2.- Tôle d'acier laminée à chaud et revêtue selon la revendication 1, dans laquelle $0,075 \% \leq C \leq 0,38 \%$.

5 3.- Tôle d'acier laminée à chaud et revêtue selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans laquelle le revêtement comprend une couche intermétallique ayant une épaisseur inférieure ou égale à 15 μm .

10 4.- Tôle d'acier laminée à chaud et revêtue selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle la tôle d'acier laminée à chaud et revêtue comprend en outre, sur chaque face, un revêtement de Zn ayant une épaisseur inférieure ou égale à 1,1 μm .

5.- Procédé de fabrication d'une pièce d'acier revêtue estampée à chaud, comprenant les étapes consistant à :

15 - fournir une tôle d'acier laminée à chaud et revêtue selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, obtenant ainsi une tôle d'acier laminée à chaud et revêtue,

- couper la tôle d'acier laminée à chaud et revêtue pour obtenir une ébauche,

- chauffer l'ébauche dans un four jusqu'à une température T_c pour obtenir une ébauche chauffée,

20 - transférer l'ébauche chauffée dans une matrice et estamper à chaud l'ébauche chauffée dans la matrice, pour obtenir ainsi une ébauche estampée à chaud,

- refroidir l'ébauche estampée à chaud à une température inférieure à 400 °C pour obtenir une pièce d'acier revêtue estampée à chaud.

25 6.- Procédé de fabrication d'une pièce en acier revêtue estampée à chaud selon la revendication 5, dans lequel, après le découpage de la tôle d'acier laminée à chaud et revêtue pour obtenir l'ébauche et avant que l'ébauche ne soit chauffée à la température T_c , l'ébauche est soudée à une autre ébauche faite d'un acier ayant une composition comprenant, en pourcentage en poids :

$$0,04 \% \leq C \leq 0,38 \%$$

$$0,40 \% \leq \text{Mn} \leq 3 \%$$

30 $0,005 \% \leq \text{Si} \leq 0,70 \%$

$$0,005 \% \leq \text{Al} \leq 0,1 \%$$

$$0,001 \% \leq \text{Cr} \leq 2 \%$$

32

$$0,001 \% \leq \text{Ni} \leq 2 \%$$

$$0,001 \% \leq \text{Ti} \leq 0,2 \%$$

$$\text{Nb} \leq 0,1 \%$$

$$\text{B} \leq 0,010 \%$$

$$5 \quad 0,0005 \% \leq \text{N} \leq 0,010 \%$$

$$0,0001 \% \leq \text{S} \leq 0,05 \%$$

$$0,0001 \% \leq \text{P} \leq 0,1 \%$$

$$\text{Mo} \leq 0,65 \%$$

$$\text{W} \leq 0,30 \%$$

$$10 \quad \text{Ca} \leq 0,006 \%$$

le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés inévitables résultant de la fusion,

7.- Procédé de fabrication d'une pièce en acier revêtue estampée à chaud selon la revendication 5, dans lequel, après le découpage de la tôle d'acier laminée à chaud et revêtue pour obtenir l'ébauche et avant que l'ébauche ne soit chauffée à la température T_c , l'ébauche est soudée à une autre ébauche faite d'un acier ayant une composition comprenant, en pourcentage en poids :

$$\text{soit } 0,24 \% \leq \text{C} \leq 0,38 \% \text{ et } 0,40 \% \leq \text{Mn} \leq 3 \%$$

$$\text{soit } 0,38 \% \leq \text{C} \leq 0,43 \% \text{ et } 0,05 \% \leq \text{Mn} \leq 0,40 \%$$

$$20 \quad 0,10 \% \leq \text{Si} \leq 0,70 \%$$

$$0,015 \% \leq \text{Al} \leq 0,070 \%$$

$$0,001 \% \leq \text{Cr} \leq 2 \%$$

$$0,25 \% \leq \text{Ni} \leq 2 \%$$

$$0,015 \% \leq \text{Ti} \leq 0,1 \%$$

$$25 \quad 0 \% \leq \text{Nb} \leq 0,06 \%$$

$$0,0005 \% \leq \text{B} \leq 0,0040 \%$$

$$0,003 \% \leq \text{N} \leq 0,010 \%$$

$$0,0001 \% \leq \text{S} \leq 0,005 \%$$

$$0,0001 \% \leq \text{P} \leq 0,025 \%,$$

30 les teneurs en titane et en azote satisfaisant à la relation suivante :

$$\text{Ti/N} > 3,42 ,$$

les teneurs en carbone, manganèse, chrome et silicium satisfaisant à la relation suivante :

$$2.6C + \frac{\text{Mn}}{5.3} + \frac{\text{Cr}}{13} + \frac{\text{Si}}{15} \geq 1.1\% ,$$

la composition chimique comprenant éventuellement un ou plusieurs des éléments

suivants :

$$0,05 \% \leq \text{Mo} \leq 0,65 \%$$

$$0,001 \% \leq \text{W} \leq 0,30 \%$$

$$0,0005 \% \leq \text{Ca} \leq 0,005 \%,$$

5 le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés inévitables résultant de la fusion,

10 8.- Pièce en acier revêtue par estampage à chaud, comprenant au moins une partie ayant une épaisseur comprise entre 1,8 mm et 5 mm, ladite pièce en acier revêtue par estampage à chaud comprenant un revêtement en Al ou en alliage d'Al, le revêtement ayant un pourcentage surfacique de porosités, mesuré comme décrit dans la description, inférieur ou égal à 3 %, ladite partie étant faite d'un acier ayant une composition comprenant, en pourcentage en poids :

$$0,04 \% \leq \text{C} \leq 0,38 \%$$

$$0,40 \% \leq \text{Mn} \leq 3 \%$$

15 $0,005 \% \leq \text{Si} \leq 0,70 \%$

$$0,005 \% \leq \text{Al} \leq 0,1 \%$$

$$0,001 \% \leq \text{Cr} \leq 2 \%$$

$$0,001 \% \leq \text{Ni} \leq 2 \%$$

$$0,001 \% \leq \text{Ti} \leq 0,2 \%$$

20 $\text{Nb} \leq 0,1 \%$

$$\text{B} \leq 0,010 \%$$

$$0,0005 \% \leq \text{N} \leq 0,010 \%$$

$$0,0001 \% \leq \text{S} \leq 0,05 \%$$

$$0,0001 \% \leq \text{P} \leq 0,1 \%$$

25 $\text{Mo} \leq 0,65 \%$

$$\text{W} \leq 0,30 \%$$

$$\text{Ca} \leq 0,006 \%,$$

le reste de la composition étant constitué de fer et d'impuretés inévitables résultant de la fusion,

30 9.- Utilisation d'une pièce en acier revêtue estampée à chaud selon la revendication 8 ou produite par un procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 7 pour la fabrication de châssis ou de pièces de carrosserie en blanc ou de bras de suspension pour véhicules automobiles.