

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 53708 B1**
- (43) Date de publication : **31.07.2024**
- (51) Cl. internationale :
**C21D 8/02; C21D 9/46;
C22C 38/02; C22C 38/04;
C22C 38/38; C22C 38/12;
C22C 38/22; C22C 38/24;
C22C 38/26; C22C 38/06**

-
- (21) N° Dépôt :
53708
- (22) Date de Dépôt :
02.09.2019
- (30) Données de Priorité :
28.09.2018 WO PCT/IB2018/057549
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/IB2019/057381 02.09.2019
- (71) Demandeur(s) :
ArcelorMittal, 24-26, Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)
- (72) Inventeur(s) :
SARKAR, Sujay ; MARCIREAU, Guillaume ; BANO, Xavier ; OEHLER, Blandine
- (74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation :19762232.7

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

- (57) Abrégé : L'invention concerne une tôle d'acier laminée à chaud présentant une composition comprenant les éléments, exprimée en pourcentage en poids, 0,11 % = carbone = 0,16 %, 1 % = manganèse = 2 %, 0,1 % = silicium = 0,7 %, 0,02 % = aluminium = 0,1 %, 0,15 % = molybdène = 0,4 %, 0,15 % = vanadium = 0,4 %, 0,002 % = phosphore = 0,02 %, 0 % = soufre = 0,005 %, 0 % = azote = 0,01 %, et pouvant contenir un ou plusieurs des éléments facultatifs suivants : 0 % = chrome = 0,5 %, 0 % = niobium = 0,05 %, 0,0001 % = calcium = 0,005 %, 0 % = bore = 0,001 %, 0 % = magnésium = 0,0010 %, 0 % = titane = 0,01 %, 0,3 % = Mo + V + Nb = 0,6 %, la composition restante étant composée de fer et d'impuretés inévitables, la microstructure de la tôle d'acier comprenant, en fraction de surface, de 70 % à 90 % de bainite, 10 % à 25 % de ferrite, les quantités cumulées de bainite et de ferrite étant d'au moins 90 % et une quantité cumulée d'austénite résiduelle et de martensite étant comprise entre 0 % et 10 %.

REVENDICATIONS

1. Tôle d'acier laminée à chaud présentant une composition comprenant les éléments suivants, exprimés en pourcentage en poids :

5	$0,11 \% \leq \text{carbone} \leq 0,16 \%$
	$1 \% \leq \text{manganèse} \leq 2 \%$
	$0,1 \% \leq \text{silicium} \leq 0,7 \%$
	$0,02 \% \leq \text{aluminium} \leq 0,1 \%$
	$0,15 \% \leq \text{molybdène} \leq 0,4 \%$
	$0,15 \% \leq \text{vanadium} \leq 0,4 \%$
10	$0,002 \% \leq \text{phosphore} \leq 0,02 \%$
	$0 \% \leq \text{soufre} \leq 0,005 \%$
	$0 \% \leq \text{azote} \leq 0,01 \%$

et peut contenir un ou plusieurs des éléments facultatifs suivants

	$0 \% \leq \text{chrome} \leq 0,5 \%$
15	$0 \% \leq \text{niobium} \leq 0,05 \%$
	$0,0001 \% \leq \text{calcium} \leq 0,005 \%$
	$0 \% \leq \text{bore} \leq 0,001 \%$
	$0 \% \leq \text{magnésium} \leq 0,0010 \%$
	$0 \% \leq \text{titane} \leq 0,01 \%$
20	avec $0,3 \% \leq \text{Mo+V+Nb} \leq 0,6 \%$

la composition restante étant composée de fer et d'impuretés inévitables causées par le traitement, la microstructure de ladite tôle d'acier comprenant, en fraction de surface, 70 à 90 % de bainite, 10 à 25 % de ferrite, dans laquelle les quantités cumulées de bainite et de ferrite représentent au moins 90 % et une quantité cumulée d'austénite résiduelle et de martensite se situe entre 0 % et 10 %.

- 25
2. Tôle d'acier laminée à chaud selon la revendication 1, dans laquelle la composition comprend de 0,2 % à 0,6 % de silicium.
3. Tôle d'acier laminée à chaud selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle la composition comprend de 0,11 % à 0,15 % de carbone.

4. Tôle d'acier laminée à chaud selon la revendication 3, dans laquelle la composition comprend de 0,15 % à 0,3 % de vanadium.
5. Tôle d'acier laminée à chaud selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle la composition comprend de 1,3 % à 1,8 % de manganèse.
- 5 6. Tôle d'acier laminée à chaud selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle la composition comprend de 0,15 % à 0,3 % de molybdène.
7. Tôle d'acier laminée à chaud selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle la composition comprend de 0,02 % à 0,06 % d'aluminium.
8. Tôle d'acier laminée à chaud selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans
10 laquelle la quantité cumulée d'austénite résiduelle et de martensite est comprise entre 2 % et 10 %.
9. Tôle d'acier laminée à chaud selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle ladite tôle d'acier a une résistance à la traction de 950 MPa ou plus, et un taux d'expansion des trous de 40 % ou plus mesuré selon les normes JIS Z2241.
- 15 10. Tôle laminée à chaud selon la revendication 9, dans laquelle ladite tôle d'acier a une limite d'élasticité de 960 MPa ou plus et un allongement total de 8 % ou plus mesuré selon les normes JIS Z2241.
11. Procédé de production d'une tôle d'acier laminée à chaud et soumise à un traitement thermique comprenant les étapes successives suivantes :
20
 - fourniture d'une composition d'acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 ;
 - réchauffage du produit semi-fini à une température comprise entre 1200 °C et 1300 °C ;
 - laminage dudit produit semi-fini dans le domaine austénitique, dans lequel la
25 température de finition du laminage à chaud doit être comprise entre 850 °C et 975 °C, afin d'obtenir une bande d'acier laminée à chaud ;

- puis, refroidissement de ladite bande d'acier laminée à chaud lors d'un refroidissement en trois étapes dans lequel :
 - o la première étape du refroidissement de la tôle d'acier laminée à chaud commence à partir d'une plage de températures comprise entre 850 °C et 975 °C jusqu'à une plage de températures comprise entre 650 °C et 725 °C, avec une vitesse de refroidissement comprise entre 40 °C/s et 150 °C/s ;
 - o la deuxième étape du refroidissement de la tôle d'acier laminée à chaud commence à partir d'une plage de températures comprise entre 650 °C et 725 °C jusqu'à une plage de températures comprise entre 620 °C et 690 °C, ladite deuxième étape ayant une durée de 1 s à 10 s et étant un refroidissement à l'air, la troisième étape de refroidissement de la tôle d'acier laminée à chaud commence à partir d'une plage de températures comprise entre 620 °C et 690 °C jusqu'à une plage de températures comprise entre 450 °C et 550 °C, avec une vitesse de refroidissement supérieure à 20°C/s
 - puis l'enroulement de ladite bande d'acier laminé à chaud à une plage de températures comprise entre 450 °C et 550 °C,
 - le refroidissement de ladite bande d'acier laminé à chaud jusqu'à la température ambiante.
12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel la température de réchauffage du produit semi-fini est comprise entre 1200 °C et 1275 °C.
13. Procédé selon la revendication 11 ou 12, dans lequel la température de finition du laminage à chaud est comprise entre 880 °C et 930 °C.
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, dans lequel la plage de températures d'enroulement est comprise entre 470 °C et 530 °C.
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, dans lequel la vitesse

15

de refroidissement pour la première étape de refroidissement est comprise entre 40 °C/s et 120 °C/s.

- 5 16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, dans lequel la vitesse de refroidissement pour la troisième étape de refroidissement est supérieure ou égale à 25 °C/s.
17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 16, dans lequel la durée de la deuxième étape de refroidissement est comprise entre 2 secondes et 9 secondes.
- 10 18. Utilisation d'une tôle d'acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 ou d'une tôle d'acier produite selon le procédé des revendications 11 à 17, pour la fabrication de pièces structurales ou de pièces de sécurité d'un véhicule.
19. Véhicule comprenant une pièce obtenue selon la revendication 18.