

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 47078 B1**
- (43) Date de publication : **31.01.2024**
- (51) Cl. internationale :
**C21D 1/20; C21D 1/22;
C21D 8/02; C21D 9/46;
C22C 38/00; C22C 38/02;
C22C 38/32; C22C 38/06;
C22C 38/08; C22C 38/12;
C22C 38/14; C22C 38/16;
C22C 38/28; C22C 38/04**

-
- (21) N° Dépôt :
47078
- (22) Date de Dépôt :
19.12.2017
- (30) Données de Priorité :
21.12.2016 WO PCT/IB2016/057906
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/IB2017/058115 19.12.2017
- (71) Demandeur(s) :
Arcelormittal, 24-26 Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)
- (72) Inventeur(s) :
PIPARD, Jean-Marc ; THENOT, Marc Olivier
- (74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation : EP 17825624.4

(54) Titre : **TÔLE D'ACIER TREMPÉ REVÊTUE DOUÉE D'UNE EXCELLENTE APTITUDE AU FORMAGE ET SON PROCÉDÉ DE FABRICATION**

(57) Abrégé : L'invention concerne une tôle d'acier trempé revêtue dont la composition comprend les éléments suivants, exprimés en pourcentage en poids : 0,17 % = carbone = 0,25 %, 1,8 % = manganèse = 2,3 %, 0,5 % = silicium = 2,0 %, 0,03 % = aluminium = 1,2 %, soufre = 0,03 %, phosphore = 0,03 % et pouvant contenir un ou plusieurs des éléments facultatifs suivants : chrome = 0,4 %, molybdène = 0,3 %, niobium = 0,04 %, titane = 0,1 %, le reste de la composition étant du fer et les impuretés inévitables générées par le traitement. La microstructure de ladite tôle d'acier comprend, en fraction surfacique, de 3 à 20 % d'austénite résiduaire, au moins 15 % de ferrite, de 40 à 85 % de bainite revenue et un minimum de 5 % de martensite revenue, les quantités cumulées de martensite revenue et d'austénite résiduaire étant comprises entre 10 et 30 %. Un procédé de fabrication et d'utilisation de ladite tôle d'acier est en outre décrit.

REVENDEICATIONS

1. Tôle d'acier trempée et revêtue dont la composition comprend les éléments suivants, exprimés en pourcentage en poids :
- 5
- $0,17 \% \leq \text{carbone} \leq 0,25 \%$
 $1,8 \% \leq \text{manganèse} \leq 2,3 \%$
 $0,5 \% \leq \text{silicium} \leq 2,0 \%$
 $0,03 \% \leq \text{aluminium} \leq 1,2 \%$
soufre $\leq 0,03 \%$.
phosphore $\leq 0,03 \%$ chrome $\leq 0,4 \%$
- 10 et peut contenir un ou plusieurs des éléments facultatifs suivants
- molybdène $\leq 0,3 \%$
niobium $\leq 0,04 \%$
titane $\leq 0,1 \%$
- 15 le reste de la composition étant composée de fer et d'impuretés inévitables générées par le traitement, la microstructure de ladite tôle d'acier comprenant en fraction surfacique, 3 à 20 % d'austénite résiduelle, au moins 15 % de ferrite, 40 à 85 % de **revenue** et un minimum de 5 % de martensite revenue, dans laquelle les quantités cumulées de martensite revenue et d'austénite résiduelle se situent entre 10 et 30 %, la résistance à la traction est supérieure à 900 MPa,
- 20 le taux de dilatation des trous est supérieur à 20 % et l'allongement total est supérieur à 17 %.
2. Acier trempé revêtu selon la revendication 1, dans lequel la composition comprend de 0,6 % à 1,8 % de silicium.
3. Acier trempé revêtu selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la composition
- 25 comprend de 0,03 % à 0,6 % d'aluminium.
4. Acier trempé revêtu selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les quantités cumulées de martensite revenue et d'austénite résiduelle se situent entre 10 % et 25 %.
5. Acier trempé revêtu selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans
- 30 lequel les quantités cumulées de martensite revenue et d'austénite résiduelle sont supérieures ou égales à 15 % et le pourcentage de martensite revenue est supérieur à 10 %.
6. Acier trempé revêtu selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la teneur en carbone de l'austénite résiduelle est comprise entre 0,9 et
- 35 1,1 %.
7. Acier trempé revêtu selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel ladite tôle d'acier a une résistance à la traction de 1000 MPa à 1100 MPa et un taux de dilatation des trous supérieur à 20 %.
8. Procédé de production d'une tôle d'acier trempé revêtue comprenant les étapes
- 40 successives suivantes :
- fourniture d'une composition d'acier selon l'une quelconque des

- revendications 1 à 3 ;
- réchauffage dudit produit semi-fini jusqu'à une température supérieure à Ac3 ;
 - laminage dudit produit semi-fini dans le domaine austénitique, dans lequel la température de finition du laminage à chaud doit être comprise entre 750 °C et 1050 °C, afin d'obtenir une tôle d'acier laminée à chaud ;
 - refroidissement de la tôle à une vitesse de refroidissement de 20 à 150 °C/s jusqu'à une température de refroidissement qui est inférieure ou égale à 600 °C ; et bobinage de ladite tôle laminée à chaud ;
 - refroidissement de ladite tôle laminée à chaud jusqu'à la température ambiante ;
 - réalisation facultative d'un processus d'élimination de la calamine sur ladite tôle d'acier laminée à chaud ;
 - réalisation d'un recuit sur la tôle d'acier laminée à chaud à une température comprise entre 400 °C et 750 °C ;
 - réalisation facultative d'un processus d'élimination de la calamine sur ladite tôle d'acier recuite laminée à chaud ;
 - laminage à froid de ladite tôle d'acier recuite laminée à chaud avec un taux de réduction compris entre 30 et 80 %, de manière à obtenir une tôle d'acier laminée à froid ;
 - puis chauffage 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 Ae1 et Ae3 où elle est maintenue pendant moins de 600 secondes ;
 - puis refroidissement de la tôle à une vitesse supérieure à 5 °C/s jusqu'à une température supérieure à Ms et inférieure à 475 °C et maintien de la tôle d'acier laminée à froid à cette température pendant 20 à 400 secondes ;
 - puis refroidissement de la tôle d'acier à une vitesse de refroidissement ne dépassant pas 200 °C/s jusqu'à la température ambiante ;
 - puis réchauffage de la tôle d'acier recuite à une vitesse comprise entre 1 °C/s et 20 °C/s jusqu'à une température de trempage comprise entre 440 °C et 600 °C où elle est maintenue pendant moins de 100 s, puis trempage à chaud de la tôle d'acier dans un bain de revêtement de zinc ou d'alliage de zinc pour la tremper et la revêtir,
 - refroidissement de la tôle d'acier trempée et revêtue jusqu'à la température ambiante à une vitesse de refroidissement comprise entre 1 °C/s et 20 °C/s.
9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel la température de bobinage est supérieure à 400 °C.
10. Utilisation d'une tôle d'acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 ou d'une tôle d'acier produite selon le procédé des revendications 8 ou 9, pour la fabrication de pièces structurelles ou de pièces de sécurité d'un véhicule.
11. Véhicule comprenant une pièce obtenue selon l'une quelconque des

MA

47078B1

revendications 8 et 9.