

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 63900 B1**
- (43) Date de publication : **29.02.2024**
- (51) Cl. internationale :
**C21D 1/20; C22C 38/58;
C21D 8/02; C21D 9/46;
C22C 38/00; C22C 38/02;
C22C 38/04; C22C 38/06;
C22C 38/08; C22C 38/12;
C22C 38/14; C22C 38/16;
C22C 38/28; C22C 38/32;
C22C 38/38; C21D 1/22**

-
- (21) N° Dépôt :
63900
- (22) Date de Dépôt :
15.12.2017
- (30) Données de Priorité :
21.12.2016 WO PCT/IB2016/057907
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/IB2017/057996 15.12.2017
- (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 : EP17825618.6
-
- (54) Titre : **TÔLE D'ACIER TREMPÉE ET REVÊTUE PRÉSENTANT UNE EXCELLENTE APTITUDE AU FORMAGE ET SON PROCÉDÉ DE FABRICATION**
- (57) Abrégé : L'invention concerne une tôle d'acier trempée et revêtue ayant une composition comprenant 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 %, la composition restante étant faite de fer et des inévitables impuretés provoquées par le traitement, la microstructure de ladite tôle d'acier comprenant en fraction de surface, 4 à 20 % d'austénite résiduelle, 0 à 15 % de ferrite, 40 à 85 % de bainite revenue et un minimum de 5 % de martensite revenue, les quantités cumulées de la martensite revenue

et de l'austénite résiduelle allant de 10 à 30 %. L'invention concerne en outre le procédé de fabrication de ladite tôle d'acier.

REVENDICATIONS

1. Tôle d'acier trempée et 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 %

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, 4 à 20 % d'austénite résiduelle, 0 à 15 % de ferrite, 40 à 85 % de bainite trempée et un minimum de 5 % de martensite trempée, dans laquelle les quantités cumulées de martensite trempée et d'austénite résiduelle sont comprises entre 10 et 30 %, avec une limite d'élasticité supérieure à 700 MPa, une résistance ultime à la traction supérieure à 950 MPa, un taux d'allongement de trou supérieur à 18 % et un allongement total supérieur à 12 %.

2. Acier trempé et revêtu selon la revendication 1, dans lequel la composition comprend de 0,6 % à 1,8 % de silicium.
3. Acier trempé et revêtu selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la composition comprend de 0,03 % à 0,6 % d'aluminium.

4. Acier trempé et revêtu selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la quantité cumulée de martensite trempée et d'austénite résiduelle est comprise entre 10 % et 25 %.
5. Acier trempé et revêtu selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les quantités cumulées de martensite trempée et d'austénite résiduelle sont supérieures ou égales à 15 % et le pourcentage de martensite trempée est supérieur à 10 %.
6. Acier trempé et 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 1,1 %.
7. Acier trempé et revêtu selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel ladite tôle d'acier a une résistance ultime à la traction de 1 000 MPa à 1 100 MPa et un taux d'expansion de trou supérieur à 20 %.
8. Procédé de production d'une tôle d'acier trempée et revêtue comprenant les étapes successives suivantes :
 - fournir une composition d'acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 ;
 - réchauffer ledit produit semi-fini à une température supérieure à Ac3 ;
 - laminier ledit produit semi-fini dans le domaine austénitique, dans lequel la température de finition du laminage à chaud doit être comprise entre 750 °C et 1 050 °C, afin d'obtenir une tôle d'acier laminée à chaud ;
 - refroidir la tôle à une vitesse de refroidissement de 20 à 150 °C/s jusqu'à une température de bobinage inférieure ou égale à 600 °C ; et bobiner ladite tôle laminée à chaud ;
 - refroidir ladite tôle laminée à chaud jusqu'à la température ambiante ;
 - effectuer facultativement un processus d'élimination de la calamine sur ladite tôle d'acier laminée à chaud ;
 - le recuit est exécuté sur une tôle d'acier laminée à chaud à une

- température comprise entre 400 °C et 750 °C ;
 - effectuer facultativement un processus d'élimination de la calamine sur ladite tôle d'acier recuite et laminée à chaud ;
 - laminier à froid ladite tôle d'acier recuite et laminée à chaud avec un taux de réduction compris entre 30 et 80 %, de manière à obtenir une tôle d'acier laminée à froid ;
 - chauffer ensuite ladite tôle d'acier laminée à froid à une vitesse d'au moins 1 à 20 °C/s jusqu'à une température de trempage supérieure à Ae3 où elle est maintenue moins de 600 secondes ;
 - refroidir ensuite la tôle à une vitesse supérieure à 5 °C/s jusqu'à une température supérieure à Ms et inférieure à 475 °C et maintenir la tôle d'acier laminée à froid à cette température pendant 20 à 400 secondes ;
 - refroidir ensuite la tôle d'acier à une vitesse de refroidissement ne dépassant pas 200 °C/s jusqu'à la température ambiante ;
 - réchauffer ensuite 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 tremper à chaud la tôle d'acier dans un bain de zinc ou d'alliage de zinc pour la tremper et la revêtir,
 - refroidir 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 structurales ou de pièces de sécurité d'un véhicule.
11. Véhicule comprenant une pièce obtenue selon la revendication 10.