

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 51301 B1**
- (43) Date de publication : **31.12.2024**
- (51) Cl. internationale :
**B21B 1/088; E04C 3/04;
C21D 1/18; C21D 6/02;
C21D 7/13; C21D 8/02;
C21D 9/00; C21D 9/46;
C22C 38/00; C22C 38/02;
C22C 38/04; C22C 38/06;
C22C 38/42; C22C 38/44;
C22C 38/46; C22C 38/48;
C22C 38/50; C22C 38/58;
C21D 1/02**

-
- (21) N° Dépôt : **51301**
- (22) Date de Dépôt : **12.12.2018**
- (30) Données de Priorité : **18.12.2017 WO PCT/IB2017/058055**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/IB2018/059909 12.12.2018**
- (71) Demandeur(s) : **ArcelorMittal, 24-26 Boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg (LU)**
- (72) Inventeur(s) : **HOUYOUX, Christophe ; DONNAY, Boris ; WEBBER, Liudmila ; RINALDI, Valérie**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation :18833715.8

-
- (54) Titre : **ACIER PROFILÉ AYANT UNE ÉPAISSEUR D'AU MOINS 100 MM ET SON PROCÉDÉ DE FABRICATION**
- (57) Abrégé : L'invention concerne un profilé en acier, comprenant une partie centrale de bande reliée de chaque côté à une partie de bride ayant une épaisseur d'au moins 100 mm, un tel profilé en acier ayant une composition comprenant, en pourcentage en poids : C : 0,06 à 0,16 % de Mn : 1,10 à -2,00 % de Si : 0,10 à 0,40 % de Cu : 0,001 à 0,50 % de Ni : 0,001 à 0,30 % de Cr : 0,001 à 0,50 % de Mo : 0,001 à 0,20 % de V : 0,06 à 0,12 % de N : 0,0050 % à 0,0200 % d'Al = 0,040 % de P = 0,040 % de S = 0 030 % et comprenant éventuellement un ou plusieurs des éléments suivants, en pourcentage en poids : Ti < 0,005 % Nb = 0,05 %, le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration, et ladite microstructure

de profilé en acier comprenant au moins un type de précipité de vanadium, comprenant éventuellement un ou plusieurs métaux choisis parmi le chrome, le manganèse et le fer, lesdits précipités étant choisis parmi les nitrures, les carbures, les carbonitrures ou toute combinaison de ceux-ci, plus de 70 % de tels précipités ayant un diamètre moyen inférieur à 6 nm. L'invention concerne en outre un procédé de fabrication dudit profilé en acier.

REVENDEICATIONS

1. Section d'acier, comprenant une partie centrale d'âme reliée de chaque côté à une partie de bride présentant une épaisseur comprise entre 100 mm et 140 mm, cette section d'acier présentant une composition comprenant, en pourcentage en poids :

C : de 0,06 à 0,16 %

Mn : de 1,10 à 2,00 %

Si : de 0,10 à 0,40 %

Cu : 0,001 à 0,50 %

Ni : de 0,001 à 0,30 %

Cr : 0,001 à 0,50 %

Mo : de 0,001 à 0,20 %

V : de 0,06 à 0,12 %

N : de 0,0050 % à 0,0200 %

Al \leq 0,040 %

P \leq 0,040 %

S \leq 0,030 %

et comprenant éventuellement un ou plusieurs des éléments suivants, en pourcentage en poids :

Ti $<$ 0,005 %

Nb \leq 0,05 %

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration, dans lequel le rapport entre les quantités de vanadium et d'azote est compris entre 2,5 et 7 et ladite microstructure de section d'acier comprenant au moins un type de précipités de vanadium comprenant éventuellement aussi un ou plusieurs métaux choisis parmi le chrome, le manganèse et le fer, lesdits précipités étant choisis parmi les nitrures, les carbures, les carbonitrures ou toute combinaison de ceux-ci, plus de 70 % de ces précipités présentant un diamètre moyen inférieur à 6 nm, le diamètre moyen étant mesuré selon la méthode des feuilles minces TEM alors que la composition de la section est telle que la relation suivante est respectée : $0,4 \leq \text{CEV} \leq 0,6$ avec $\text{CEV} =$

$C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$.

2. Section d'acier selon la revendication 1, dans laquelle la microstructure desdites parties de brides comprend, de la surface au cœur, une zone durcie comprenant de la martensite trempée et éventuellement de la bainite, et une zone centrale comprenant de la ferrite et de la perlite.
3. Section d'acier selon la revendication 2, dans laquelle cette section d'acier présente une densité moyenne desdits précipités d'au moins 500 précipités par mm^2 dans ladite zone centrale, la densité de précipitation étant mesurée selon la méthode de la feuille mince TEM.
4. Section d'acier selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, dans laquelle au moins une partie de ces précipités est distribuée de manière aléatoire dans la phase ferrite, située au cœur de la section d'acier.
5. Section d'acier selon la revendication 4, dans laquelle plus de 80 % de ces précipités répartis de manière aléatoire présentent un diamètre moyen compris entre 3,5 et 6 nm, le diamètre moyen étant mesuré selon la méthode des feuilles minces TEM.
6. Section d'acier selon la revendication 5, dans laquelle ces précipités répartis de manière aléatoire comprennent au moins du vanadium, du chrome et du fer.
7. Section d'acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle lesdits précipités sont situés dans la zone centrale.
8. Procédé de fabrication d'une section en acier comprenant les étapes suivantes :
 - l'alimentation d'un semi-produit en acier dont la composition est conforme à la revendication 1,
 - le réchauffement de ce semi-produit en acier à une température supérieure à

1000 °C et son laminage à chaud à une température de laminage finale d'au moins 850 °C,

- le refroidissement du profilé en acier laminé à chaud de manière à produire une trempe martensitique et/ou bainitique de la couche superficielle de tout ou partie du produit, la partie non trempée du produit laminé restant à une température suffisamment élevée pour permettre de provoquer un auto-trempe de la couche superficielle trempée de martensite et/ou de bainite et de transformer l'austénite en ferrite et en carbures dans la partie centrale de la section au cours du refroidissement ultérieur, la température maximale de la surface trempée du produit après trempe étant comprise entre 450 et 650° C.