



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt : **93870121.6**

⑤① Int. Cl.⁵ : **C21D 1/70, C21D 1/02**

㉔ Date de dépôt : **28.06.93**

③① Priorité : **29.06.92 BE 9200603**

④③ Date de publication de la demande :
05.01.94 Bulletin 94/01

⑧④ Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU SE

⑦① Demandeur : **CENTRE DE RECHERCHES
METALLURGIQUES CENTRUM VOOR
RESEARCH IN DE METALLURGIE Association
sans but lucratif
Vereniging zonder winstoogmerk Rue
Montoyer, 47
B-1040 Bruxelles (BE)**

⑦② Inventeur : **Hardy, Yves
181, rue du Roi Albert
B-4680 Oupeye (BE)
Inventeur : Noville, Jean-François
6, rue Clerbeau
B-4041 Milmort (BE)
Inventeur : Simon, Pierre
34, Au Long Pré
B-4053 Embourg (BE)
Inventeur : Wilmotte, Stéphan
54, rue de la Loignerie
B-4050 Chaudfontaine (BE)**

⑦④ Mandataire : **Lacasse, Lucien Emile et al
CENTRE DE RECHERCHES
METALLURGIQUES Abbaye du Val-Benoît 11,
rue Ernest Solvay
B-4000 Liège (BE)**

⑤④ **Procédé de protection d'un produit sidérurgique laminé à chaud.**

⑤⑦ Un produit sidérurgique laminé à chaud, (barre, profilé), est soumis à un traitement thermique continu de trempe et d'auto-revenu. On dépose un revêtement métallique (Zn; Zn-Al) sur la surface du produit pendant la phase d'égalisation de la température, de préférence lorsque la surface du produit se trouve à une température inférieure à 400°C. On peut déposer un revêtement métallique complémentaire sur le produit au cours de son refroidissement final, de préférence lorsque sa température est inférieure à 400°C. L'épaisseur du premier revêtement est comprise entre 5 µm et 30 µm; l'épaisseur totale est comprise entre 25 µm et 150 µm.

La présente invention concerne un procédé de protection d'un produit sidérurgique laminé à chaud.

A leur sortie du laminoir à chaud, les produits sidérurgiques se trouvent généralement à une température de l'ordre de 1000°C, à laquelle ils présentent une structure entièrement austénitique. Les produits laminés à chaud sont ensuite refroidis jusqu'à la température ambiante, suivant des procédures destinées à leur conférer un ensemble de propriétés mécaniques désirées.

Pour assurer ce refroidissement, les produits chauds sont mis en contact avec un agent réfrigérant, généralement l'eau ou l'air; ce contact provoque la formation, à la surface du produit, d'une mince couche de calamine, essentiellement constituée d'oxyde de fer adhérent.

Ultérieurement, lors d'un stockage avant d'être utilisés, les produits sidérurgiques froids peuvent être exposés à diverses atmosphères, par exemple humides ou salines, qui favorisent leur corrosion.

Pour éviter de compromettre leur mise en oeuvre, il est souvent recommandé d'assurer la protection de ces produits aussi tôt que possible après leur sortie du laminoir à chaud.

Parmi les nombreuses méthodes qui ont été proposées jusqu'à présent pour assurer cette protection, on peut citer le dépôt de différentes substances telles que certaines poudres d'oxydes, des peintures, des huiles, des phosphates, des métaux ou des alliages métalliques.

Certaines de ces substances, comme les peintures ou les huiles, doivent être appliquées sur les produits refroidis; il est alors généralement nécessaire de nettoyer la surface des produits, par exemple par décapage, pour éliminer les oxydes superficiels et rétablir une adhérence suffisante.

D'autres substances, telles que les poudres d'oxydes, peuvent être appliquées à haute température mais doivent être éliminées avant la mise en oeuvre des produits.

D'autres encore, en particulier les phosphates et les substances analogues, requièrent que la surface des produits soit propre pour permettre la réaction chimique des phosphates avec cette surface.

Enfin, les substances métalliques telles que le zinc ou certains alliages de zinc pourraient offrir une protection intéressante des produits sidérurgiques, non seulement au cours de leur stockage mais également lors de leur mise en oeuvre. Ces métaux présentent cependant un grave handicap, du fait que leur adhérence, et par conséquent leur efficacité, dépend largement de leurs conditions d'application.

La présente invention a pour objet de proposer un procédé de protection d'un produit sidérurgique laminé à chaud, par l'application d'un revêtement de zinc ou d'un alliage de zinc au cours d'une procédure particulière de refroidissement de ce produit à la sortie du laminoir à chaud.

La procédure de refroidissement à laquelle il est fait référence ci-dessus est actuellement connue dans la technique par son sigle "QST", c'est-à-dire "Quenching and Self-Tempering" ou encore "Trempe et Auto-Revenu". Elle comprend essentiellement trois étapes. La première étape consiste à soumettre le produit chaud, qui quitte le laminoir, à un refroidissement superficiel brusque et de courte durée, tel qu'il provoque dans le produit la formation d'une couche superficielle de martensite ou de bainite, c'est-à-dire d'une structure de trempe. Ce premier refroidissement est généralement réalisé à l'eau froide. A la fin de cette première étape, la surface du produit se trouve à une température inférieure au point M_s de l'acier utilisé, tandis que la partie interne du produit n'est pas atteinte par le refroidissement brusque. Le produit est ensuite soumis, au cours d'une deuxième étape, à un refroidissement naturel dans l'air qui se traduit par une égalisation de la température dans la section du produit; la surface se réchauffe par transfert de la chaleur venant de la partie interne, tandis que cette partie interne se refroidit lentement. De ce fait, la couche superficielle de martensite ou de bainite subit un revenu, tandis que, dans la partie interne, l'austénite initiale commence à se transformer en ferrite et en carbures. La température d'égalisation s'établit généralement entre 400°C et 700°C. Le produit se refroidit enfin de façon sensiblement homogène dans toute sa section, jusqu'à la température ambiante, avec poursuite de la transformation de l'austénite des parties internes en ferrite et en carbures. Ce dernier refroidissement constitue la troisième étape de cette procédure connue.

La présente invention permet de profiter des conditions particulières que présente ce procédé pour assurer une protection efficace des produits sidérurgiques laminés à chaud.

A ce propos, il convient d'indiquer que les produits sidérurgiques considérés ici comprennent essentiellement les produits longs, tels que les barres, les poutrelles, les rails, les profilés de formes diverses, et les produits dits petits fers.

L'invention porte également sur un produit sidérurgique présentant une protection améliorée contre la corrosion, obtenu par l'application du présent procédé.

Conformément à la présente invention, un procédé de protection d'un produit sidérurgique laminé à chaud, ledit produit étant soumis à un traitement thermique continu comprenant une première étape qui consiste en une trempe superficielle du produit à partir de la température de fin de laminage, une deuxième étape qui consiste en un séjour dans l'air avec égalisation de la température dans la section du produit et auto-revenu de la couche superficielle trempée, et une troisième étape qui consiste en un refroidissement final du produit dans l'air à partir de la température d'égalisation jusqu'à la température ambian-

te, est caractérisé en ce que l'on dépose un revêtement métallique sur la surface du produit pendant la phase d'égalsation de la température au cours de ladite deuxième étape.

Comme on l'a indiqué plus haut, l'égalsation de la température dans la section du produit comprend simultanément d'une part le réchauffement de la couche superficielle depuis la température de fin de trempe jusqu'à la température d'égalsation et d'autre part le refroidissement continu de la partie interne du produit jusqu'à la température d'égalsation.

En principe, la température d'égalsation est la température atteinte en chaque point de la section du produit à l'instant où les échanges thermiques s'équilibrent en ce point.

Dans la pratique cependant, cette température d'égalsation n'est pas nécessairement atteinte au même instant dans tous les points de la section, notamment en raison de la complexité des échanges thermiques résultant de la géométrie de la section du produit. Il peut donc arriver qu'il subsiste un écart de température entre la surface et l'intérieur du produit, au moment où cette surface atteint sa température d'égalsation. Cet éventuel écart de température ne joue aucun rôle dans le procédé de l'invention, qui concerne une opération de revêtement intéressant uniquement la surface du produit.

De ce fait, la température d'égalsation à considérer ici est la température maximale atteinte par la surface du produit pendant la deuxième étape du traitement. En pratique, l'instant où la surface du produit atteint sa température maximale marque la séparation entre la deuxième et la troisième étape du traitement.

Il en résulte que le dépôt d'un revêtement métallique sur la surface du produit, conformément à l'invention, est effectué pendant la phase de réchauffement de la surface du produit entre la température de fin de trempe et la température d'égalsation de cette surface.

Le dépôt du revêtement métallique peut être effectué à un moment quelconque de cette phase de réchauffement. Il s'est cependant avéré intéressant d'effectuer ce dépôt alors que la température de la surface est inférieure à 400°C, et est de préférence comprise entre 150°C et 300°C. On a en effet constaté, de manière inattendue, que l'adhérence du revêtement métallique sur le produit était meilleure lorsque la température de la surface est comprise dans les limites indiquées.

Le revêtement métallique peut être déposé par toute méthode appropriée. Il est cependant déposé de préférence par projection, en particulier parce que cette technique ne nécessite pas une installation encombrante ou sophistiquée.

La protection des produits sidérurgiques peut être réalisée au moyen de divers métaux ou alliages métalliques, choisis de préférence parmi les métaux ou alliages dits à bas point de fusion.

Il est particulièrement intéressant d'utiliser du zinc, ou un alliage à base de zinc, pour réaliser ce revêtement, notamment en raison de la protection sacrificielle qu'il offre en cas d'endommagement du dépôt.

Le revêtement protecteur peut encore être réalisé en un alliage de zinc contenant entre 1 % et 8 %, et de préférence environ 4 % d'aluminium. Cet alliage présente une adhérence particulièrement élevée, grâce à la formation d'une couche de composés intermétalliques du type Fe-Al-Zn, au cours de l'auto-revenu.

On forme ainsi sur le produit sidérurgique un revêtement métallique dont l'épaisseur est comprise entre 5 µm et 30 µm.

Cette épaisseur, dont la valeur préférée est de l'ordre de 15 à 20 µm, est suffisante pour assurer la protection désirée pendant la suite du traitement thermique, notamment pendant le refroidissement final, ainsi que pendant le stockage ultérieur.

On peut encore compléter ce revêtement métallique par le dépôt d'une seconde couche de métal ou d'alliage métallique sur le produit au cours du refroidissement final. Ce revêtement complémentaire est de préférence déposé, également par projection, lorsque la température du produit est, au moins en surface, inférieure à 400°C.

L'épaisseur de ce revêtement complémentaire est telle que le revêtement final ait une épaisseur totale de 25 µm à 150 µm.

Ce revêtement complémentaire est particulièrement recommandé pour les produits sidérurgiques destinés à subir de nombreuses manipulations ou à être exposés pendant de longues périodes dans des atmosphères agressives telles que des atmosphères marines ou industrielles.

Revendications

1. Procédé de protection d'un produit sidérurgique laminé à chaud, ledit produit étant soumis à un traitement thermique continu comprenant une première étape qui consiste en une trempe superficielle du produit à partir de la température de fin de laminage, une deuxième étape qui consiste en un séjour dans l'air avec égalisation de la température dans la section du produit et auto-revenu de la couche superficielle trempée, et une troisième étape qui consiste en un refroidissement final du produit dans l'air à partir de la température d'égalsation jusqu'à la température ambiante, caractérisé en ce que l'on dépose un revêtement métallique sur la surface du produit pendant la phase d'égalsation de la température au cours de ladite deuxième étape.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé

en ce que l'on dépose ledit revêtement métallique sur ledit produit pendant la partie de ladite phase d'égalisation où la surface du produit se trouve à une température comprise entre la température de fin de trempe superficielle et 400°C.

5

3. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'on dépose ledit revêtement métallique sur ledit produit pendant la partie de ladite phase d'égalisation où la surface du produit se trouve à une température comprise entre 150°C et 300°C. 10
4. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on dépose ledit revêtement métallique par projection. 15
5. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'on dépose un revêtement métallique constitué de zinc ou d'un alliage à base de zinc. 20
6. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'on dépose un revêtement métallique complémentaire sur le produit au cours du refroidissement final du produit pendant ladite troisième étape du traitement thermique. 25
7. Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce que l'on dépose ledit revêtement métallique complémentaire lorsque la surface dudit produit se trouve à une température inférieure à 400°C. 30
8. Produit sidérurgique laminé à chaud, pourvu d'un revêtement métallique déposé par le procédé de l'une ou l'autre des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit revêtement est constitué d'un alliage de zinc contenant de 1 % à 8 % d'aluminium. 35
40
9. Produit sidérurgique suivant la revendication 8, pourvu d'un revêtement métallique déposé par le procédé de l'une ou l'autre des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit revêtement présente une épaisseur comprise entre 5 µm et 30 µm. 45
10. Produit sidérurgique suivant la revendication 8, pourvu d'un revêtement métallique déposé par le procédé de l'une ou l'autre des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que ledit revêtement métallique présente une épaisseur totale comprise entre 25 µm et 150 µm. 50
55



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 93 87 0121

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	DD-A-282 246 (STAHLWERK ANNAHÜTTE MAX AICHER) * revendications 1,9 * ---	1	C21D1/70 C21D1/02
A	FR-A-2 204 693 (CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES) * revendication 1 * ---	1	
A	BE-A-858 862 (CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES) * revendication 1 * -----	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			C21D C23C
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 26 OCTOBRE 1993	Examineur SUTOR W.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 (03.92) (P0602)