



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1002517A6

NUMERO DE DEPOT : 8801115

Classif. Internat.: C22C C21D

Date de délivrance : 12 Mars 1991

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d' invention, notamment l' article 22;

Vu l' arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d' invention, notamment l' article 28;

Vu le procès verbal dressé le 28 Septembre 1988 à 10h45 à l' Office de la Propriété Industrielle

ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES -
CENTRUM VOOR RESEARCH IN DE METALLURGIE Association sans but lucratif - vereniging
zonder winstoogmerk
rue Montoyer 47, B-1040 BRUXELLES(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : LACASSE Lucien, CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES
A.S.B.L., Rue Ernest Solvay, 11 - B-4000 LIEGE.

un brevet d' invention d' une durée de 6 ans, sous réserve du paiement des taxes
annuelles, pour : PROCEDE DE FABRICATION D'UN ACIER POUR EMBOUTISSAGE.

INVENTEUR(S) : Messien Pierre, rue des Hayettes 39, B-4130 Esneux (BE)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité
de l' invention, sans garantie du mérite de l' invention ou de l' exactitude de
la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 12 Mars 1991
PAR DELEGATION SPECIALE :


VUYTS J
Directeur

Procédé de fabrication d'un acier pour emboutissage.

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un acier pour emboutissage, ainsi que les produits réalisés avec cet acier.

Par l'expression "acier pour emboutissage" on désigne usuellement un
5 acier destiné à être mis sous la forme d'un produit plat tel qu'une
bande ou une tôle, et présentant une ductilité élevée et une texture
adaptée grâce auxquelles il peut être mis en forme par emboutissage ou
emboutissage profond. La description qui va suivre fera plus parti-
culièrement référence à une bande d'acier, sans que l'invention en
10 soit pour autant limitée à ce seul type de produit.

De manière classique, l'acier liquide élaboré à l'aciérie est coulé en
brames qui, après solidification, sont réchauffées jusqu'à la tempéra-
ture requise pour le laminage. Par le terme "brames", il faut entendre
15 aussi bien les brames obtenues à partir de lingots individuels que
celles qui sont obtenues par coulée continue et tronçonnage, puis qui
sont soit réchauffées au four après stockage soit égalisées en
température et envoyées directement au laminoir, selon la procédure
dite de laminage direct. Pour simplifier, on appellera ici tempé-
20 re de réchauffage aussi bien la température de réchauffage proprement
dite que la température d'égalisation des brames. Les brames sont la-
minées à chaud à partir de cette température de réchauffage, en un
processus qui comporte d'abord une étape de dégrossissage suivie d'une
étape de finition au train tandem. Les bandes ainsi obtenues sont
25 alors laminées à froid et recuites, soit en bobine soit en continu.

La température de réchauffage des brames est typiquement supérieure à 1200 °C lorsque l'on souhaite remettre en solution le nitrure d'aluminium en vue de développer dans les bandes, après le laminage à froid et le recuit en bobine, des structures dites "pancake" favorables à l'emboutissage profond; la présence de telles structures se traduit par des valeurs élevées du coefficient de Lankford \bar{r} , aussi appelé coefficient d'anisotropie plastique moyen. Cet effet est lié à la précipitation du nitrure d'aluminium pendant le traitement de recuit en bobine, qui requiert de faibles valeurs de la vitesse de chauffage et de longues durées de traitement.

Selon un autre procédé bien connu, le recuit de la bande après le laminage à froid s'effectue en continu. Dans ce cas, le bobinage après le laminage à chaud est effectué à haute température, en vue de bloquer l'azote sous forme de nitrure d'aluminium et de produire ainsi un acier non vieillissant.

Il est également bien connu, dans la procédure incluant le recuit continu, qu'il convient de réduire la teneur en manganèse des aciers à teneur en carbone basse (0,01 - 0,04 % C) ou ultra-basse (< 0,01 % C), en vue d'obtenir une valeur aussi élevée que possible du coefficient de Lankford \bar{r} ; cette condition assure que l'on produit un acier présentant une aptitude élevée à l'emboutissage extra-profond, à l'état laminé à froid, recuit en continu et écroui. La diminution des teneurs en manganèse en vue d'atteindre cet objectif conduit cependant à de nouveaux problèmes rencontrés lors du laminage à chaud de dégrossissage des brames, voire au laminage à chaud au train finisseur. Ces défauts se matérialisent sous la forme de criques superficielles, qui apparaissent particulièrement dans les coins des brames au cours du laminage à chaud. Ils occasionnent également des pertes de ductilité des bandes laminées à froid.

Cet inconvénient se manifeste particulièrement avec les aciers à basse teneur en carbone (0,010 - 0,040 %). Spécialement économiques à produire, puisqu'ils ne demandent pas de traitement de dégazage en aciérie, ces aciers exigent en effet de faibles teneurs en manganèse

pour présenter, après le recuit continu, un coefficient \bar{r} élevé.

La présente invention a pour objet de porter remède à ces divers inconvénients en améliorant, par un moyen simple et peu coûteux, la résistance à la criquabilité d'un acier à bas carbone et à bas manganèse destiné à l'emboutissage ou à l'emboutissage profond.

Conformément à la présente invention, un procédé de fabrication d'un acier pour emboutissage est caractérisé en ce que l'on utilise un acier à faibles teneurs en carbone et en manganèse, en ce que l'on ajoute audit acier une quantité limitée d'au moins un élément capable de former avec le soufre un composé stable.

Selon l'invention, ledit acier présente une teneur en manganèse inférieure à 0,20 %, et de préférence comprise entre 0,05 % et 0,15 % en poids.

Egalement selon l'invention, un tel élément d'addition est avantageusement choisi parmi un groupe comprenant le titane, le calcium et le cérium.

A cet égard, il s'est avéré particulièrement intéressant d'ajouter du titane, en une quantité telle que la teneur en titane de l'acier satisfasse la relation

$$25 \quad \{[S] + 2,3[N]\} \leq [Ti] \leq 2\{[S] + 2,3[N]\}$$

dans laquelle [Ti], [S] et [N] représentent respectivement les teneurs en titane, en soufre et en azote de l'acier, exprimées en poids.

Il est en effet apparu que les éléments précités provoquent une précipitation du soufre à haute température, sous la forme de sulfures stables.

Dans le cas du titane en particulier, il se produit une précipitation globulaire de TiS , qui est plus stable que le MnS .

Dans la gamme des teneurs répondant à la relation donnée plus haut, la quantité de titane est appropriée pour fixer l'azote (TiN) et le soufre (TiS) restant dans l'acier après les traitements de désoxydation et de désulfuration de l'acier liquide. Cela présuppose l'addition préalable
5 d'un ou de plusieurs éléments appropriés, tel l'aluminium, de façon à produire des aciers calmés ou des aciers à teneur en aluminium réduite du type pseudo-effervescent. Cette quantité est cependant insuffisante pour donner lieu à la formation de carbure TiC, qui aurait pour effet de durcir l'acier et serait donc défavorable à l'emboutissage.

10

L'addition des éléments précités, conformément à l'invention, non seulement diminue nettement la criquabilité de l'acier à la déformation à chaud, mais préserve également les excellentes propriétés d'emboutissage de l'acier après laminage à froid et recuit
15 continu.

Enfin, l'addition des éléments précités, et notamment du titane, conformément à l'invention, permet d'améliorer les caractéristiques générales de soudabilité de l'acier à faible teneur en carbone et en
20 manganèse. Il semble que cet effet puisse être attribué à un meilleur contrôle du grain austénitique de la zone affectée thermiquement lors des cycles de soudage.

Les exemples suivants montrent les effets de différentes additions de
25 titane à des aciers à bas carbone et à bas manganèse, pour emboutissage profond.

Le tableau I indique la composition, exprimée en 10^{-3} % en poids, de 7 aciers du type précité. Les aciers 1 et 2 ne contiennent pas de ti-
30 tane; les aciers 3 à 5 présentent des teneurs en titane comprises entre les limites fixées par la relation précitée; les aciers 6 et 7 contiennent du titane en une teneur inférieure, respectivement supérieure, à ces limites.

TABLEAU I.: Composition des aciers (10^{-3} % poids).

Acier No	C	Mn	S	P	Si	Al	N	Ti
1	18	140	5	7	8	22	2,4	0
2	16	195	4	8	10	28	2,8	0
3	17	135	6	9	12	24	2,2	18
4	13	150	7	7	11	27	2,4	15
5	20	135	8	8	10	31	2,1	20
6	16	147	8	7	11	28	2,4	8
7	14	158	7	9	12	30	2,6	35

15

On a déterminé, pour ces aciers, deux indices de criquabilité (a) et (b). Ces indices, établis sur des ébauches, c'est-à-dire au laminage de dégrossissage, expriment (a) le nombre de criques par mètre et (b) la profondeur des criques, en mm.

Les valeurs obtenues sont indiquées dans le tableau II. Elles montrent que les aciers 3 à 5, conformes à l'invention, sont particulièrement peu sensibles à la formation de criques. L'acier 7 est également intéressant à cet égard, mais il contient trop de titane et il ne présente dès lors pas une ductilité suffisante, comme on le verra plus loin.

25

TABLEAU II.: Indices de criquabilité des aciers.

Acier No	(a)	(b)
1	5	1 - 3
2	7	2 - 4
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	2	1 - 2
7	0	0

Enfin, on a déterminé les propriétés de bandes laminées à froid et recuites en continu.

Ces bandes ont été laminées à chaud, avec une température de fin de laminage comprise entre 890 °C et 910 °C, puis elles ont été bobinées à 700 °C - 720 °C. Elles ont ensuite été laminées à froid avec un taux d'écroissage de 70 - 71 %; on rappellera que le taux d'écroissage ϵ est défini par la relation

$$\epsilon = \ln \frac{1}{1 - R}$$

dans laquelle R représente le taux de réduction d'épaisseur de la bande au cours de l'opération considérée. Les bandes ont été recuites en continu à 830 °C, refroidies en ligne et soumises à un vieillissement à 400 °C, le laminage d'écroissage ou skin-pass étant effectué à la suite avec un taux de réduction de 0,6 %.

30

On a mesuré, par un essai de traction, la limite d'élasticité (R_e), la charge de rupture (R_r), l'allongement (A), le coefficient d'anisotropie plastique moyen (\bar{r}) et le module d'écroissage (n). On a également déterminé un indice de défauts internes (IDI), qui exprime le nombre de microcavités internes par cm² de la microstructure dans l'acier

déformé de 20 % en traction lors d'une simulation d'une opération de déformation par emboutissage. Le tableau III ci-dessous rassemble les résultats obtenus.

5 TABLEAU III.: Propriétés des aciers à l'état recuit.

Acier No	Re (MPa)	Rr (MPa)	A %	\bar{r}	n	IDI
1	172	312	44,0	1,77	0,223	6
2	179	316	42,2	1,72	0,224	12
3	173	315	46,2	1,79	0,222	0
4	175	320	47,0	1,82	0,221	1
5	180	324	46,8	1,85	0,229	0
6	173	308	45,2	1,81	0,225	3
7	246	352	38,7	1,53	0,208	0

20

Les aciers 1, 2 et 6 présentent des propriétés d'emboutissage intéressantes, mais leur indice IDI est peu favorable. L'acier 7 présente un bon indice IDI, mais ses propriétés d'emboutissage sont médiocres. Les aciers 3 à 5, fabriqués conformément à l'invention, présentent d'excellentes propriétés d'emboutissage ainsi qu'un très bon indice IDI.

25

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un acier pour emboutissage, caractérisé en ce que l'on utilise un acier à faibles teneurs en carbone et en manganèse, en ce que l'on ajoute audit acier une quantité limitée d'au moins un élément capable de former avec le soufre un composé stable.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit acier présente une teneur en manganèse inférieure à 0,20 % en poids.
3. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que ledit acier présente une teneur en manganèse comprise entre 0,05 % et 0,15 % en poids.
4. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit acier présente une teneur en carbone comprise entre 0,010 % et 0,040 % en poids.
5. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit acier présente une teneur en carbone inférieure à 0,010 % en poids.
6. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit élément est choisi parmi un groupe comprenant le titane, le calcium et le cérium.
7. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ledit élément est le titane et en ce qu'on l'ajoute à l'acier en une quantité telle que la teneur en titane de l'acier satisfasse la relation

$$[\text{S}] + 2,3[\text{N}] \leq [\text{Ti}] \leq 2 \{ [\text{S}] + 2,3[\text{N}] \}$$
 dans laquelle $[\text{Ti}]$, $[\text{S}]$ et $[\text{N}]$ représentent respectivement les teneurs en titane, en soufre et en azote de l'acier, exprimées en poids.

8. Procédé de fabrication d'un produit plat tel qu'une bande ou une tôle destinée à l'emboutissage, caractérisé en ce qu'on lamine à chaud un acier conforme à l'une ou l'autre des revendications 1 à 7.

5 9. Procédé de fabrication d'un produit plat tel qu'une bande ou une tôle destinée à l'emboutissage, caractérisé en ce qu'on lamine à chaud, en ce qu'on lamine à froid et en ce que l'on recuit en continu un acier conforme à l'une ou l'autre des revendications 1 à 7.
