



(11)

EP 1 013 785 B2

(12)

**NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

Après la procédure d'opposition

(45) Date de publication et mention de la décision concernant l'opposition:  
**12.08.2015 Bulletin 2015/33**

(51) Int Cl.:  
**C23C 2/12 (2006.01)**      **C23C 2/40 (2006.01)**  
**C23C 2/26 (2006.01)**

(45) Mention de la délivrance du brevet:  
**25.10.2006 Bulletin 2006/43**

(21) Numéro de dépôt: **99403227.4**

(22) Date de dépôt: **21.12.1999**

**(54) Procédé de réalisation d'une pièce à partir d'une bande de tôle d'acier laminée à chaud**

Herstellungsverfahren für Formteile aus warmgewalztem Stahlblech

Process for manufacturing of a part from a hot-rolled sheet

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE**

(30) Priorité: **24.12.1998 FR 9816477**

(43) Date de publication de la demande:  
**28.06.2000 Bulletin 2000/26**

(73) Titulaire: **ArcelorMittal France**  
**93200 Saint-Denis (FR)**

(72) Inventeurs:

- Laurent, Jean-Pierre  
13800 Istres (FR)
- Hennechart, Jean-Paul  
08200 Foing (FR)
- Spehner, Dominique  
08200 Sedan (FR)
- Devroc, Jacques  
13200 Arles (FR)

(74) Mandataire: **Domenego, Bertrand**  
**Cabinet Lavoix**  
**2, place d'Estienne d'Orves**  
**75441 Paris Cedex 09 (FR)**

(56) Documents cités:

<b>CH-A- 382 512</b>	<b>DE-B- 1 252 034</b>
<b>DE-C2- 2 452 486</b>	<b>FR-A- 1 297 906</b>
<b>US-A- 4 150 179</b>	<b>US-A- 4 655 852</b>

- GIEREK A. E.A.: "Tauchalitieren - Eigenschaften und Einsatzgebiete" V.D.I. ZEITSCHRIFT, vol. 118, no. 8, avril 1976 (1976-04), pages 19-22, XP002114744
- DATABASE WPI Week 9046 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 347101 XP002114745 "Aluminised steel strip production process - involves cooling and hot rolling under compression to improve adhesion of covering to base" & SU 331 284 A (FRUNZE POLY), 9 janvier 1991 (1991-01-09)
- RICHARDS R.W. ET AL: 'Metallurgy of continuous hot dip aluminising' INTERNATIONAL MATERIALS REVIEW vol. 39, no. 5, 1994, pages 191 - 212

## Description

**[0001]** L'invention concerne un procédé de réalisation d'une pièce à partir d'une bande de tôle d'acier laminée à chaud.

**[0002]** Les tôles en acier devant subir un formage à haute température et ou un traitement thermique ne sont pas livrées revêtues pour des considérations de tenue du revêtement lors du traitement thermique. Le revêtement est donc effectué sur pièce finie ce qui nécessite un nettoyage soigné des surfaces et des parties creuses. Ce nettoyage requiert l'utilisation d'acides et ou de bases dont le recyclage et le stockage sont une charge financière importante et présentent des risques pour les opérateurs et pour l'environnement. De plus, le traitement thermique doit être effectué sous atmosphère contrôlée afin d'éviter toute décarburation et oxydation de l'acier. Ensuite, dans le cas du formage à chaud, la calamine, de par son pouvoir abrasif, endommage les outils de mise en forme, ce qui diminue la qualité des pièces obtenues du point de vue dimensionnel et esthétique, ou oblige à de fréquentes et coûteuses réparations d'outils. Enfin, pour augmenter leur résistance à la corrosion, les pièces ainsi obtenues doivent recevoir un post traitement coûteux dont l'application est difficile, voire impossible, en particulier dans le cas de pièces comportant des creux.

**[0003]** Le but de l'invention est de proposer des tôles d'acier laminées de 0,2 mm à environ 20 mm d'épaisseur, revêtues après laminage à chaud, et devant subir une mise en forme, soit à chaud, soit à froid suivie d'un traitement thermique, l'élévation de température devant être assurée sans décarburation de l'acier de la tôle, sans oxydation de la surface de ladite tôle, avant, pendant et après la mise en forme à chaud et ou le traitement thermique.

**[0004]** L'invention a pour objet un procédé selon la revendication 1 et une pièce selon la revendication 2. La description qui suit fera bien comprendre l'invention.

**[0005]** Le procédé selon l'invention consiste à revêtir un acier laminé à chaud, pour traitement thermique et ou formage à chaud, avec un métal ou un alliage métallique tels que de l'aluminium ou un alliage d'aluminium composé par exemple d'aluminium et de silicium. Le revêtement de métal ou d'alliage métallique est choisi de manière à avoir une protection contre la corrosion et de manière à résister à une haute température. Lors d'un traitement thermique, ou d'une élévation de température pour la mise en forme, le revêtement forme une couche alliée présentant une grande résistance à la corrosion, à l'abrasion, à l'usure et à la fatigue. Le revêtement ne modifie pas les propriétés de formabilité de l'acier et autorise ainsi une grande variété de mise en forme à froid et à chaud.

**[0006]** Après laminage à chaud la bande peut être décapée et laminée à froid avant d'être revêtue.

**[0007]** On peut revêtir la tôle laminée avec, par exemple, les deux types d'alliage métallique suivants :

Alliage N°1: Si: 9% à 10%; Fe: 2% à 3,5%; Solde: Al et des impuretés.

Alliage N°2: Fe: 2% à 4%; Solde: Al et des impuretés.

- 5 Pour l'alliage N°1 l'épaisseur du revêtement est compris entre 5 µm et 100 µm, et de préférence entre 10 µm et 25 µm. Pour l'alliage N°2 l'épaisseur du revêtement est compris entre 15 µm et 100 µm, et de préférence entre 30 µm et 50 µm.
- 10 **[0008]** Pour la mise en forme ou le traitement thermique, la tôle est soumise à une élévation de température comprise de préférence entre 750°C et 1200°C dans un four comportant une atmosphère ne nécessitant plus de contrôle du fait de la barrière à l'oxydation formée par le revêtement. Lors de l'élévation de la température, le revêtement à base d'aluminium se transforme en une couche alliée en surface comportant différentes phases dépendant du traitement en température et présentant une grande dureté pouvant dépasser 600 HV 100g.
- 15 **[0009]** Selon le procédé de l'invention, on peut produire des tôles dont l'épaisseur est comprise entre 0,2 mm et 20 mm, ayant de bonnes propriétés de mise en forme ainsi qu'une bonne résistance à la corrosion.
- 20 **[0010]** Les tôles livrées revêtues, présentent une résistance importante à la corrosion pendant les élévations de température, la mise en forme, les traitements thermiques, et lors de l'utilisation des pièces formées finies.
- 25 **[0011]** La présence du revêtement lors de traitements thermiques ou de formages à chaud permet d'éviter en plus de la corrosion, la décarburation de l'acier de base. Cela à un avantage indéniable dans le cas d'une mise en forme à chaud dans une presse d'emboutissage. En effet, l'alliage intermétallique formé évite, la formation de la calamine, l'usure des outils par la calamine, et permet de ce fait, un allongement de la vie moyenne desdits outils. Il a été remarqué que l'alliage intermétallique formé à chaud, a une fonction de lubrifiant à haute température. De plus, l'effet de protection contre la décarburation de l'alliage intermétallique permet l'usage de four haute température dépassant 900°C ayant une atmosphère non contrôlée, et cela, même pour des temps de chauffe de plusieurs heures.
- 30 **[0012]** En sortie de four, il n'est plus nécessaire de décapier la pièce obtenue, d'où une économie du fait de la suppression du bain de décapage des pièces finies.
- 35 **[0013]** De par les caractéristiques du revêtement après élévation de température, les pièces obtenues ont une résistance accrue à la fatigue, à l'usure, à l'abrasion et à la corrosion. De plus, le revêtement est soudable avant et après élévation de température.
- 40 **[0014]** L'acier de la tôle assure, par effet de trempe au refroidissement, des caractéristiques mécaniques élevées de la pièce obtenue après mise en forme, le revêtement transformé en un alliage intermétallique à chaud assurant pour sa part, du fait de ses qualités de lubrifiant et de résistance aux frottements, une amélioration de la mise en forme, dans le domaine de l'emboutissage à chaud.
- 45
- 50
- 55

**[0015]** Dans un exemple de réalisation, on utilise une bande de tôle laminée à chaud en acier de composition pondérale suivante :

carbone: 0,15% à 0,25%,  
manganèse: 0,8% à 1,5%,  
silicium: 0,1% à 0,35%,  
chrome: 0,01% à 0,2%,  
titane: moins de 0,1%,  
aluminium: moins de 0,1 %,  
phosphore: moins de 0,05%,  
soufre: moins de 0,03%,  
bore : 0,0005% à 0,01 %,  
on revêt la bande de tôle d'un revêtement de type alliage N°1 ou 2,  
on austénitise la tôle à 950°C avant formage et trempe dans l'outil, le revêtement assurant un rôle de lubrifiant lors de la mise en forme, en plus de ses fonctions de protection contre la corrosion à froid, à chaud et contre la décarburation. Lors de la trempe, le revêtement allié ne gène pas l'extraction de la chaleur par l'outil et peut la favoriser. Après formage et trempe, il n'est plus nécessaire de décaper la pièce ou de la protéger, le revêtement de base assurant la protection tout au long du procédé.

5  
10  
15  
20  
25

2. Pièce obtenue par emboutissage à chaud d'une tôle d'acier laminée à chaud comportant un revêtement constitué d'un composé allié intermétallique à base d'aluminium, de fer et de silicium, en surface, ledit revêtement étant obtenu par traitement thermique de ladite tôle préalablement revêtue d'un alliage d'aluminium comprenant de 9 à 10% de silicium et de 2 à 3,5% de fer, le solde étant constitué d'aluminium et d'impuretés, en une couche d'épaisseur comprise entre 5 et 100µm, ou d'un alliage à aluminium comprenant de 2 à 4% de fer, le solde étant constitué d'aluminium et d'impuretés, en une couche d'épaisseur comprise entre 15 et 100 µm, ledit revêtement étant déposé ou trempé à chaud, immédiatement après laminage à chaud, et décapage et ledit traitement thermique étant effectué à une température supérieure à 700°C, l'emboutissage à chaud étant suivi d'une trempe, à une vitesse supérieure à la vitesse critique de trempe.

## Revendications

1. Procédé de réalisation d'une pièce à partir d'une bande de tôle d'acier laminée et laminée à chaud, caractérisée en ce que :
- on revêt la tôle laminée d'un alliage d'aluminium comprenant de 9 à 10% de silicium et de 2 à 3,5% de fer, le solde étant constitué d'aluminium et d'impuretés, en une couche d'épaisseur comprise entre 5 et 100 µm, ou d'un alliage à aluminium comprenant de 2 à 4% de fer, le solde étant constitué d'aluminium et d'impuretés, en une couche d'épaisseur comprise entre 15 et 100 µm, le revêtement d'alliage d'aluminium étant effectué au trempé à chaud, immédiatement après laminage à chaud, et décapage,
  - on soumet la tôle revêtue à une élévation en température supérieure à 700°C avant la mise en forme jusqu'à réaliser, de ce fait un composé allié intermétallique à base d'aluminium, de fer et de silicium, en surface, assurant une protection contre la corrosion, contre la décarburation de l'acier, le composé intermétallique pouvant assurer une fonction de lubrification,
  - on emboutit la pièce à chaud,
  - on refroidit la pièce formée par trempe, à une vitesse supérieure à la vitesse critique de trempe.
- 30  
35  
40  
45  
50  
55

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Formteils ausgehend von einem warmgewalzten Stahlblechband, dadurch gekennzeichnet, dass:
- das gewalzte Blech mit einer Aluminiumlegierung, die 9 bis 10% Silizium und 2 bis 3,5 % Eisen enthält und deren Rest aus Aluminium und Verunreinigungen besteht, zu einer Schicht mit einer Dicke zwischen 5 und 10 µm oder mit einer Aluminiumlegierung, die 2 bis 4 % Eisen enthält und deren Rest aus Aluminium und Verunreinigungen besteht, zu einer Schicht mit einer Dicke zwischen 15 und 100 µm beschichtet wird, wobei die Beschichtung mit der Aluminiumlegierung unmittelbar nach dem Walzen und Beizen durch Schmelztauchen ausgeführt wird,
  - das beschichtete Blech einer Temperaturerhöhung über 700 °C vor dem Formen unterworfen wird, bis dadurch eine intermetallische legierte Verbindung auf der Basis von Aluminium, Eisen und Silizium auf der Oberfläche hergestellt wird, die einen Schutz vor Korrosion, vor Entkohlen des Stahls sicherstellt, wobei die intermetallische Verbindung eine Schmierfunktion sicherstellen kann,
  - das Formteil warmumgeformt wird,
  - das durch Härteln gebildete Formteil mit einer Geschwindigkeit über der kritischen Härtgeschwindigkeit abgekühlt wird.
2. Formteil, erhalten durch Warmumformen eines warmgewalzten Stahlblechs, das eine Beschichtung aufweist, die aus einer legierten intermetallischen Verbindung auf der Basis von Aluminium, Eisen und Silizium auf der Oberfläche besteht, wobei die Be-

schichtung durch eine Wärmebehandlung des Blechs erzielt wird, das zuvor mit einer Aluminiumlegierung, die 9 bis 10 % Silizium und 2 bis 3,5 % Eisen enthält und deren Rest aus Aluminium und Verunreinigungen besteht, zu einer Schicht mit einer Dicke zwischen 5 und 100  $\mu\text{m}$  oder mit einer Aluminiumlegierung, die 2 bis 4 % Eisen enthält und deren Rest aus Aluminium und Verunreinigungen besteht, zu einer Schicht mit einer Dicke zwischen 15 und 100  $\mu\text{m}$  beschichtet wurde, wobei die Beschichtung unmittelbar nach dem Warmwalzen oder Beizen abgeschieden oder schmelzgetaucht wird und die Wärmebehandlung bei einer Temperatur über 700 °C durchgeführt wird, wobei dem Warmumformen ein Härteten bei einer Geschwindigkeit, die größer als die kritische Härtegeschwindigkeit ist, folgt.

and 100  $\mu\text{m}$ , wherein said coating is deposited or hot dipped immediately after hot rolling and pickling, and said thermal treatment is conducted at a temperature higher than 700°C, wherein the hot drawing is followed by a hardening operation at a rate higher than the critical hardening rate.

## Claims

1. Process for manufacturing a part from a strip of rolled and hot-rolled sheet steel, **characterised in that:**

- the rolled sheet is coated with an aluminium alloy comprising 9 to 10% silicon and 2 to 3.5% iron, the remainder being made up of aluminium and impurities, in a layer with a thickness in the range of between 5 and 100  $\mu\text{m}$ , or with an aluminium alloy comprising 2 to 4% iron, the remainder being made up of aluminium and impurities, in a layer with a thickness in the range of between 15 and 100  $\mu\text{m}$ , wherein the coating with aluminium alloy is conducted by hot dipping immediately after hot-rolling and pickling;
- the coated sheet is subjected to an increase in temperature higher than 700°C before forming until thus producing a surface compound of intermetallic alloy based on aluminium, iron and silicon that assures protection against corrosion, decarburisation of the steel, wherein the intermetallic compound can assure a lubricating function;
- the part is hot drawn;
- the part formed by hardening is cooled at a rate higher than the critical hardening rate.

2. Part obtained by hot drawing a hot-rolled sheet steel comprising a coating formed from a compound of intermetallic alloy based on aluminium, iron and silicon, wherein said coating is obtained by thermal treatment of said sheet that has firstly been coated with an aluminium alloy comprising 9 to 10% silicon and 2 to 3.5% iron, the remainder being made up of aluminium and impurities, in a layer with a thickness in the range of between 5 and 100  $\mu\text{m}$ , or with an aluminium alloy comprising 2 to 4% iron, the remainder being made up of aluminium and impurities, in a layer with a thickness in the range of between 15

20

25

30

35

40

45

50

55