

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 013 785 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
25.10.2006 Bulletin 2006/43

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

(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: **ARCELOR France
93212 La Plaine Saint Denis Cedex (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: **Plaisant, Sophie Marie et al
ARCELOR France
Arcelor Research
Intellectual Property
5 rue Luigi Cherubini
93212 La Plaine Saint Denis Cedex (FR)**

(56) Documents cités:
CH-A- 382 512 DE-B- 1 252 034
FR-A- 1 297 906 US-A- 4 655 852

- **GIEREK A. E.A.: "Tauchalitieren - Eigenschaften und Einsatzgebiete" V.D.I. ZEITSCHRIFT, vol. 118, no. 8, avril 1976 (1976-04), pages 19-22, XP002114744**
- **DATABASEWPIWeek 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)**

EP 1 013 785 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

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 de réalisation d'une pièce à partir d'une bande de tôle d'acier laminée à chaud et qui se caractérise en ce que:

- on revêt la tôle laminée d'un métal ou d'un alliage métallique assurant une protection de la surface et de l'acier,
- on soumet la tôle revêtue à une élévation en température pour sa mise en forme,
- on réalise, de ce fait un composé allié intermétallique, en surface, assurant une protection contre la corrosion, contre la décarburation de l'acier, le composé intermétallique pouvant assurer une fonction de lubrification,
- on effectue la mise en forme par emboutissage,
- on refroidit la pièce formée pour conférer des caractéristiques mécaniques de dureté élevées de l'acier et une dureté superficielle élevée du revêtement.

[0005] Les autres caractéristiques de l'invention sont:

- on revêt la tôle laminée à chaud après laminage à chaud et décapage,

- le métal ou l'alliage métallique de revêtement est de l'aluminium ou un alliage d'aluminium.
- l'alliage intermétallique est un composé à base principalement d'aluminium, de fer et de silicium,
- le revêtement de métal ou d'alliage métallique est effectué au trempé à chaud.
- la tôle revêtue est soumise à une élévation de température supérieure à 700°C avant la mise en forme,
- la tôle revêtue est emboutie à chaud.
- la pièce obtenue par emboutissage est refroidie pour subir une trempe, à une vitesse supérieure à la vitesse critique de trempe.

[0006] L'invention concerne également une tôle laminée à chaud comportant un revêtement de métal ou d'alliage métallique déposé en surface, pour la réalisation à chaud d'un composé intermétallique, le composé intermétallique assurant, une protection contre la corrosion, une barrière contre la décarburation de l'acier de la tôle, une lubrification lors de la mise en forme à chaud de la tôle, et sur la pièce finie, après mise en forme et refroidissement, des caractéristiques mécaniques de dureté de l'acier élevées ainsi qu'une dureté superficielle élevée de la surface de ladite pièce finie.

[0007] Une autre caractéristique de l'invention est:

- la tôle comporte un dépôt en surface d'aluminium ou d'un alliage d'aluminium.

[0008] L'invention concerne encore l'utilisation de la tôle dans la mise en forme à chaud par emboutissage de pièces de hautes caractéristiques mécaniques en dureté et de hautes caractéristiques de dureté en surface assurant une très bonne tenue à l'abrasion.

La description qui suit fera bien comprendre l'invention.

[0009] 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.

[0010] Après laminage à chaud la bande peut être décapée et laminée à froid avant d'être revêtue.

[0011] 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.

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 .

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] 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 a 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.

[0016] En sortie de four, il n'est plus nécessaire de décaper la pièce obtenue, d'où une économie du fait de la suppression du bain de décapage des pièces finies.

[0017] 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.

[0018] 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 frottement, une amélioration de la mise en forme, dans le domaine de l'emboutissage à chaud.

[0019] 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 gêne 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.

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.

2. 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 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 , 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.

3. Pièce obtenue par emboutissage à chaud de la tôle selon la revendication 2, suivi d'une trempe, à une vitesse supérieure à la vitesse critique de trempe.

Claims

1. Process of producing a part from a strip of a hot-rolled steel sheet, **characterized in that:**

- the rolled sheet is coated with an aluminium alloy containing 9 to 10% silicon and 2 to 3.5% iron, the balance consisting of aluminium and impurities, as a layer having a thickness between 5 and 100 μm , or with an aluminium alloy containing 2 to 4% iron, the balance consisting of aluminium and impurities, as a layer having a thickness between 15 and 100 μm , the coating with the aluminium alloy being carried out by hot-dip coating, immediately after hot rolling and pickling;
- the coated sheet is heated to a temperature above 700°C before the forming operation until consequently producing an alloyed intermetallic compound based on aluminium, iron and silicon on the surface, protecting the steel from corrosion and from decarburization, it being possible for said intermetallic compound to provide a lubricating function;
- the part is hot-stamped; and
- the formed part is quench-cooled at a rate above the critical quench rate.

2. Hot-rolled steel sheet having a coating consisting of an alloyed intermetallic compound, based on aluminium, iron and silicon, on the surface, said coating being obtained by the heat treatment of said sheet precoated with an aluminium alloy containing 9 to 10% silicon and 2 to 3.5% iron, the balance consisting of aluminium and impurities, as a layer having a thickness between 5 and 100 μm , or with an aluminium alloy containing 2 to 4% iron, the balance consisting of aluminium and impurities, as a layer having a thickness between 15 and 100 μm , said coating

being deposited by hot-dip coating, immediately after the hot rolling and pickling, and said heat treatment being carried out at a temperature above 700°C.

3. Part obtained by hot-stamping the sheet according to Claim 2, followed by a quench at a rate above the critical quench rate.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Formteils ausgehend von einem warmgewalzten Stahlblechband, **dadurch gekennzeichnet, dass:**

- man das gewalzte Blech mit einer Aluminiumlegierung, die 9 bis 10 % Silicium und 2 bis 3,5 % Eisen enthält, wobei der Rest aus Aluminium und Verunreinigungen besteht, in einer Schicht mit einer Stärke zwischen 5 und 100 μm beschichtet oder mit einer Aluminiumlegierung, die 2 bis 4 % Eisen enthält, wobei der Rest aus Aluminium und Verunreinigungen besteht, in einer Schicht mit einer Stärke zwischen 15 und 100 μm , wobei die Beschichtung mit einer Aluminiumlegierung durch Warmhärten unmittelbar nach dem Warmwalzen und Beizen erfolgt,
- man das beschichtete Blech einer Temperaturerhöhung über 700 °C vor dem Formen unterwirft, bis man **dadurch** eine intermetallische legierte Verbindung auf der Basis von Aluminium, Eisen und Silicium auf der Oberfläche herstellt, die einen Schutz vor Korrosion, Entkohlen des Stahls sicherstellt, wobei die intermetallische Verbindung eine Schmierfunktion sicherstellen kann,
- man das Formteil warm stantzt,
- man das durch Härten gebildete Formteil mit einer Geschwindigkeit über der kritischen Härtgeschwindigkeit abkühlt.

2. Warmgewalztes Stahlblech, das eine Beschichtung aufweist, die aus einer legierten intermetallischen Verbindung auf der Basis von Aluminium, Eisen und Silicium auf der Oberfläche besteht, wobei die Beschichtung durch eine Wärmebehandlung des Blechs erzielt wird, das zuvor mit einer Aluminiumlegierung beschichtet wurde, die 9 bis 10 % Silicium und 2 bis 3,5 % Eisen enthält, wobei der Rest aus Aluminium und Verunreinigungen besteht, in einer Schicht mit einer Stärke zwischen 5 und 100 μm , oder mit einer Aluminiumlegierung, die 2 bis 4 % Eisen enthält, wobei der Rest aus Aluminium und Verunreinigungen besteht, in einer Schicht mit einer Stärke zwischen 15 und 100 μm , wobei die Beschichtung durch Warmhärten unmittelbar nach dem Warmwalzen und Beizen erfolgt, und die Wärmebe-

handlung bei einer Temperatur über 700 °C erfolgt.

3. Formteil, das durch Warmstanzen des Blechs nach Anspruch 2 erzielt wird, gefolgt von einem Härten bei einer Geschwindigkeit, die größer ist als die kritische Härtgeschwindigkeit. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55