

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication: **0 407 275 A1**

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **90401879.3**

(51) Int. Cl.⁵: **C21D 8/00**

(22) Date de dépôt: **29.06.90**

(30) Priorité: **07.07.89 FR 8909189**

(43) Date de publication de la demande:
09.01.91 Bulletin 91/02

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

(71) Demandeur: **Gautier, Jacques**
4, Boulevard des Loges
F-78300 Poissy(FR)

(72) Inventeur: **Gautier, Jacques**
4, Boulevard des Loges
F-78300 Poissy(FR)

(74) Mandataire: **Casalonga, Axel et al**
BUREAU D.A. CASALONGA - JOSSE
Morassistrasse 8
D-8000 München 5(DE)

(54) **Procédé de fabrication de pièces à hautes caractéristiques mécaniques à partir d'acier non traité.**

(57) Procédé de fabrication de pièces à partir d'acier non traité, comprenant une succession d'opérations de traitement thermique et de formage, caractérisé par les opérations successives suivantes :

- chauffage de l'acier à une température supérieure au point de transformation (austénitisation),
- trempe isotherme dans un bain à lit fluidisé, immédiatement à la suite du chauffage d'austénitisation, donnant à l'acier une structure bainitique et
- formage des pièces à tiède.

EP 0 407 275 A1

PROCEDE DE FABRICATION DE PIECES A HAUTES CARACTERISTIQUES MECANQUES A PARTIR D'ACIER NON TRAITE.

La présente invention se rapporte à un procédé de fabrication de pièces à hautes caractéristiques mécaniques à partir d'acier non traité, comprenant une succession d'opérations de traitement thermique et de formage.

Les procédés classiques de fabrication de pièces en acier traité à partir d'acier non traité en barres, en bandes ou en couronnes, par exemple de ressorts, de barres stabilisatrices, d'attaches élastiques de rails de chemin de fer, comprennent un grand nombre d'opérations.

A titre d'exemple, on va donner ci-après les différentes opérations successives d'un procédé classique de fabrication de ressorts :

- dévidage des couronnes, dressage, écroutage et rectification,
- chauffage d'austénitisation dans un four à atmosphère,
- formage à chaud,
- trempe à l'huile,
- revenu dans un four,
- refroidissement,
- blocage,
- refroidissement à la température ambiante,
- grenaillage de précontrainte,
- revenu après grenaillage,
- protection (peinture ou plastification),
- cuisson ou réticulation,
- refroidissement à la température ambiante,
- contrôle.

Ce procédé classique comprend en particulier un grand nombre de phases de variation de température dont chacune implique des dépenses d'énergie considérables et des installations coûteuses. Le formage à chaud et la trempe à l'huile sont par ailleurs des opérations qui ont lieu dans des conditions de travail et de sécurité difficiles. Enfin la trempe à l'huile est une opération génératrice de pollution par le dégagement de fumées et de vapeurs nocives et par le lavage auxquels les pièces doivent être soumises à la suite de la trempe à l'huile.

Le procédé suivant la demande de brevet français n° 2 391 789 remédie déjà partiellement aux inconvénients énumérés ci-dessus. Ce procédé destiné notamment à la fabrication d'attaches de rails comprend les étapes suivantes :

- formage ou préformage à froid des pièces,
- chauffage d'austénitisation des pièces, de préférence dans un bain à lit fluidisé ou par induction,
- trempe des pièces dans un bain à lit fluidisé,
- revenu des pièces de préférence dans un bain à lit fluidisé,
- grenaillage,
- éventuellement formage final à froid des pièces,
- protection.

Toutefois, ce procédé connu présente encore un certain nombre d'inconvénients. En particulier, il implique deux opérations de montée en température (chauffage d'austénitisation avant trempe, revenu après trempe). Par ailleurs, du fait que les pièces subissent un formage ou au moins un préformage à froid, avant tout chauffage, il est impossible d'effectuer ce chauffage sur du matériau continu, par exemple en bande.

La présente invention a pour objet un procédé de fabrication de pièces en acier traité permettant de réaliser à moindre coût des pièces de qualité équivalente voire supérieure à celle obtenue par les procédés usuels.

Le procédé conforme à l'invention de fabrication de pièces à partir d'acier non traité comprend les opérations successives suivantes :

- chauffage de l'acier à une température supérieure au point de transformation (austénitisation),
- trempe isotherme dans un bain à lit fluidisé, immédiatement à la suite du chauffage d'austénitisation,
- formage des pièces à tiède.

Contrairement à un préjugé selon lequel seul un formage après chauffage d'austénitisation et trempe martensitique permettait d'obtenir des pièces à hautes caractéristiques, il s'est avéré de façon surprenante que les pièces obtenues par formage à tiède après trempe isotherme (structure bainitique) présentaient des

caractéristiques mécaniques et géométriques (notamment tenue en fatigue, corrosion sous tension, précision, tolérances plus étroites) nettement améliorées.

Dans le cadre de l'invention, le chauffage d'austénitisation peut se faire avantageusement en bain à lit fluidisé ou par induction, sur des produits continus (bandes, couronnes) ou sur des flans ou des lopins. Il est également possible, dans le cadre de l'invention, de procéder à un préformage à froid, avant chauffage d'austénitisation, pour donner aux pièces une forme différente de leur forme définitive, auquel cas le formage à tiède effectué après chauffage d'austénitisation et trempe isotherme est destiné surtout à conférer aux pièces une géométrie plus précise et des caractéristiques mécaniques plus élevées (traitement thermomécanique à tiède tel que blocage dans le cas de ressorts).

Enfin, à la suite du formage à tiède, il est possible de procéder, dans le cadre de l'invention, sans nouvelle montée en température des pièces, à un grenaillage de précontrainte à tiède et à une protection à tiède (peinture avec cuisson, plastification), en bénéficiant de la chaleur résiduelle des pièces.

Les nombreux avantages du procédé conforme à l'invention peuvent être classés comme suit :

15

ECONOMIE D'ENERGIE

Le procédé classique de formage à chaud avant trempe nécessite un chauffage des pièces dans leur totalité à une température nettement supérieure au point de transformation pour tenir compte du refroidissement que les pièces subissent pendant l'opération de formage à chaud et pendant les transferts.

Dans le procédé conforme à l'invention, du fait que l'opération de trempe (qui donne à l'acier une structure bainitique) fait immédiatement suite à l'opération de chauffe d'austénitisation, les pertes de chaleur sont très faibles et la température de chauffage plus basse, puisqu'elle sert uniquement à réaliser la trempe.

Suivant le procédé conforme à l'invention, il n'est d'ailleurs nécessaire que de chauffer, donc de traiter la partie travaillante du métal, ce qui constitue un gain supplémentaire d'énergie.

Il est à noter que dans ce cas, la partie non traitée du métal joue un rôle complémentaire pour la trempe et la suite des opérations, par diffusion de chaleur.

Le choix du chauffage par induction ou en lit fluidisé permet de réaliser les échanges thermiques dans des espaces réduits, ce qui diminue sensiblement les pertes de l'installation en fonctionnement et les temps de démarrage et d'arrêt de l'installation, donc les pertes qui en découlent. Le remplacement de la trempe à l'huile par une trempe en lit fluidisé supprime la nécessité d'aspirer des fumées d'huile et celles de laver et de sécher les pièces. En plus de l'énergie que consomment ces opérations, on économise suivant l'invention le complément de chauffage nécessaire pour compenser les pertes dues aux opérations de la trempe à l'huile et du lavage.

Le remplacement des deux opérations de trempe et de revenu des procédés usuels par la trempe isotherme permet d'autres importantes économies d'énergie. Ainsi, l'énergie pour amener la pièce à la température de revenu est supprimée. Le temps de maintien à la température de trempe isotherme représente moins de la moitié du temps de maintien à la température de revenu suivant les procédés usuels. La plus grande partie de l'énergie induite lors de l'austénitisation est restituée dans le bain fluidisé de trempe isotherme, ce qui permet de réutiliser cette énergie par exemple pour le chauffage des bâtiments.

Au sortir de la trempe isotherme, les pièces à structure bainitique sont à une température supérieure au point de martensite, soit à une température de l'ordre de 280-350 °C selon les nuances d'acier, et l'énergie résiduelle qu'elles contiennent peut être utilisée au fur et à mesure des opérations suivantes effectuées à tiède (formage, blocage, précontrainte, grenaillage, protection).

Le procédé conforme à l'invention permet ainsi de récupérer la majeure partie de l'énergie apportée lors de l'austénitisation.

AMELIORATION DE LA QUALITE DU PRODUIT

Le formage à tiède confère aux pièces une meilleure précision et augmente les caractéristiques mécaniques du produit fini en favorisant notablement le blocage des dislocations induites au cours du formage, en raison notamment de l'augmentation de la mobilité des atomes de carbone liée à la température. Le chauffage rapide suivi de la trempe isotherme supprime tout risque de décarburation.

Les opérations successives du procédé conforme à l'invention sont effectuées dans un ordre précis permettant de bénéficier au maximum de l'énergie emmagasinée dans la matière. Le choix de la température pour chaque opération vise à optimiser les effets bénéfiques notamment sur un plan

métallurgique pour le grenaillage de précontrainte et la préconformation (ou blocage), et sur le plan électrochimique pour la protection anticorrosion. En effet, contrairement aux procédés usuels, le procédé conforme à l'invention ne nécessite pas la formation d'une couche dite d'accrochage obtenue généralement par combinaison chimique (phosphatation) avec le métal à protéger, la formation de cette couche d'accrochage entraînant une diminution des caractéristiques mécaniques superficielles des pièces.

ECONOMIE DE MATIERES

La suppression de l'opération de trempe à l'huile et son remplacement par une trempe en bain à lit fluidisé économisent la consommation de produits pétroliers comme l'huile de trempe et les produits et l'eau de lavage. Dans la mesure où le procédé conforme à l'invention procure des pièces de meilleure qualité, il permet de réduire la quantité de matière nécessaire à une même fonction. D'un autre côté, il est possible d'utiliser, suivant l'invention, des aciers moins alliés pour obtenir des pièces ayant des caractéristiques comparables.

La possibilité d'utiliser le métal brut de laminage et en couronnes entraîne une réduction importante des pertes de matière et du prix de la matière première.

ECONOMIE DE SURFACE ET D'INVESTISSEMENT

Le procédé conforme à l'invention réduit le nombre des opérations notamment de montée en température et les temps de maintien en température. Les installations nécessaires pour la mise en oeuvre du procédé sont donc de dimensions réduites.

A titre d'exemple, les investissements et la surface nécessaire pour une installation utilisant le procédé conforme à l'invention, comparativement à une installation classique pour produire des ressorts de suspension de véhicules automobiles, sont divisés par un facteur d'environ cinq.

AMELIORATION DE DE FLEXIBILITE DE L'INSTALLATION

Le procédé conforme à l'invention permet de réduire considérablement les encours de fabrication. Ainsi, pour une production de 600 ressorts de suspension à l'heure, l'encours n'est que de 40 ressorts pour le procédé conforme à l'invention, alors qu'il est de 1200 dans le procédé classique. Quelques minutes suffisent pour vider de ses pièces l'installation pour la mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention.

AMELIORATION DES CONDITIONS DE TRAVAIL ET DE SECURITE

Grâce à la suppression de la trempe à l'huile et grâce au formage à tiède, le procédé conforme à l'invention supprime toutes les fumées et vapeurs nocives et rend le travail beaucoup moins pénible.

La propreté des installations pour la mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention et leurs dimensions réduites procurent une qualité d'ambiance de travail et une productivité de loin supérieures à celles du procédé classique.

DIMINUTION DE LA POLLUTION

Le procédé conforme à l'invention supprime tous les rejets (fumées, vapeurs, produits de lavage, etc.) du procédé usuel de formage à chaud et de trempe à l'huile.

On va décrire ci-après la succession des opérations, avec indication des températures et des temps nécessaires, pour un procédé classique de fabrication de ressorts et, à titre de comparaison, un exemple du procédé conforme à l'invention pour la fabrication de ressorts de caractéristiques comparables destinés aux suspensions de véhicules automobiles.

PROCEDE CLASSIQUE		
ACIER 60 S CS		
Suite des opérations	Température	Temps
1 - dévidage coils		
2 - dressage coupe		
3 - écrouissage rectification		
4 - chauffage dans four à atmosphère	950 °	15'
5 - formage à chaud	supérieur 800 °	
6 - trempe à l'huile (refroidissement)	50 °	
7 - revenu dans four	450 °	60'
8 - refroidissement	250 °	
9 - blocage ou précontrainte ou préconformation	250 °	
10 - refroidissement à température ambiante	env. 20 °	
11 - grenailage de précontrainte		
12 - revenu après grenailage environ	220 °	
13 - peinture protection		
14 - cuisson peinture	env. 200 °	
15 - refroidissement à température ambiante	env. 20 °	
16 - contrôle repérage		

PROCEDE CONFORME A L'INVENTION		
ACIER 55 C3 ou 50 CV4		
Suite des opérations	Température	Temps
1 - dévidage couronnes		
2 - chauffage (induction ou lit fluidisé)	env. 850 °	15'
3 - trempe isotherme (refroidissement)	env. 320 °	15'
4 - formage à tiède	300 °	
5 - blocage précontrainte à tiède et contrôle	280 °	
6 - grenailage de précontrainte	260 °	
7 - protection (peinture, plastification)	220 °	

Revendications

- Procédé de fabrication de pièces à partir d'acier non traité comprenant une succession d'opérations de traitement thermique et de formage, caractérisé par le fait qu'il comprend les opérations successives suivantes :
 - chauffage de l'acier à une température supérieure au point de transformation (austénitisation),
 - trempe isotherme dans un bain à lit fluidisé, immédiatement à la suite du chauffage d'austénitisation, (donnant à l'acier une structure bainitique) et
 - formage des pièces à tiède.
- Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on effectue un préformage à froid, avant chauffage d'austénitisation, pour donner aux pièces une forme différente de la forme définitive.
- Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'on effectue le chauffage d'austénitisation en bain à lit fluidisé.
- Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'on procède au chauffage d'austénitisation par induction.
- Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'on procède à un blocage de précontrainte à tiède.

6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'on effectue ensuite un grenaillage de précontrainte à tiède en bénéficiant de la chaleur résiduelle des pièces.

7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'on procède ensuite à une protection (peinture, plastification) des pièces à tiède en bénéficiant de la chaleur résiduelle des pièces.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 90 40 1879

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)
A	FR-A-2 359 901 (LASALLE STEEL) * Revendications 1,13-15 *	1	C 21 D 8/00
A	FR-A-1 543 101 (BISRA)		
A,D	FR-A-2 391 789 (RENAULT)		
A	FR-A-2 448 573 (LA PHYSIQUE APPLIQUEE INDUSTRIE)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			C 21 D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 08-10-1990	Examineur WITTLAD U.A.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 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			