

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 28.12.90.

③0 Priorité : 29.12.89 US 459137.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 05.07.91 Bulletin 91/27.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *Société dite: DANA CORPORATION*
— US.

⑦2 Inventeur(s) : Fett Gregory A.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Weinstein.

⑤4 Procédé de formation d'un arbre de transmission du couple trempé par induction, à partir de fer.

⑤7 L'invention concerne un procédé de formation d'un arbre de transmission du couple trempé par induction, à partir de fer.

Selon l'invention, on forme une préforme de l'arbre à partir de fer, on traite thermique la préforme pour obtenir un arbre non trempé en fer ayant une microstructure prédéterminée et on trempe la surface et les régions externes de l'arbre non trempé de manière que ces surfaces et ces régions externes soient trempées tandis que les régions internes de l'arbre restent relativement non trempées.

L'invention s'applique notamment aux arbres pour véhicules automobiles.

FR 2 656 665 - A1



La présente invention se rapporte en général à des procédés de trempe par induction et, en particulier, à un procédé pour former un arbre de transmission du couple trempé par induction, à partir de fer.

5 Des arbres métalliques de transmission et composants similaires sont largement utilisés pour de nombreuses applications différentes. En particulier, des arbres rotatifs en métal pour la transmission du couple sont fréquemment utilisés dans des trains de transmission
10 de véhicule, comprenant les arbres d'essieu, les arbres de fourche et analogues. En utilisation, ces arbres peuvent être soumis à des charges relativement importantes de couple qui leur sont imposées par le moteur du véhicule pour déplacer celui-ci. Ainsi, de tels arbres doivent être
15 suffisamment trempés afin de transmettre ces charges.

Les arbres de train de transmission de véhicule sont couramment formés en acier trempé. Dans le passé, ces arbres en acier étaient totalement trempés par un procédé conventionnel de trempe. En d'autres termes, la totalité
20 de l'arbre (de la surface jusqu'à son âme) était trempée, typiquement dans la plage de 45 à 50 RC. Des arbres de ce type étaient capables de supporter les charges requises de couple mais avaient des durées de vie relativement mauvaises à la fatigue. Par suite, les arbres totalement
25 trempés étaient soumis à une rupture résultant des charges répétées produites par le moteur du véhicule et autres sources.

Plus récemment, des arbres de train de transmission de véhicule ont été formés en acier
30 uniquement trempé à ou près de la surface. Ainsi, les âmes de ces arbres n'étaient pas trempées ou n'étaient que peu trempées. Typiquement, la surface et les régions externes de tels arbres étaient trempées entre 50 RC et 55 RC tandis que leurs âmes étaient laissées non trempées
35 ou n'étaient trempés que jusqu'à 20 RC à 30 RC. Ce procédé

de trempe de surface des arbres en acier a été accompli en utilisant des techniques conventionnelles de trempe par induction. Les arbres résultants se sont révélés supporter les charges requises de couple, tout en résistant à une rupture par suite d'impacts et fatigue.

Bien que les arbres en acier trempé en surface et autres composants de transmission du couple se soient révélés fonctionner de manière satisfaisante dans des véhicules, d'autres considérations sont devenues apparentes. En particulier, le prix de formation d'un composant particulier en acier a été noté en tant qu'un domaine d'économie possible de prix. Ainsi, il serait souhaitable de former un tel composant en un matériau moins coûteux, tout en continuant à obtenir une performance satisfaisante.

La présente invention se rapporte à un procédé de formation d'un arbre de transmission du couple, trempé par induction, en fer. Initialement, une préforme de l'arbre est coulée ou autrement formée. La préforme est alors traitée thermiquement de manière que le matériau de fer atteigne une microstructure souhaitée, comme une perlite, une bainite ou une martensite trempée. A la suite de ce traitement thermique, l'arbre non trempé peut être usiné pour obtenir les tolérances souhaitées ou une forme spécifique. Enfin, la surface et la région externe de l'arbre non trempé sont trempées, de préférence par un appareil de chauffage à induction. Par suite, la surface et la région externe de l'arbre résultant en fer sont trempées tandis que les régions internes d'un tel arbre restent relativement non trempées.

La présente invention a pour objet de procurer un procédé de formation d'un arbre de transmission du couple, trempé par induction, en fer.

La présente invention a pour autre objet de procurer un procédé de formation d'un tel arbre de

transmission du couple en un matériau qui est moins coûteux que ceux actuellement utilisés tout en offrant une performance satisfaisante dans de nombreux domaines d'application.

5 L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative qui va suivre faite en référence au dessin schématique annexé donné uniquement à titre d'exemple
10 illustrant un mode de réalisation de l'invention, et dans lequel :

- la figure unique montre un organigramme des étapes impliquées dans un procédé de formation d'un arbre de transmission du couple trempé par induction, à partir
15 de fer, selon la présente invention.

En se référant maintenant au dessin, les étapes impliquées dans le procédé de la présente invention pour former un arbre rotatif de transmission du couple trempé par induction, à partir de fer, seront décrites en détail.
20 Tel qu'utilisé ici, le terme "arbre" signifie un composant qui est adapté à tourner pendant son utilisation afin de transmettre un couple. La première étape (I) consiste à créer une préforme pour l'arbre. La première étape est accomplie en donnant initialement, à une certaine quantité
25 de fer, la forme générale de l'arbre. Par exemple, tout procédé conventionnel de moulage peut être utilisé pour accomplir cela. De préférence, on utilise, pour obtenir la préforme, du fer malléable ou ductile.

L'étape (II) consiste à traiter la préforme de manière que le fer atteigne une microstructure
30 prédéterminée. Cette microstructure souhaitée est généralement définie en prévoyant une quantité suffisante de carbone diffusé dans la matrice du matériau de fer pour permettre à la trempe subséquente de la préforme de se
35 produire. Pour accomplir cela, la préforme est chauffée

au-delà de la température austénitique (qui, pour le fer, est d'environ 788°C) puis est refroidie. Comme on le sait bien, la vitesse à laquelle la préforme est refroidie déterminera la microstructure du matériau de fer. La formation de perlite, bainite, ou martensite trempée est souhaitable parce que cela permettra une trempe subséquente de la préforme, comme décrit ci-dessous. En général la formation de ferrite n'est pas souhaitable.

En alternative à ces étapes de traitement thermique il est possible dans certains cas de couler la préforme de manière que la perlite se forme lorsque le moulage est refroidi. Cela peut être accompli en ajoutant une certaine quantité d'un matériau d'alliage, comme du cuivre, dans le fer fondu alors que la préforme est initialement coulée. La présence du matériau d'alliage dans le fer fondu force la perlite à se former au moment du refroidissement de la préforme. En conséquence, la nécessité d'une étape séparée de traitement thermique de la préforme pour obtenir la microstructure souhaitée peut être éliminée. Cependant, dans chaque cas le composant résultant est un arbre non trempé ayant la forme générale de l'arbre final à former.

Ensuite, des portions de l'arbre non trempé peuvent être usinées ou autrement enlevées, si nécessaire, pour obtenir les tolérances souhaitées ou formes spécifiées. Tout procédé conventionnel d'usinage peut être utilisé pour accomplir cette étape (III). A la suite de cet usinage, l'arbre non trempé a la forme souhaitée de l'arbre final à former.

L'étape finale du procédé (IV) consiste à tremper la surface et les régions externes de l'arbre non trempé. Cette trempe est de préférence accomplie par un appareil de chauffage à induction conventionnel. L'appareil de chauffage à induction augmente la température de la surface et des régions externes de l'arbre non trempé à

une haute température typiquement environ 898°C. La durée de ce chauffage et la qualité du matériau de fer détermineront la profondeur de pénétration de ce traitement thermique. Le chauffage de l'arbre non trempé continue jusqu'à ce que ce traitement thermique atteigne une profondeur prédéterminée en se basant sur l'usage souhaité de l'arbre et les charges qu'il devra supporter. Dans tous les cas, il est souhaitable d'arrêter ce chauffage avant que les régions internes de l'arbre ne soient chauffées, de manière qu'une trempe subséquente de ces régions internes ne se produise pas.

Après avoir chauffé l'arbre non trempé, il est refroidi à une vitesse relativement rapide. Cette vitesse est déterminée par la dureté souhaitée pour la surface et les régions externes de l'arbre et par la qualité du matériau utilisé. Le procédé de refroidissement peut être accompli par tout moyen conventionnel. On a trouvé qu'il était souhaitable de tremper les régions externes de l'arbre entre 50 RC et 55 RC, tandis que les régions internes sont maintenues à moins de 30 RC de niveau de dureté. L'arbre en fer durci résultant s'est révélé fonctionner de façon satisfaisante en comparaison avec un arbre comparable en acier, dans de nombreuses applications.

Un arbre en fer formé de cette façon est considérablement moins coûteux qu'un arbre en acier comparable. Certaines économies de prix résultent du fait que le fer est généralement moins coûteux que l'acier sur une base unitaire. D'autres économies de prix sont obtenues parce que le matériau de fer utilisé dans ce procédé nécessite généralement moins de traitement que l'acier. Comme on l'a décrit ci-dessus, le matériau de fer peut simplement être coulé pour former la préforme. Cependant, lorsqu'on utilise de l'acier, la préforme a été forgée d'un bloc d'acier, non coulé. Le forgeage du matériau d'acier à la forme de la préforme est

généralement plus difficile et plus long qu'un simple coulage du fer en une telle forme. Ainsi, l'utilisation du fer dans le procédé de la présente invention permet des économies importantes de prix par rapport au procédé connu

5 de formation d'un composant en acier.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de formation d'un arbre de transmission du couple trempé par induction, à partir de fer, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :

5 (a)- former une préforme de l'arbre à partir de fer ;

(b)- traiter thermiquement la préforme pour obtenir un arbre non trempé en fer ayant une microstructure prédéterminée ;

10 (c)- tremper la surface et les régions externes de l'arbre non trempé de manière que la surface et les régions externes de l'arbre en fer résultant soient trempées, tandis que les régions internes de cet arbre restent relativement non trempées.

15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce l'étape (a) précitée est accomplie en coulant le fer pour former la préforme.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape (b) précitée force le matériau de fer à atteindre une microstructure de perlite.

20 4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape (b) précitée force le matériau de fer à atteindre une microstructure de bainite.

25 5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape (b) précitée force le matériau de fer à atteindre une microstructure de martensite trempée.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape (b) précitée comprend de plus l'étape d'usiner l'arbre non trempé après traitement thermique de la préforme.

30 7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape (c) précitée est accomplie par chauffage par induction.

8. Procédé de formation d'un arbre de transmission du couple trempé par induction, à partir de fer caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :

- 5 (a)- former un arbre non trempé à partir de fer ayant une microstructure prédéterminée ;
- (b)- tremper la surface et les régions externes de l'arbre non trempé de manière que la surface et les régions externes de l'arbre en fer résultant soient trempées tandis que les régions internes dudit arbre
- 10 restent relativement non trempées.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'étape (a) est accomplie en chauffant le fer jusqu'à ce qu'il fonde, en ajoutant un matériau d'alliage au fer fondu, en coulant le fer allié dans un moule ayant

15 la forme générale de l'arbre et en refroidissant le fer allié coulé pour former l'arbre non trempé.

10. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'étape (a) précitée force le matériau de fer à atteindre une microstructure de perlite.

20 11. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'étape (a) précitée comprend de plus l'étape d'usiner l'arbre non trempé.

12. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'étape (b) précitée est accomplie par chauffage

25 par induction.

