



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **94401856.3**

(51) Int. Cl.⁶ : **C21D 5/00, C21D 11/00**

(22) Date de dépôt : **16.08.94**

(30) Priorité : **18.08.93 FR 9310070**

(43) Date de publication de la demande :
22.02.95 Bulletin 95/08

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE ES GB IT LI NL PT SE

(71) Demandeur : **CENTRE TECHNIQUE DES
INDUSTRIES DE LA FONDERIE
44 Avenue de la Division Leclerc
F-92310 Sèvres (FR)**

(72) Inventeur : **Fargues, Jacques
8 avenue de Cheisy
F-75013 Paris (FR)**

(74) Mandataire : **Dronne, Guy et al
Cabinet Beau de Loménie
158, rue de l'Université
F-75340 Paris Cédex 07 (FR)**

(54) **Procédé de traitement intercritique de charges en fonte.**

(57) L'invention concerne un procédé de traitement intercritique à une température T d'austénisation d'une charge de fonte. Il comprend les étapes suivantes :

— on chauffe dans un four, selon une courbe de température prédéterminée, ladite charge de telle manière que les courbes d'élévation de température des différentes parties de la charge soient sensiblement similaires ;

— on détermine préalablement une température $T' \leq T$ de telle manière que lors du maintien du four à la température T', chaque partie de la charge atteigne mais ne dépasse pas la température T sensiblement à chaque instant de la période de maintien du four à la température T' ;

— on arrête la montée en température lorsque la température du four atteint la valeur T' ; et

— on maintient le four à la température T' pendant une durée prédéterminée t ;

— puis on refroidit la charge.

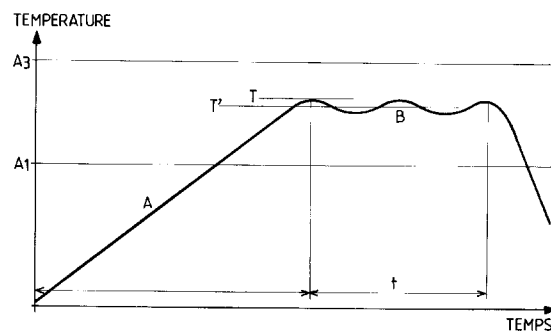


FIG. 1

La présente invention a pour objet un procédé de traitement intercritique de charges en fonte.

De façon plus précise, l'invention concerne un procédé de traitement thermique de charges en fonte, notamment mais non limitativement, en fonte sphéroïdale à teneur en silicium de l'ordre de 1,5 à 4 %, dans lequel la charge de fonte est amenée à une température correspondant à la zone du diagramme comprise entre les températures critiques A1 et A3 associées à la composition de la fonte et maintenue à cette température pendant une durée contrôlée, afin d'obtenir une proportion d'austénite prédéterminée.

L'évolution de certaines techniques impose de disposer de fontes ou plus généralement de matériaux à hautes caractéristiques capables de résister aux sollicitations mécaniques de plus en plus élevées.

C'est en particulier le cas dans le domaine de l'industrie automobile avec l'augmentation des performances des moteurs de véhicules automobile qui entraîne elle-même l'élévation du niveau des sollicitations des divers composants des organes mécaniques.

Actuellement, de nombreuses nuances de fonte sont disponibles pour ces applications mécaniques. Elles représentent des gammes très diversifiées de caractéristiques adaptées à divers types de sollicitations et elles constituent souvent des matériaux concurrents d'autres matériaux et, en particulier, d'aciers à hautes performances pour la fabrication d'organes extrêmement sollicités.

Cependant, pour certaines applications, les contraintes économiques lors de la concurrence sont de plus en plus sévères et il est donc particulièrement intéressant de pouvoir élargir la gamme de matériaux de construction qui puissent satisfaire aux conditions très sévères d'utilisation et qui puissent offrir l'opportunité d'évolution réclamée par les constructeurs.

Il s'avère que la réalisation de pièces en fonte à haute ténacité répondant à ces besoins, c'est-à-dire présentant une résistance à la traction de l'ordre de 700 à 800 MPa et un allongement à la rupture de l'ordre de 10 à 20 %, nécessite la mise en oeuvre d'un traitement intercritique du type défini ci-dessus.

Il va de soi que la réalisation d'autres pièces à partir d'autres types de fonte peuvent faire appel, le cas échéant, à la mise en oeuvre d'un traitement intercritique de ces pièces.

Comme on l'a déjà indiqué, ces procédés de traitement intercritique consistent de façon connue à amener la charge à traiter à une température de traitement comprise entre les températures critiques A1 et A3 correspondant à la composition de la fonte dont est faite la charge, à maintenir cette charge à la température de traitement pendant une durée prédéterminée, puis à refroidir la charge également dans des conditions prédéterminées.

Cependant, on a observé que, pour une compo-

sition de fonte donnée, en raison des conditions de montée en température de la charge, en raison des oscillations thermiques du four autour de sa température de consigne et en raison des formes particulières des pièces à traiter elles-mêmes, le taux d'austénite dans la fonte traitée et la configuration de l'austénite dans la fonte, effectivement obtenus n'étaient pas conformes de façon répétitive aux résultats qui auraient dû être obtenus à la température intercritique choisie, les fluctuations par rapport aux résultats théoriques pouvant être importantes.

Pour remédier à ces inconvénients, un objet de la présente invention est de fournir un procédé de traitement intercritique de charges de fonte, qui garantisse un bonne reproductibilité des taux d'austénite obtenus dans les pièces de la charge, ainsi qu'une répartition optimale des constituants de la fonte après traitement.

Pour atteindre ce but, selon l'invention, le procédé de traitement intercritique à une température T d'austénisation d'une charge de fonte se caractérise en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- on chauffe dans un four selon une courbe de température prédéterminée ladite charge de telle manière que les courbes d'élévation de température des différentes parties de la charge soient sensiblement similaires ;
- on détermine préalablement une température $T' \leq T$ de telle manière que lors du maintien du four à la température T' , chaque partie de la charge atteigne mais ne dépasse pas la température T sensiblement à chaque instant de la période de maintien du four à la température T' ;
- on arrête la montée en température lorsque la température du four atteint la valeur T' ;
- on maintient le four à la température T' pendant une durée prédéterminée t ;
- puis on refroidit la charge.

On comprend que grâce au contrôle de la courbe de montée en température des différentes parties de la charge, et grâce au contrôle de la température effective maximale des différentes parties de la charge lors de la phase de maintien en température, cette température restant au plus égale à la température choisie d'austénisation, on obtient effectivement un taux d'austénisation et un configuration de l'austénite convenables.

On comprend également que T est la température maximale atteinte effectivement compte tenu de la fin de montée en température et des fluctuations de température dues à la régulation du four.

Selon un mode préféré de mise en oeuvre du procédé, la montée en température de la charge comprend les étapes suivantes :

- on amène ladite charge à une température sensiblement égale à la température critique A1 selon une courbe de température prédéter-

minée ;

- puis on amène la charge à la température T' par paliers de températures successifs, le pas des paliers P et la durée des paliers d étant prédéterminés.

De préférence la charge est initialement à une température voisine mais inférieure à la température critique A_1 .

Grâce à ce mode particulier de montée en température de la charge on peut mieux respecter la courbe de température prédéterminée dans la zone intercritique et mieux s'affranchir des risques de fluctuations liés à l'inertie du four.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit de plusieurs modes de mise en oeuvre de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs. La description se réfère aux figures annexées sur lesquelles :

- la figure 1 illustre une courbe continue de montée en température de la charge ; et
- la figure 2 illustre une courbe par paliers de montée en température de la charge.

Comme on l'a déjà indiqué, pour obtenir une pièce en fonte présentant de façon homogène des propriétés, notamment des propriétés mécaniques de ténacité, il est nécessaire que la pièce en fonte traitée présente non seulement un taux d'austénite prédéterminé, mais également une répartition optimale des constituants, notamment austénite et ferrite.

Pour cela, le procédé selon l'invention consiste essentiellement à contrôler, pour chaque partie de la pièce, sa température durant la phase de montée en température selon une courbe prédéterminée qui est fonction du taux d'austénite visé, puis à maintenir pendant un temps t , fonction également du taux d'austénite visé, la charge traitée à une température qui atteint mais qui ne dépasse à aucun moment la température prédéfinie d'austénisation T dans le domaine intercritique entre les températures A_1 et A_3 .

La figure 1 montre une première forme de courbe de montée en température.

Cette courbe comprend une première partie A de montée en température, une deuxième partie de maintien à la température intercritique prédéterminée T et une troisième partie de refroidissement.

Comme on l'a déjà indiqué la portion de courbe A est prédéterminée et contrôlée en fonction du taux d'austénite recherché. Durant la phase B qui dure t (dépendant du taux d'austénite), la charge de fonte doit être maintenue à une température strictement inférieure ou égale à T , mais elle doit atteindre la température T . Cette condition doit notamment être respectée à la fin de la montée en température du four. Pour satisfaire à cette condition, malgré les oscillations de température liées à la régulation du four, on détermine expérimentalement par des essais préalables une température T' de régulation du four qui est

bien sûr inférieure à T .

Lorsqu'on parle d'une température de la charge, il faut entendre que les différentes parties du four sont à des températures T_i différentes définies de telle manière que les parties critiques des pièces formant la charge placée dans le four soient effectivement à la température T' . L'écart entre les températures T et T' peut varier sensiblement en fonction de la capacité nominale du four, de son taux de remplissage et du système de régulation utilisé.

A titre d'exemple on a fait subir à une charge de fonte sphéroïdale de 2 tonnes le cycle thermique suivant :

- Température d'austénisation dans l'intervalle critique $T = 820^\circ\text{C}$
- Température de consigne $T' = 818^\circ\text{C}$
- Montée en température continue entre la température ambiante et 818°C : 10 heures
- Maintien du four à 818°C : 2 heures
- Refroidissement en fonction des caractéristiques recherchées.

La figure 2 montre une deuxième courbe de montée en température contrôlée. La phase A se décompose en une première demi-phase A' dans laquelle la courbe est continue et prédéterminée jusqu'à ce que la charge atteigne en tout point la température critique A_1 , et en une deuxième demi-phase A'' . Durant la deuxième demi-phase la température est augmentée par paliers, le pas p et la durée de chaque palier d sont déterminés en fonction du taux d'austénite voulu jusqu'à ce que le four atteigne la température T' inférieure à la température T pour les raisons indiquées précédemment.

A titre d'exemple on a fait subir à une charge de fonte sphéroïdale de 2 tonnes le cycle thermique suivant :

- Température d'austénisation dans l'intervalle critique $T = 820^\circ\text{C}$
- Température de consigne du four $T' = 818^\circ\text{C}$
- Montée en température entre la température ambiante et 778°C : 8 heures
- Maintien à 778°C pendant 1 heure
- Montée entre 778 et 798°C : durée 1 heure
- Maintien à 798°C pendant 1 heure
- Montée entre 798°C et 818°C : durée 1 heure
- Maintien à 818°C : durée 1 heure
- Refroidissement en fonction des caractéristiques recherchées.

La montée de température par paliers dans la zone A'' permet de mieux contrôler la courbe de montée en température et notamment sa vitesse lorsque la température arrive dans la zone intercritique. Ce contrôle est particulièrement important pour obtenir le taux d'austénite et la composition austénite-ferrite souhaitée.

Dans un exemple particulier de traitement réalisé selon l'invention, des jets de différents diamètres (25, 39 et 58 mm) coulés avec trois fontes bien adap-

tées au traitement intercritique ont été austénitisés à deux niveaux de température dans l'intervalle critique (805°C et 820°C) en respectant la procédure décrite ci-dessus et en particulier en appliquant une mise en température par paliers. Ces jets ont ensuite été refroidis à l'air soufflé. Les résultats montrent que, pour chaque type de fonte, les écarts obtenus entre les résultats relatifs aux différents diamètres sont très faibles.

5

10

Revendications

1. Procédé de traitement intercritique à une température T d'austénisation d'une charge de fonte, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

15

- on chauffe dans un four, selon une courbe de température prédéterminée, ladite charge de telle manière que les courbes d'élévation de température des différentes parties de la charge soient sensiblement similaires ;
- on détermine préalablement une température $T' \leq T$ de telle manière que lors du maintien du four à la température T', chaque partie de la charge atteigne mais ne dépasse pas la température T sensiblement à chaque instant de la période de maintien du four à la température T' ;
- on arrête la montée en température lorsque la température du four atteint la valeur T' ;
- on maintient le four à la température T' pendant une durée prédéterminée $\underline{t}$;
- puis on refroidit la charge.

20

25

30

35

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la montée en température de la charge comprend les étapes suivantes :

- on amène ladite charge à une température voisine de la température critique A1 selon une courbe de température prédéterminée ;
- puis on amène la charge à la température T' par paliers de températures successifs, le pas des paliers P et la durée $\underline{d}$ des paliers d étant prédéterminés.

40

45

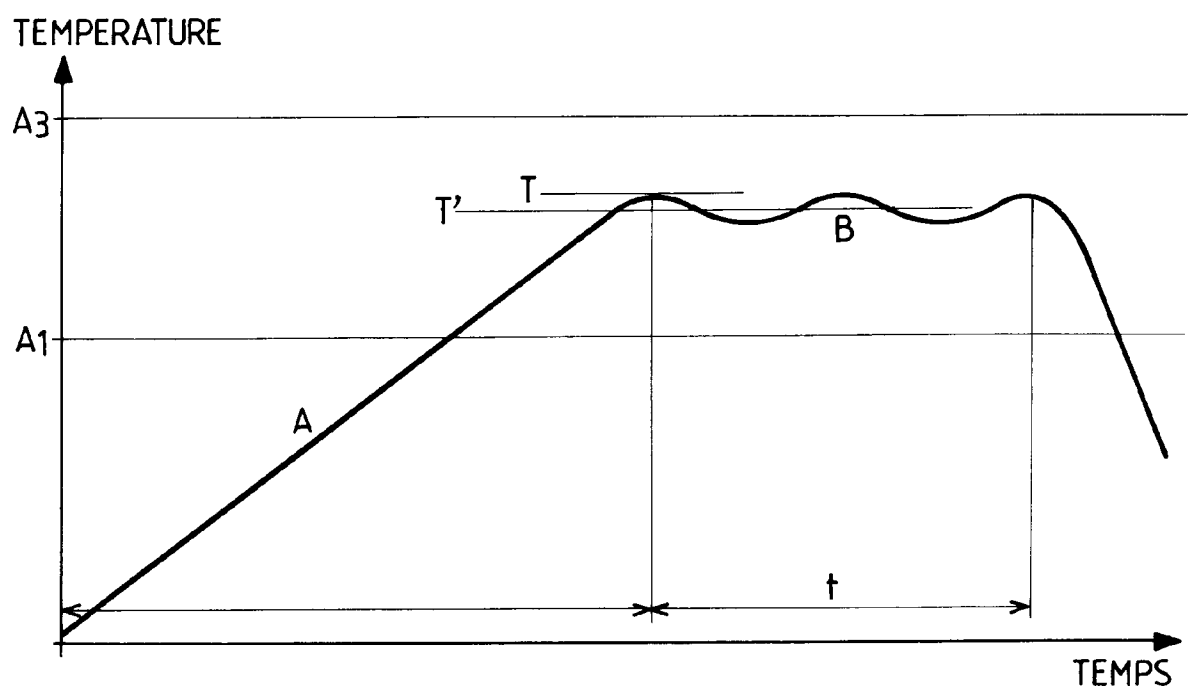
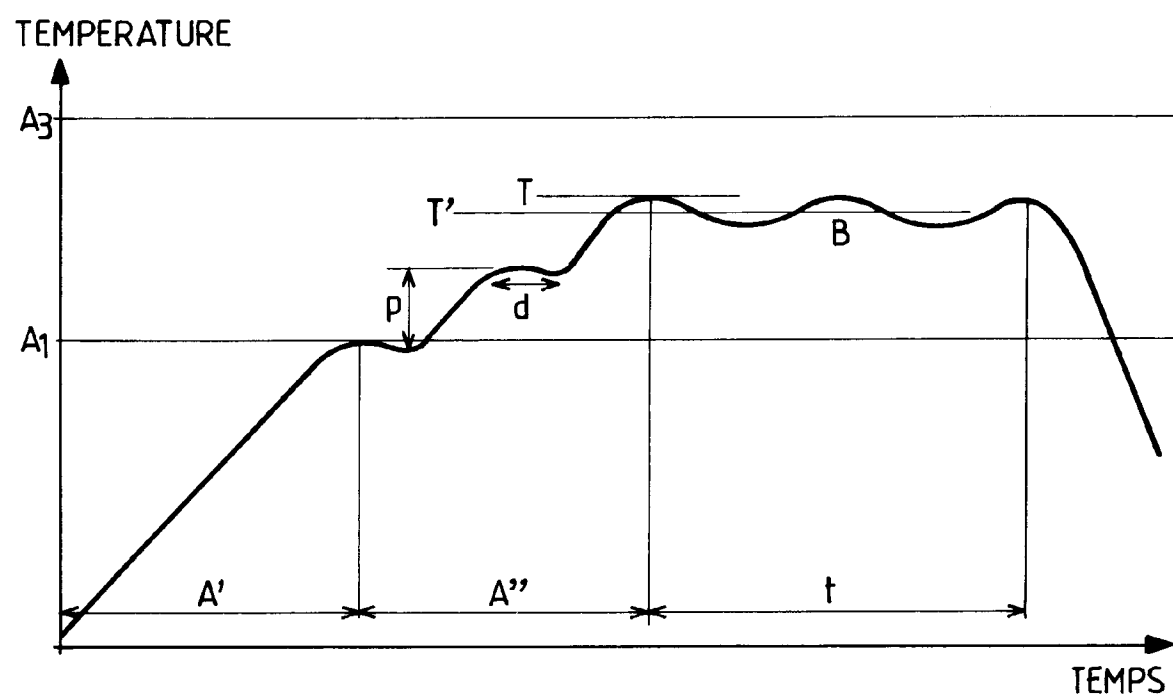
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on amène initialement la charge à une température voisine de la température critique A1 mais inférieure à celle-ci.

50

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la durée $\underline{t}$ du maintien à la température T' est une fonction de la courbe de montée en température de ladite charge.

55

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on détermine plusieurs températures T'i pour différentes parties du four, de telle manière que les différentes parties de la charge restent effectivement à une température au plus égale à T durant la totalité de la durée du traitement.

FIG. 1FIG. 2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 40 1856

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.6)
Y	EP-A-0 203 050 (AB VOLVO) * revendications *	1	C21D5/00 C21D11/00
Y	US-A-3 952 945 (R.H.BIDDULPH) * le document en entier *	1	
A	US-A-4 032 368 (R.A.GRANGE)		
A	EP-A-0 018 445 (H.MÜHLBERGER)		
A	DE-A-36 39 658 (H.MÜHLBERGER)		
A	DE-C-624 967 (SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AG)		
A	FONDERIE, FONDEUR D'AUJOURD'HUI, no.106, Juillet 1991, PARIS FR pages 31 - 39 J.FARGUES 'Traitement de trempe étagée bainitique des fontes'		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			C21D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 17 Novembre 1994	Examineur Mollet, G
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)