



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 101 826 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
23.05.2001 Bulletin 2001/21

(51) Int Cl.7: C21D 1/613, C23C 8/22,  
C21D 9/00

(21) Numéro de dépôt: 00410142.4

(22) Date de dépôt: 16.11.2000

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

Etats d'extension désignés:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: 17.11.1999 FR 9914449

(71) Demandeur: ETUDES ET CONSTRUCTIONS  
MECANIQUES  
38100 Grenoble (FR)

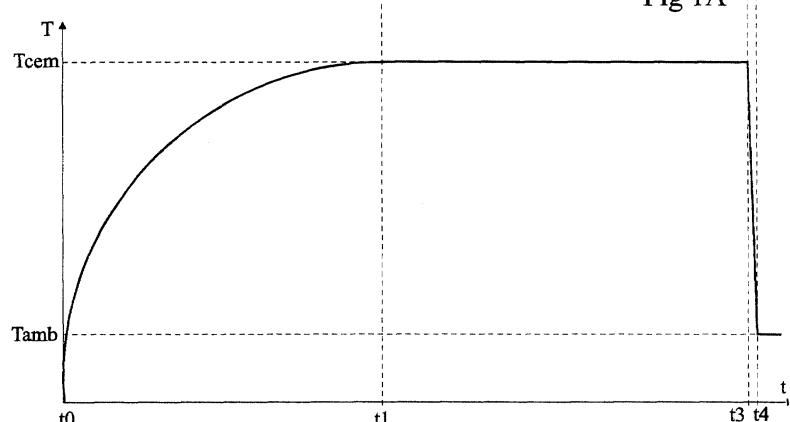
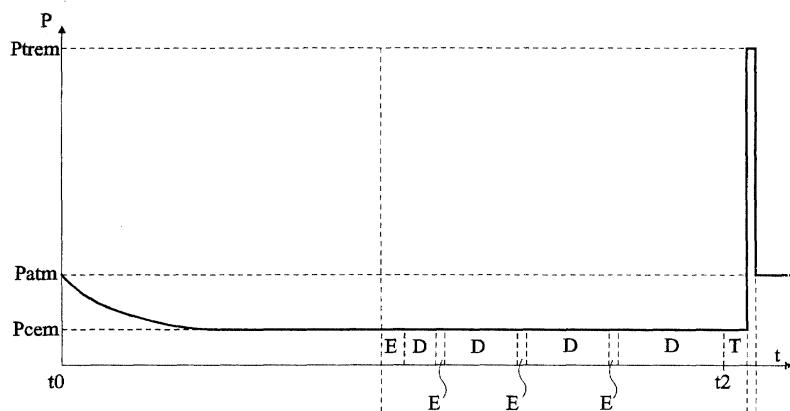
(72) Inventeur: Pelissier, Laurent  
38430 Saint Jean de Moirans (FR)

(74) Mandataire: de Beaumont, Michel  
1, rue Champollion  
38000 Grenoble (FR)

### (54) Procédé de trempe après cémentation à basse pression

(57) L'invention concerne un procédé de trempe de pièces d'acier ayant subi un traitement thermique à fa-

ble pression ( $P_{cem}$ ) et une installation de traitement thermique, qui consiste à soumettre les pièces à un flux d'air à pression élevée ( $P_{trem}$ ).



## Description

**[0001]** La présente invention concerne le traitement de pièces en acier, et plus particulièrement la trempe de pièces ayant subi des traitements thermiques, notamment de cémentation, c'est-à-dire d'introduction de carbone dans la surface des pièces pour en améliorer la dureté. L'invention concerne plus particulièrement la trempe de pièces ayant subi un traitement de cémentation sous vide ou sous faible pression gazeuse (inférieure à la pression atmosphérique).

**[0002]** Un traitement de cémentation à faible pression consiste à soumettre les pièces à traiter, dans une enceinte étanche à l'air, à une alternance d'étapes d'enrichissement en présence d'un gaz de cémentation à faible pression et d'étapes de diffusion sous vide ou sous atmosphère neutre à faible pression. Les durées respectives des étapes d'enrichissement et de diffusion ainsi que leur nombre dépendent notamment de la concentration en carbone et de la profondeur de cémentation souhaitées dans les pièces, et ces traitements sont bien connus de la technique. Un exemple de procédé de cémentation à basse pression est décrit dans la demande de brevet français n° 2 678 287 de la demanderesse.

**[0003]** Tout traitement de cémentation est suivi d'au moins une étape de trempe s'effectuant soit sous huile, soit sous gaz. Un but principal de la trempe est d'obtenir un refroidissement rapide des pièces cémentées sans altérer l'état de surface obtenu. La trempe sous gaz est souvent préférée car elle permet d'obtenir directement des pièces sèches et propres. On recherche généralement à obtenir une vitesse de refroidissement la plus rapide possible. Pour augmenter la vitesse de la trempe avec un gaz donné, on doit augmenter le débit massique du gaz, c'est-à-dire augmenter la vitesse et/ou la pression statique du gaz de trempe.

**[0004]** Parmi les gaz de trempe généralement utilisés, l'azote constitue classiquement un compromis acceptable en terme de coût et de rendement. L'azote est en effet souvent préféré à des gaz neutres tels que l'hélium et l'hydrogène qui, bien que plus légers, donc plus faciles à véhiculer sous une pression relativement élevée, sont trop coûteux (hélium) ou trop dangereux (hydrogène).

**[0005]** Il serait cependant souhaitable de réduire le coût de l'étape de trempe qui, en raison de l'atmosphère gazeuse que l'on cherche à maintenir et du débit massique requis, n'est pas négligeable dans le coût global du traitement des pièces.

**[0006]** De plus, un inconvénient du recours à un gaz tel que l'azote ou autre est, outre le coût, la nécessité d'acheminement et de stockage de volumes importants. En effet, les enceintes de trempe à gaz industrielles ont souvent des volumes de plusieurs mètres cubes, voire de plusieurs dizaines de mètres cubes.

**[0007]** Le traitement de trempe doit respecter plusieurs contraintes, notamment, en liaison avec la cé-

mentation qui précède. Tout d'abord, la trempe ne doit pas altérer la dureté de la surface de la pièce cémentée. De plus, la trempe doit être rapide pour satisfaire au refroidissement rapide de la pièce et ne pas dégrader sa surface. En outre, on doit le plus souvent satisfaire à un impératif d'aspect de la pièce obtenue qui, non seulement doit généralement présenter un état de surface dépourvu d'aspérité, mais également être de la couleur de l'acier (grise). En particulier, il est généralement considéré comme rédhibitoire qu'une pièce ait un aspect noirâtre, laissant supposer une oxydation.

**[0008]** L'invention se réfère également à la carbonitruration dont la seule différence par rapport à la cémentation vient du gaz d'enrichissement utilisé auquel on ajoute généralement de l'ammoniaque. Le résultat parfaitement connu est la formation de nitrures (au lieu de carbures pour la cémentation) en surface de la pièce. On notera donc que tout ce qui sera exposé par la suite en relation avec la cémentation s'applique également à la carbonitruration.

**[0009]** Un objet de la présente invention est de proposer un nouveau procédé de trempe qui pallie les inconvénients des procédés connus.

**[0010]** L'invention vise, en particulier, à permettre la réalisation d'un traitement de trempe particulièrement économique.

**[0011]** Un autre objet de l'invention est de proposer un procédé qui soit compatible avec les traitements classiques de cémentation à basse pression.

**[0012]** Un autre objet de l'invention est de proposer un procédé qui respecte l'aspect de surface des pièces terminées.

**[0013]** Pour atteindre ces objets, la présente invention prévoit un procédé de trempe de pièces d'acier ayant subi un traitement thermique à faible pression, qui consiste à soumettre les pièces à un flux d'air à pression élevée.

**[0014]** Selon un mode de mise en oeuvre de la présente invention, la pression d'air est comprise entre 5 et 50 bars.

**[0015]** Selon un mode de mise en oeuvre de la présente invention, la durée de trempe est inférieure à 15 minutes et, de préférence, inférieure à 2 minutes.

**[0016]** Selon un mode de mise en oeuvre de la présente invention, les pièces ne sont pas remises à l'air à pression atmosphérique entre le traitement thermique à faible pression et la trempe à l'air sous pression élevée.

**[0017]** L'invention prévoit également un procédé de traitement de pièces comprenant un traitement de cémentation à faible pression, suivi d'une étape de trempe.

**[0018]** Selon un mode de mise en oeuvre de la présente invention, le traitement de cémentation comprend une alternance d'étapes d'enrichissement à faible pression en présence d'un gaz de cémentation et d'étapes de diffusion en présence d'un gaz neutre sensiblement à la même pression que les étapes d'enrichissement.

**[0019]** Selon un mode de mise en oeuvre de la présente invention, les pièces sont soumises, après l'étape de trempe, à une étape de grenaillage pour, notamment, éliminer les aspérités de surface indésirables.

**[0020]** L'invention prévoit en outre une installation de traitement thermique comprenant des moyens pour la mise en oeuvre du procédé de traitement ci-dessus.

**[0021]** Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'installation comprend plusieurs cellules de traitement propres à être isolées de l'extérieur de façon étanche, et des moyens de manutention pour transférer une charge d'une cellule à une autre, une de ces cellules constituant une cellule de trempe propre à être en outre isolée du reste de l'installation pour la mise en oeuvre d'une trempe sous air.

**[0022]** Selon un mode de réalisation de la présente invention, la cellule de trempe sert également de cellule de déchargement de la charge en fin de traitement.

**[0023]** Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de mise en oeuvre et de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

les figures 1A et 1B illustrent, par des caractéristiques de pression et de température en fonction du temps, un exemple de mise en oeuvre du procédé de traitement thermique selon l'invention ; et la figure 2 représente, de façon très schématique, un mode de réalisation d'une installation de traitement adaptée à la mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

**[0024]** Pour des raisons de clarté, les diagrammes des figures 1A et 1B ne sont pas à l'échelle. De plus, seuls les éléments nécessaires à la compréhension de l'invention ont été représentés aux figures et seront décrits par la suite. En particulier, en figure 2, on s'est contenté de représenter la structure multicellulaire d'une installation sans se préoccuper des détails constitutifs des cellules qui, sauf précision contraire, sont classiques. De plus, on fera référence à des publications de demandes de brevets auxquelles on pourra se reporter et dont les contenus respectifs sont intégralement incorporés par référence dans la présente description.

**[0025]** Une caractéristique de la présente invention est de prévoir une trempe sous flux d'air de pièces ayant subi une opération de cémentation ou de carbonitruration à basse pression. Selon l'invention, cette trempe sous air s'effectue sous haute pression (supérieure à 5 bars).

**[0026]** Un avantage de l'utilisation de l'air est qu'il s'agit d'une source de gaz gratuite, disponible partout sans conditionnement particulier, et inépuisable. Ainsi, on réduit considérablement le coût des étapes de trempe par rapport aux procédés classiques.

**[0027]** Toutefois, le recours à l'air était classiquement

exclu pour plusieurs raisons dans les procédés de trempe au gaz dans des installations de cémentation à basse pression ou analogue.

**[0028]** Tout d'abord, la présence d'oxygène juste 5 après la cémentation entraîne une oxydation que l'on croyait préjudiciable à plus d'un titre sur la pièce finale issue de trempe. Une oxydation de la pièce modifie sa dureté et rend sa surface granuleuse.

**[0029]** De plus, dans un four sous vide où les étapes 10 de cémentation et de trempe sous gaz sont réalisées successivement dans la même enceinte, l'introduction d'air n'est pas possible du fait de l'oxydation des parties chaudes du four.

**[0030]** En outre, une remise à l'air de la pièce pendant 15 toute la durée des traitements thermiques a pour effet de noircir sa surface par oxydation, ce qui était considéré comme rédhibitoire du point de vue de l'aspect de la pièce.

**[0031]** La présente invention prévoit, à l'inverse de 20 tous ces préjugés, d'utiliser l'air pour la trempe gazeuse de la pièce cémentée. Selon l'invention, cet air est utilisé sous haute pression (supérieure à 5 bars et, de préférence comprise entre 5 et 50 bars). Un autre avantage de la présente invention est que l'air peut être utilisé 25 avec des pressions très élevées sans difficulté. Or, le fait d'utiliser une pression élevée permet de raccourcir la durée de l'étape de trempe dans la mesure où le débit massique s'en trouve amélioré. Selon l'invention, la durée de l'étape de trempe sous air est limitée à quelques 30 minutes (typiquement, moins de 15 minutes) et est, de préférence, inférieure à 2 minutes. Plus la durée est courte, plus l'épaisseur de l'oxydation en surface de la pièce est faible. On notera que la recherche de la pression la plus élevée possible est compatible avec la recherche d'une durée minimale. Avec des durées aussi 35 faibles, l'épaisseur d'oxydation liée à la présence d'air pendant la trempe est limitée à quelques micromètres. Une telle épaisseur est négligeable par rapport aux épaisseurs de cémentation généralement réalisées (de 40 plusieurs centaines de micromètres à quelques millimètres).

**[0032]** En acceptant une oxydation sur une très faible épaisseur (moins de 5 micromètres), on autorise l'emploi d'air dans le traitement de trempe sans altérer les 45 propriétés de la pièce finale. En effet, une perte de dureté sur une si faible épaisseur est généralement parfaitement négligeable dans la mesure où la couche de dureté souhaitée se trouve immédiatement en dessous et n'est pas altérée.

**[0033]** De plus, les pièces sont le plus souvent soumises à une étape dite de grenaillage qui consiste à provoquer une érosion mécanique de leur surface. Classiquement, cette étape de grenaillage a pour objet d'éliminer les bavures et irrégularités de surface liées au moulage, forgeage ou usinage des pièces et qu'il est plus facile d'éliminer après cémentation en raison de la plus grande dureté de la pièce. Selon l'invention, cette étape élimine également les quelques micromètres 55

d'oxydation liés à la trempe sous air. On retrouve ainsi l'aspect métallique de la surface de la pièce comme à l'issue d'une trempe classique sous azote.

**[0034]** Les figures 1A et 1B représentent les évolutions respectives de la pression et de la température au cours d'un mode de mise en oeuvre du procédé de traitement thermique de l'invention, appliquée à un exemple de traitement d'un acier de nuance 20MnCr5.

**[0035]** Selon cet exemple, une charge constituée d'un lot de couronnes dentées représentant un poids total de 300 à 350 kg est introduite dans une installation de traitement par cémentation à basse pression. On souhaite obtenir, pour ces pièces, une teneur en carbone de 0,36 % jusqu'à 700 µm de profondeur.

**[0036]** La charge, introduite à température ambiante Tamb (figure 1B) dans l'installation, est d'abord portée à une température Tcem de 920 à 1000° C en 1 à 2 heures (instants t0 à t1). En même temps, ou séparément si un sas est utilisé comme on le verra par la suite en relation avec la figure 2, la pression est abaissée jusqu'à une valeur Pcem de 5 à 20 mbar (figure 1A). Puis, on soumet la charge à cinq étapes d'enrichissement (E) sous atmosphère carbonée, alternées avec autant d'étapes de diffusion (D) sous azote. Les durées respectives des étapes d'enrichissement et de diffusion sont choisies de façon classique et sont, de préférence, décroissantes pour les étapes d'enrichissement (par exemple, respectivement, d'environ 5 mn, 2 mn, 1 mn 40 s, 1 mn 35 s et 1 mn 30 s) et croissantes pour les étapes de diffusion (par exemple, respectivement, d'environ 5 mn, 10 mn, 15 mn, 25 mn et 40 mn). La durée totale de l'étape de cémentation est, par exemple, d'environ 97 mn (instants t1 à t2) et on obtient, en fin de cémentation, une teneur en carbone supérieure à 0,36 % jusqu'à une profondeur de 775 µm.

**[0037]** On soumet alors la charge à une trempe selon l'invention (instants t3 à t4) sous une pression d'air Ptrem d'environ 16 bars pendant 30 secondes. De préférence, les étapes de cémentation et de trempe sont mises en oeuvre dans des cellules distinctes. C'est pourquoi, en figure 1A, on a indiqué un temps de transfert (T, instants t2 à t3) de la cellule de cémentation à la cellule de trempe. En fin de traitement, on obtient un acier ayant une dureté de surface de 62-64 Hrc et une dureté de pieds de dent de 300-320 HV20.

**[0038]** L'étape de trempe a pour effet d'oxyder la surface sur une épaisseur de moins de 5 µm. Outre que cette profondeur est trop faible pour influer sur la dureté de la pièce, elle est de préférence, éliminée par une étape de grenaillage mise en oeuvre ultérieurement hors de l'enceinte. On notera que les profondeurs de diffusion du carbone sont généralement prévues avec une marge permettant que le grenaillage laisse subsister une épaisseur conforme à celle visée. Ainsi, l'invention ne requiert pas de rallonger les étapes d'enrichissement et de diffusion pour augmenter la profondeur de cémentation pour tenir compte de la faible oxydation.

**[0039]** Pour simplifier, on a considéré ci-dessus que

les pièces étaient ramenées à température ambiante par l'étape de trempe. En pratique, les pièces sont généralement sorties de l'installation alors qu'elles sont encore à une température plus élevée. Toutefois, cela ne change rien aux principes de l'invention.

**[0040]** A titre de comparaison, la trempe d'une telle charge pour ramener la température à environ 100° C dure environ 2 minutes sous une pression d'air de 20 bars, et environ 2,5 minutes sous une pression d'air de 10 bars.

**[0041]** La figure 2 représente un exemple de réalisation d'une installation de traitement adapté à la mise en oeuvre d'un traitement de trempe à l'air selon l'invention. Le mode de réalisation de la figure 2 s'inspire d'une installation modulaire telle que décrite dans la demande de brevet européen n° 0 922 778 de la demanderesse à laquelle on pourra se référer pour de plus amples détails.

**[0042]** Un module de base 6 comprend une enceinte étanche 10 sous forme de cylindre (de section non nécessairement circulaire) à axe horizontal. Les deux extrémités de ce cylindre 10, munies de collerettes, sont bouchées par des couvercles étanches amovibles 12. Des cellules de traitement sont reliées latéralement au cylindre 10 et se trouvent dans un même plan horizontal. Par exemple, deux cellules de traitement thermique 14 (par exemple, pour contenir deux charges à cémerter) sont disposées l'une en face de l'autre en étant reliées à un premier caisson de transfert 10-1 constitutif du cylindre 10. Une cellule de chargement-déchargement 15 est disposée en face d'une cellule de trempe 16, ces cellules étant reliées à un deuxième caisson de transfert 10-2, lui-même relié axialement au caisson 10-1.

**[0043]** Un dispositif de manutention est sous la forme d'un chariot 18 se déplaçant parallèlement à l'axe du cylindre 10, d'un caisson de transfert à un autre. Ce chariot se déplace, par exemple, sur des rails 20 s'étendant tout le long du cylindre 10. Le chariot est muni d'une fourche télescopique 22 qui est susceptible de s'étirer de part et d'autre du chariot 18 jusqu'au centre de chacune des cellules 14 à 16 pour y prendre et y déposer une charge 24 en cours de traitement. A la figure 2, en traits pleins, le chariot 18 se trouve au niveau des cellules 15 et 16, et la fourche télescopique 22 pénètre dans la cellule 15 pour y prendre une charge 24. Bien entendu, la cellule 15 a été préalablement mise à la basse pression de l'enceinte 10 pour pouvoir ouvrir la porte 15-1 qui constitue, avec la porte extérieure 15-2, un sas d'entrée. En pointillés, le chariot 18 se trouve au niveau des cellules 14. Une installation telle qu'illustrée à la figure 2 est modulaire, c'est-à-dire qu'un ou plusieurs modules supplémentaires 8 constitués chacun d'un caisson de transfert 10-3 pourvu de rails 20' et d'une ou deux cellules 14' peuvent être raccordés axialement à l'un des caissons 10-1 ou 10-2 pour compléter le cylindre 10.

**[0044]** La seule modification qu'il est nécessaire d'apporter à une installation telle que décrite dans la demande de brevet européen EP-A-0 922 778 susmentionnée,

pour la mise en oeuvre de l'invention, est de prévoir des moyens pour organiser une circulation d'air sous pression dans la cellule de trempe 16 et, selon un mode de réalisation préféré, des moyens pour remettre cette cellule sous vide avant l'introduction d'une nouvelle charge et/ou avant que la charge puisse retourner dans le caisson de transfert 10-2. La cellule 16 peut être isolée du reste de l'installation par une porte étanche 16-1.

**[0045]** A titre de variante, la cellule de trempe est également une cellule de cémentation. Toutefois, on préférera généralement prévoir des cellules distinctes et réduire ainsi le temps de traitement. En effet, on peut alors prévoir qu'une charge ou plusieurs charges soient en cours de cémentation dans une cellule adaptée alors qu'une autre charge précédente est en cours de trempe.

**[0046]** Selon une autre variante, on pourra prévoir que la cellule de trempe constitue le sas de sortie d'une installation multicellulaire. En effet, l'étape de trempe est généralement la dernière étape de traitement au sein de l'installation. Dans le cas d'une installation telle que celle de la demande de brevet européen EP-A-0 922 778 déjà citée, cela est compatible avec la trempe d'une charge en même temps que la cémentation d'une ou plusieurs charges suivantes. La seule modification à apporter concerne la cellule de trempe (16, figure 1) à laquelle il faut alors adapter une porte de déchargement vers l'extérieur.

**[0047]** Un avantage qu'il y a à utiliser la cellule de trempe comme sas de sortie est que les caissons de transfert qui constituent des volumes importants (plusieurs dizaines de mètres cubes) peuvent ainsi rester sous vide ou sous atmosphère contrôlée à basse pression. De plus, on gagne du temps en ne faisant pas repasser la charge une fois refroidie dans les caissons de transfert.

**[0048]** En outre, comme la structure classique de la cellule de chargement-déchargement 15 n'a pas besoin d'être modifiée, on peut quand même utiliser cette dernière comme sas de sortie, par exemple, si l'étape de trempe n'est pas la dernière du traitement appliqué à l'intérieur de l'installation. Un avantage qu'il y a à dissocier les sas d'entrée et de sortie est de faciliter l'organisation de la manutention des charges à l'extérieur de l'installation et l'association de cette installation avec le reste de la chaîne de fabrication des pièces.

**[0049]** Bien entendu, la présente invention est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, bien que l'invention ait été décrite en relation avec un traitement de cémentation à faible pression, elle s'applique plus généralement à tout traitement dans lequel se posent des problèmes similaires, en particulier dans lequel on prévoit aujourd'hui une trempe sous gaz neutre, sous azote ou analogue, à la suite d'un traitement à basse pression. Il pourra s'agir, par exemple, de carbonitration, de brasage et autres applications sous vide partiel avant trempe.

**[0050]** De plus, l'adaptation des données de mise en

œuvre du procédé de trempe de l'invention en fonction du type de pièces, du volume de la charge, et des traitements précédents est à la portée de l'homme du métier à partir des indications données ci-dessus. En particulier, on notera que les indications chiffrées de

l'exemple particulier indiqué précédemment n'ont qu'une vertu d'illustration de la faisabilité de l'invention, et que d'autres valeurs pourront être adoptées y compris pour le traitement de ce type d'acier. On notera également que la composition de l'air n'est généralement pas critique. En effet, les compositions de l'air atmosphérique des différentes régions du monde sont peu différentes (au moins pour ce qui concerne les composés intéressants l'invention) et ne nécessitent dans la plupart des cas, aucune adaptation particulière. A l'extrême, on pourra adapter le temps de trempe et/ou la pression d'air et/ou la vitesse de circulation à la teneur en oxygène de l'air. Bien sûr, l'air utilisé est cependant filtré pour éviter d'introduire des impuretés dans l'installation. De plus, l'air sera au besoin séché pour réduire les risques d'oxydation.

**[0051]** En outre, la réalisation pratique d'une installation de traitement de l'invention et son adaptation à l'application concernée est à la portée de l'homme du métier à partir des indications fonctionnelles données ci-dessus. En particulier, le choix du mode de chargement-déchargement des pièces dépend de l'application et, généralement, d'un compromis entre l'encombrement global de l'installation et la durée de traitement rapportée à la pièce. Enfin, on notera que l'invention peut également être mise en oeuvre dans une installation de traitement du type de celle décrite dans le brevet européen n° 0 388 333 de la demanderesse où plusieurs cellules de traitement verticales sont réparties au-dessus d'une enceinte étanche de transfert de la charge et de part et d'autre de la cellule de trempe. L'adaptation d'une telle installation à l'invention requiert simplement, comme pour l'installation décrite en relation avec la figure 2, d'associer à la cellule de trempe des moyens pour organiser la circulation d'air sous pression et, de préférence, également pour mettre cette cellule sous vide.

## Revendications

1. Procédé de trempe de pièces d'acier ayant subi un traitement thermique à faible pression (Pcem), caractérisé en ce qu'il consiste à soumettre les pièces à un flux d'air à pression élevée (Ptrem) .
2. Procédé de trempe selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pression d'air (Ptrem) est comprise entre 5 et 50 bars.
3. Procédé de trempe selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la durée (t4-t3) de trempe est inférieure à 15 minutes et, de préférence, inférieure à 2 minutes.

4. Procédé de trempe selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les pièces ne sont pas remises à l'air à pression atmosphérique (Patm) entre le traitement thermique à faible pression et la trempe à l'air sous pression élevée (Ptrem). 5
5. Procédé de traitement de pièces comprenant un traitement de cémentation à faible pression, suivi d'une étape de trempe, caractérisé en ce que l'étape de trempe est conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 4. 10
6. Procédé de traitement selon la revendication 5, caractérisé en ce que le traitement de cémentation comprend une alternance d'étapes d'enrichissement (E) à faible pression (Pcem) en présence d'un gaz de cémentation et d'étapes de diffusion (D) en présence d'un gaz neutre sensiblement à la même pression que les étapes d'enrichissement. 15 20
7. Procédé de traitement selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les pièces sont soumises, après l'étape de trempe, à une étape de grenaillage pour, notamment, éliminer les aspérités de surface indésirables. 25
8. Installation de traitement thermique, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens pour la mise en oeuvre du procédé de traitement selon l'une quelconque des revendications 5 à 7. 30
9. Installation de traitement thermique selon la revendication 8, caractérisée en ce qu'elle comprend plusieurs cellules de traitement (14, 15, 16) propres à être isolées de l'extérieur de façon étanche, et des moyens (18, 20, 22) de manutention pour transférer une charge (24) d'une cellule à une autre, une de ces cellules constituant une cellule de trempe (16) propre à être en outre isolée du reste de l'installation pour la mise en oeuvre d'une trempe sous air conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 4. 35 40
10. Installation de traitement selon la revendication 9, caractérisée en ce que la cellule de trempe (16) sert également de cellule de déchargement de la charge (24) en fin de traitement. 45

50

55

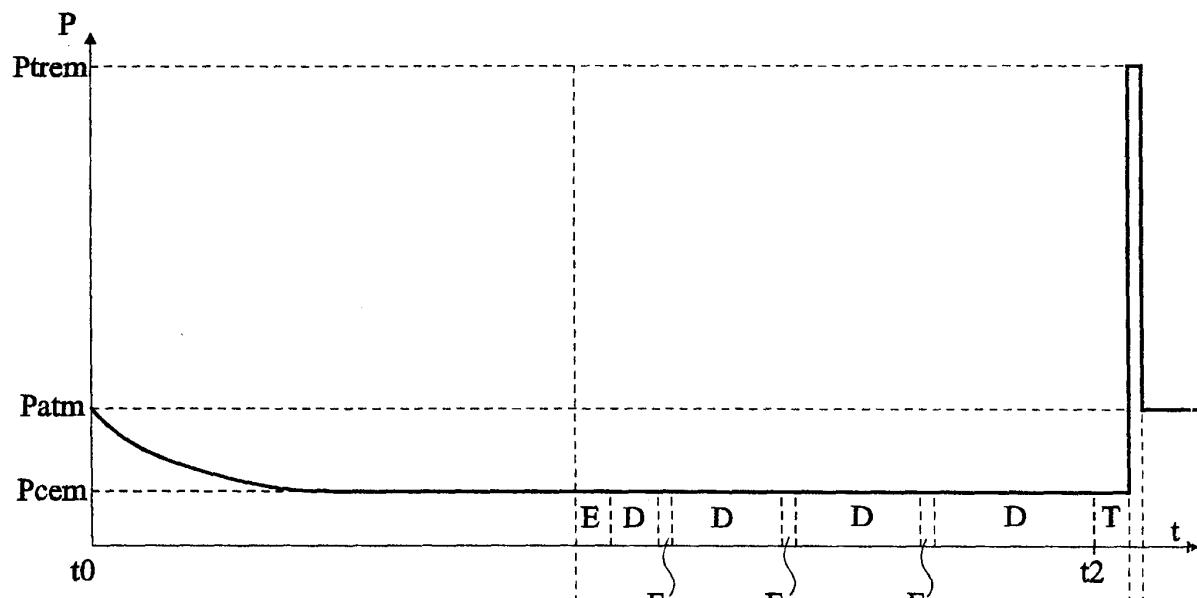


Fig 1A

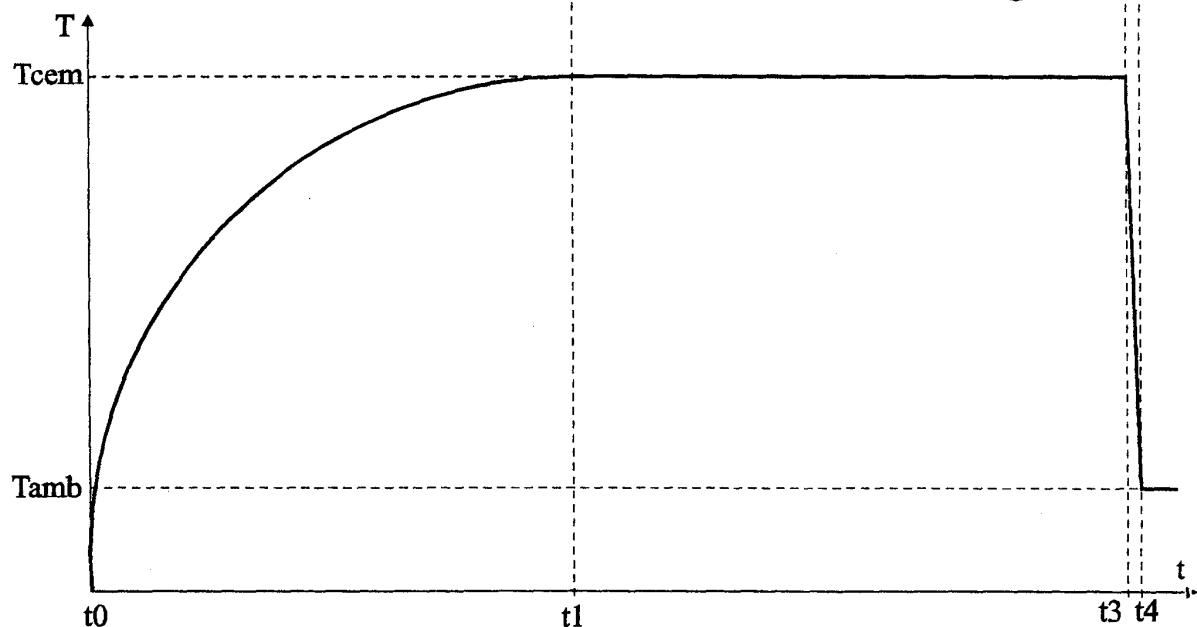


Fig 1B

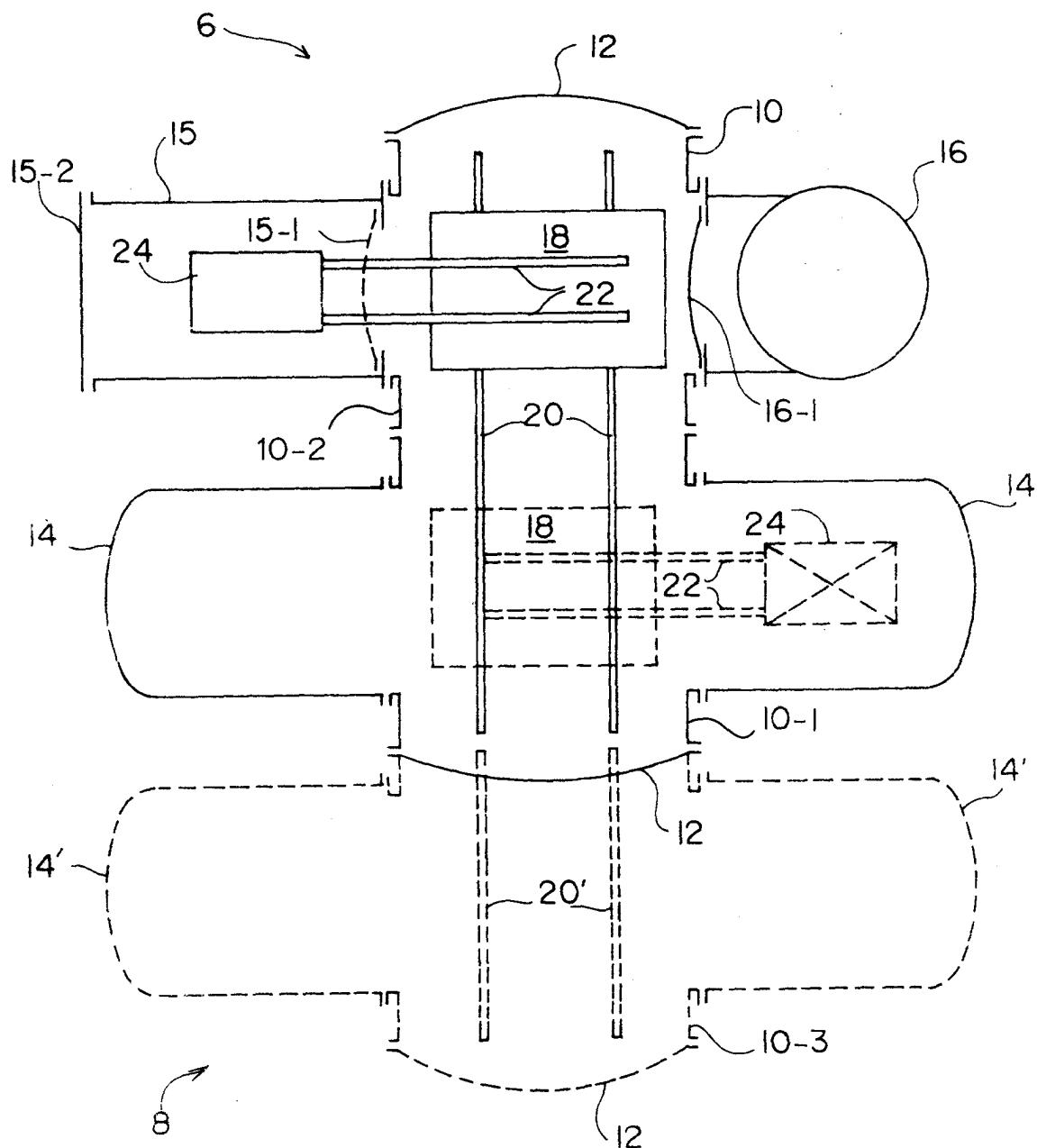


Fig 2



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 00 41 0142

| 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.7)       |
| Y   | ALTEA H: "NIEDERDRUCK-AUFKOHLUNG MIT HOCHDRUCK-GASABSCHRECKUNG VERFAHRENSTECHNIK UND ERGEBNISSE" HAERTEREI TECHNISCHE MITTEILUNGEN, DE, CARL HANSER VERLAG. MUNCHEN, vol. 53, no. 2, 1 mars 1998 (1998-03-01), pages 93-101, XP000755093 ISSN: 0341-101X<br>* le document en entier *<br>--- | 1-10  | C21D1/613<br>C23C8/22<br>C21D9/00         |
| Y   | HOFFMANN R ET AL: "MOEGLICHKEITEN UND GRENZEN DER GASABKUEHLUNG" HAERTEREI TECHNISCHE MITTEILUNGEN, DE, CARL HANSER VERLAG. MUNCHEN, vol. 47, no. 2, 1 mars 1992 (1992-03-01), pages 112-122, XP000267300 ISSN: 0341-101X<br>* page 122 *<br>---   | 1-10  |   |
| A,D   | FR 2 678 287 A (ETUDES CONST MECANIQUES)<br>31 décembre 1992 (1992-12-31)<br>---   |   | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) |
| A,D   | FR 2 771 754 A (ETUDES CONST MECANIQUES)<br>4 juin 1999 (1999-06-04)<br>---  |   | C21D<br>C23C                              |
| A   | DE 42 08 485 C (J. WÜNNING)<br>11 février 1993 (1993-02-11)<br>---   |   |   |
| A   | DE 37 36 501 C (DEGUSSA)<br>9 juin 1988 (1988-06-09)<br>---  | -/-   |   |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications  |  |   |   |
| Lieu de la recherche  | Date d'achèvement de la recherche  | Examinateur   |   |
| LA HAYE   | 5 mars 2001  | Mollet, G   |   |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES   |  | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |   |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |  |   |   |



Office européen  
des brevets

**RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE**

Numéro de la demande  
EP 00 41 0142

| <b>DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>  |   |                         |                                     |                      |                                   |             |  |         |             |           |  |
|---|---|-------------------------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------|--|---------|-------------|-----------|--|
| Catégorie   | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes   | Revendication concernée | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7) |                      |                                   |             |  |         |             |           |  |
| A   | <p>TINSCHER R ET AL: "FIXTURHAERTUNG VON WAEZLAGERRINGEN UNTER VERWENDUNG VON GASFOERMIGEN ABSCHRECKMEDIEN"<br/>HAERTEREI TECHNISCHE MITTEILUNGEN, DE, CARL HANSER VERLAG, MUNCHEN,<br/>vol. 53, no. 2, 1 mars 1998 (1998-03-01),<br/>pages 108-115, XP000755095<br/>ISSN: 0341-101X</p> <p>-----</p> |                         |                                     |                      |                                   |             |  |         |             |           |  |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications  |   |                         |                                     |                      |                                   |             |  |         |             |           |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Lieu de la recherche</td><td style="width: 33%;">Date d'achèvement de la recherche</td><td colspan="2" style="width: 34%;">Examinateur</td></tr> <tr> <td>LA HAYE</td><td>5 mars 2001</td><td colspan="2">Mollet, G</td></tr> </table>  |   |                         |                                     | Lieu de la recherche | Date d'achèvement de la recherche | Examinateur |  | LA HAYE | 5 mars 2001 | Mollet, G |  |
| Lieu de la recherche  | Date d'achèvement de la recherche   | Examinateur             |                                     |                      |                                   |             |  |         |             |           |  |
| LA HAYE   | 5 mars 2001   | Mollet, G               |                                     |                      |                                   |             |  |         |             |           |  |
| <p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul<br/>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br/>A : arrière-plan technologique<br/>O : divulgation non-écrite<br/>P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br/>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br/>D : cité dans la demande<br/>L : cité pour d'autres raisons<br/>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> |   |                         |                                     |                      |                                   |             |  |         |             |           |  |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 00 41 0142

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

05-03-2001

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |   | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) |              |            | Date de<br>publication |
|---|---|------------------------|---|--------------|------------|------------------------|
| FR 2678287                                      | A | 31-12-1992             | AUCUN                                   |              |            |                        |
| FR 2771754                                      | A | 04-06-1999             | EP                                      | 0922778 A    | 16-06-1999 |                        |
|   |   |                        | JP                                      | 11237185 A   | 31-08-1999 |                        |
|   |   |                        | US                                      | 6065964 A    | 23-05-2000 |                        |
| DE 4208485                                      | C | 11-02-1993             | AT                                      | 160382 T     | 15-12-1997 |                        |
|   |   |                        | DE                                      | 59307686 D   | 02-01-1998 |                        |
|   |   |                        | EP                                      | 0562250 A    | 29-09-1993 |                        |
|   |   |                        | JP                                      | 6010037 A    | 18-01-1994 |                        |
|   |   |                        | US                                      | 5452882 A    | 26-09-1995 |                        |
| DE 3736501                                      | C | 09-06-1988             | AT                                      | 65801 T      | 15-08-1991 |                        |
|   |   |                        | AU                                      | 606473 B     | 07-02-1991 |                        |
|   |   |                        | AU                                      | 2440488 A    | 04-05-1989 |                        |
|   |   |                        | BG                                      | 49828 A      | 14-02-1992 |                        |
|   |   |                        | BR                                      | 8805492 A    | 04-07-1989 |                        |
|   |   |                        | CA                                      | 1308631 A    | 13-10-1992 |                        |
|   |   |                        | CN                                      | 1033841 A, B | 12-07-1989 |                        |
|   |   |                        | CS                                      | 8807111 A    | 12-10-1990 |                        |
|   |   |                        | DD                                      | 283421 A     | 10-10-1990 |                        |
|   |   |                        | DE                                      | 3864007 A    | 05-09-1991 |                        |
|   |   |                        | DK                                      | 596588 A     | 29-04-1989 |                        |
|   |   |                        | EP                                      | 0313888 A    | 03-05-1989 |                        |
|   |   |                        | ES                                      | 2023993 T    | 01-08-1998 |                        |
|   |   |                        | FI                                      | 884513 A, B, | 29-04-1989 |                        |
|   |   |                        | HR                                      | 920581 B     | 31-10-1997 |                        |
|   |   |                        | HU                                      | 49651 A, B   | 30-10-1989 |                        |
|   |   |                        | IL                                      | 87762 A      | 31-01-1993 |                        |
|   |   |                        | JP                                      | 1149920 A    | 13-06-1989 |                        |
|   |   |                        | JP                                      | 3068135 B    | 24-07-2000 |                        |
|   |   |                        | MX                                      | 169690 B     | 19-07-1993 |                        |
|   |   |                        | NO                                      | 884389 A, B, | 02-05-1989 |                        |
|   |   |                        | PL                                      | 275471 A     | 02-05-1989 |                        |
|   |   |                        | PT                                      | 88896 A      | 14-09-1989 |                        |
|   |   |                        | RO                                      | 110067 B     | 29-09-1995 |                        |
|   |   |                        | SI                                      | 8811937 A    | 30-06-1997 |                        |
|   |   |                        | SU                                      | 1813104 A    | 30-04-1993 |                        |
|   |   |                        | US                                      | 4867808 A    | 19-09-1989 |                        |
|   |   |                        | YU                                      | 193788 A     | 30-04-1990 |                        |
|   |   |                        | ZA                                      | 8806853 A    | 30-05-1989 |                        |