



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1013361A3

NUMERO DE DEPOT : 2000/0220

Classif. Internat. : C12D

Date de délivrance le : 04 Décembre 2001

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 27 Mars 2000 à 14H20 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : LE FOUR INDUSTRIEL BELGE
Rue des Trois Arbres 14, B-1180 BRUXELLES(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : CLAEYS Pierre, GEVERS & VANDER HAEGHEN, Rue de Livourne 7,
-B 1060 BRUXELLES.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PROCEDE ET DISPOSITIF DE CHAUFFAGE DE FIL METALLIQUE.

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Bruxelles, le 04 Décembre 2001
PAR DELEGATION SPECIALE :

L. WUYTS
DELEGUE

PROCEDE ET DISPOSITIF DE CHAUFFAGE DE FIL METALLIQUE

La présente invention est relative à un procédé de chauffage de fil métallique, comprenant une formation d'un lit fluidisé par passage
5 d'un agent fluidisant à travers un milieu particulaire fluidisable, un chauffage du lit fluidisé, et un défilement à travers le lit fluidisé chauffé d'au moins un fil métallique à chauffer. Elle concerne aussi un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé.

On connaît déjà depuis quelques années des fours de chauffage
10 de fil faisant appel à un lit fluidisé et la présente demanderesse a déjà mis sur le marché de tels fours, notamment pour la diffusion de revêtements de Cu-Zn dans des fils d'acier.

La demanderesse a en effet constaté qu'un bon échange thermique pouvait être obtenu entre des particules chauffées du lit
15 fluidisé, qui sont en quelque sorte bombardées à la surface des fils en défilement dans le lit, et les fils eux-mêmes.

Un procédé, tel qu'indiqué ci-dessus, a été décrit dans le brevet japonais 2623004. Le chauffage du lit s'effectue suivant une forme de réalisation à l'aide de l'agent fluidisant qui consiste en gaz de fumées
20 résultant de la combustion d'un gaz de combustion dans de l'air, cet agent fluidisant étant injecté dans le fond du lit fluidisé par des lances perforées, très sophistiquées pour empêcher une pénétration des particules du lit dans la lance. Suivant une autre forme de réalisation, une source de chaleur extérieure au lit fluidisé est formée de brûleurs
25 situés au-dessus du lit fluidisé et projetant une flamme ou des gaz chauds verticalement sur celui-ci.

Le procédé suivant ce document antérieur permet d'atteindre dans le lit fluidisé une température seulement modérée de 470 à 550°C. Dans sa première forme de réalisation, il est limité par la

complexité même des lances alimentant le lit en agent fluidisant, de telles lances ne pouvant supporter l'agressivité de gaz de fumées d'une température trop élevée, au risque de devoir être remplacées très régulièrement. Quant au chauffage vertical par le haut, il présente
5 l'inconvénient d'être peu efficace et surtout d'entraîner un manque d'uniformité dans la température du lit. En effet, les brûleurs utilisés ont chacun un impact ponctuel sur le lit avec pour conséquence de petites surfaces du lit très chaudes et les parties avoisinantes beaucoup moins, ce qui est évidemment à éviter pour obtenir un traitement
10 adéquat des fils.

La présente invention a pour but de surmonter ces problèmes et de permettre un chauffage rapide et uniforme du lit fluidisé et donc des fils à traiter, et cela à un bon rendement énergétique. Elle a également pour but de mettre au point un procédé et un dispositif de chauffage de
15 fil métallique par l'intermédiaire d'un lit fluidisé, qui permettent un chauffage des fils, non seulement aux températures indiquées ci-dessus, mais à des températures nettement supérieures, par exemple pour permettre une austénitisation de fils d'acier.

La présente invention a également pour but d'offrir une solution
20 à l'encombrement parfois important des fours, en particulier des fours utilisés dans l'austénitisation des fils en acier, le recuit de fils en acier doux, la diffusion de revêtements Zn-Cu dans des fils d'acier, etc..., tout en atteignant des qualités de fils traités équivalentes ou même supérieures

25 En effet, classiquement, la chauffe du fil ou de la nappe de fils dans les procédés de patentage de fils se réalise soit dans des fours à feu nu soit dans des fours à tubes, sans intervention de lit fluidisé. Lorsqu'il s'agit d'acier non allié, le chauffage est généralement réalisé dans des fours à feu nu dont les atmosphères, obtenues par

combustion d'un gaz et d'un comburant, sont réglées de telle sorte à être :

a) oxydantes dans la première phase d'échauffement des produits de façon à brûler les résidus de diverses natures pouvant se trouver à leur

5 surface,

b) réductrices par rapport au produit, lorsque ce dernier a dépassé la phase de transformation allotropique afin d'éviter une oxydation et une décarburation en surface des produits.

Lorsqu'il s'agit d'acier allié, un état de surface particulier est
10 généralement recherché. Les produits sont, dès lors, chauffés par des tubes rayonnants parcourus par un gaz protecteur permettant ainsi de conserver un état de surface impeccable aux produits durant toute sa phase d'échauffement.

Dans les deux cas, le temps de chauffage est relativement long
15 étant donné les faibles coefficients de transfert calorifique, soit par convection dans le cas de fours à feu nu, soit par rayonnement pur dans le cas de fours à tubes.

La longueur du four nécessaire au chauffage du fil à une température d'austénitisation de l'ordre de 950°C prend alors une
20 importance qui joue au détriment du processus suivant, la période d'égalisation de température au sein de la masse métallique du fil ("soaking") qui ne peut qu'être courte (normalement quelques secondes) si l'on veut maintenir des dimensions du four dans des limites acceptables pour les utilisateurs de four. Il en résulte une
25 mauvaise dissolution de la cémentite présente aux joints des grains d'austénite pendant le chauffage des fils.

On résout les problèmes cités ci-dessus par un procédé de chauffage de fil métallique, tel qu'indiqué au début, dans lequel l'étape de chauffage comprend au moins un chauffage du lit fluidisé, qui est

produit sensiblement tangentiellement à une surface supérieure moyenne de celui-ci.

Comme il est connu, un lit fluidisé est formé de particules de matière solide qui sont amenées en suspension par l'entraînement d'un agent fluidisant, normalement un gaz, qui traverse le lit de bas en haut. Au cours de cette traversée l'agent fluidisant porte vers le haut les particules dont certaines sont projetées en forme de vagues ou de protubérances plus haut que d'autres. On obtient donc, en section transversale du lit, une bande supérieure très mouvementée, dont la surface supérieure est continuellement variable en hauteur, et qui représente une partie du lit moins dense en particules.

Par l'expression surface supérieure moyenne du lit fluidisé, il faut donc entendre suivant l'invention la surface qui se situe à la hauteur moyenne entre les creux et les sommets des vagues existant à la surface supérieure du lit.

Par le chauffage tangentiel à cette surface supérieure moyenne, les particules du lit fluidisé, qui se trouvent là dans un état peu dense, fort dispersé, peuvent être chauffées à des températures extrêmement élevées, proches de l'incandescence, et le lit peut atteindre en très peu de temps des températures pouvant dépasser même les 1000°C. Les particules ainsi fortement chauffées, transfèrent la chaleur aux autres particules qui seront en contact avec les fils en obtenant un échange thermique optimal à une vitesse impossible à envisager conformément à l'enseignement de la technique antérieure. Par ailleurs, le chauffage tangentiel est indépendant de l'agent fluidisant et les lances perforées projetant cet agent ne sont pas agressées par des gaz de fumées portés à des températures excessives.

Suivant une forme de réalisation de l'invention, ledit au moins un chauffage tangentiel est orienté transversalement par rapport à une

direction de défilement desdits au moins un fil métallique à chauffer. Par son orientation transversale et tangentielle le chauffage du lit fluidisé permet un chauffage uniforme et étalé sur toute la largeur du lit des particules en suspension dans le lit, ce qui permet un chauffage
5 uniforme des fils en défilement dans le four.

Suivant une forme de réalisation avantageuse de l'invention, ledit au moins un chauffage tangentiel comprend une projection d'au moins une flamme tangentiellement à ladite surface supérieure moyenne du lit fluidisé. A l'aide d'un tel procédé, les flammes projetées
10 à partir de brûleurs chauffent directement les particules du lit fluidisé, sans que des gaz brûlés à haute température ne doivent passer à travers un tube perforé, fragile dans ces conditions. L'agencement est simple et hautement efficace.

Suivant une forme de réalisation particulière de l'invention, ledit
15 au moins un chauffage tangentiel comprend un échange de chaleur entre un milieu chauffant et le lit fluidisé par l'intermédiaire d'au moins un tube qui est disposé tangentiellement à ladite surface supérieure moyenne du lit fluidisé et à travers lequel passe ledit milieu chauffant. On peut ainsi chauffer efficacement et rapidement des fils en acier allié
20 qui ne peuvent entrer en contact avec des gaz de fumée. L'échange thermique se produit de manière remarquable entre un simple tube, non perforé, au travers duquel passe le milieu chauffant et les particules peu denses du lit qui viennent lécher les parois du tube chauffé.

25 Suivant une forme de réalisation perfectionnée de l'invention, le procédé comprend un chauffage de fils en acier à une température de fil de 950°C, une sortie des fils hors du lit fluidisé chauffé et un maintien des fils à cette température pendant une période d'égalisation de température au sein de la masse métallique des fils comprise entre 15

et 20 secondes, pendant laquelle il se produit une dissolution de carbures présents dans l'acier des fils.

La conclusion des nombreux tests réalisés est qu'un temps d'égalisation de température au sein de la masse métallique de l'ordre
5 de 20 secondes permet d'obtenir une dissolution quasi totale des carbures sans avoir de grossissement des grains d'austénite (taille inférieure à 35 μm).

Les 20 secondes de temps de maintien à la température d'austénitisation vu la vitesse de défilement des fils (qui peut être de
10 l'ordre de 30 m/min et même de 60 m/min) font que cette zone de four devient évidemment excessive en terme de longueur dans le cas d'une conception classique de four de patentage. Cette zone étant située juste après la zone nécessaire au chauffage du fil ou de la nappe de fils, ces longueurs totalisées conduisent à des longueurs d'installation
15 inacceptables sur les plans de manipulation et d'utilisation de la ligne ainsi que pour un aspect financier.

Au contraire, étant donné l'excellent coefficient de transfert thermique par l'intermédiaire du lit fluidisé chauffé suivant l'invention, la température de chauffe des fils, pendant laquelle se produit
20 l'austénitisation des fils, peut être drastiquement raccourcie, et donc on peut à présent envisager une période de maintien en température d'austénitisation de l'ordre de 20 secondes sans grever le coût de l'installation à un niveau commercialement indéfendable, et en permettant d'obtenir des fils en acier totalement décarburés. De plus,
25 cette forme de réalisation permet de décomposer l'installation en deux unités, l'une relativement courte, sous la forme d'un four à lit fluidisé et l'autre consistant en un simple tube ou caisson isolé où les fils défilent en étant maintenus à température par des moyens simples tels que des éléments chauffants électriques, des brûleurs à gaz du type rayonnant,

l'agent fluidisant recirculé depuis le four allongé, ou encore un second lit fluidisé.

D'autres particularités du procédé suivant l'invention sont indiquées dans les revendications 1 à 9 qui suivent.

5 On a également prévu, suivant l'invention, un dispositif de chauffage de fil métallique, comprenant un four allongé dans lequel un lit fluidisé est formé par passage d'un agent fluidisant à travers un milieu particulaire fluidisable, des moyens de chauffage du lit fluidisé, et des moyens d'entraînement d'au moins un fil métallique à chauffer qui
10 le font défiler à travers le lit fluidisé chauffé, ce dispositif comprenant au moins des moyens de chauffage du lit fluidisé qui produisent un chauffage sensiblement tangentiellement à une surface supérieure moyenne de celui-ci.

D'autres détails concernant les dispositifs suivant l'invention sont
15 indiqués dans les revendications 10 à 16 qui suivent.

D'autres détails et particularités de l'invention ressortiront de la description donnée ci-après, à titre non limitatif, de quelques exemples de réalisation de dispositifs suivant l'invention, avec référence aux dessins annexés.

20 Les figures 1 à 3 représentent une vue en coupe transversale de trois variantes de réalisation de four à lit fluidisé suivant l'invention.

La figure 4 représente une vue du dessus du four représenté sur la figure 1.

La figure 5 représente un dispositif comprenant deux unités
25 successives, l'une pour la chauffe des fils et l'autre pour le maintien en température.

La figure 6 représente un graphique illustrant la variation de température du fil défilant dans le four en fonction du temps.

Dans les différents dessins, les éléments identiques ou analogues sont désignés par les mêmes références.

Sur la figure 1, on a représenté en coupe transversale un four allongé 1 contenant un lit fluidisé 2. Le lit fluidisé 2 est formé de
5 particules relativement finement divisées en une matière résistant aux hautes températures et de préférence inerte vis-à-vis des fils à chauffer. On peut envisager par exemple des particules de silice, de zircon, d'alumine ou d'autres matières réfractaires ayant une bonne aptitude à transmettre de la chaleur aux corps qui sont en contact avec
10 elles. On peut citer tout particulièrement des sables d'alumine, par exemple de granulométrie F90 selon la norme FEPA 42F 1984, ou des sables de zircon.

Un agent fluidisant, tel que par exemple de l'air, de l'azote, de l'ammoniac, est introduit à haute pression et dans le cas présent à la
15 température ambiante à la base du lit fluidisé, par l'intermédiaire d'une lance perforée 3. Tout gaz protecteur judicieusement choisi en fonction de la nature de l'acier peut être utilisé dans ce but. Par sa pression et son débit, l'agent fluidisant emporte les particules du lit vers le haut et les amène en suspension. Cette suspension de type tourbillonnaire se
20 manifeste en haut du lit 2 par la formation de vagues, la surface supérieure moyenne du lit étant représentée par un trait mixte 4.

Il faut noter que le chauffage du lit fluidisé se fait indépendamment de l'agent fluidisant. Celui-ci, froid ou à température ambiante, ne sollicite aucunement la lance par laquelle il est projeté
25 dans le lit fluidisé et la durée de vie des lances en est par conséquent très largement augmentée par rapport aux lances selon la technique antérieure qui servent à la fois à la fluidisation et au chauffage du lit.

L'agent de fluidisation très chaud après son passage au travers du lit est récupéré alors au haut du four par un conduit d'échappement 5 (v. figure 5).

Dans les exemples illustrés sur les figures, une nappe de fils 6
5 défile dans le four en suivant la direction longitudinale du four qui est perpendiculaire au plan du dessin, à une vitesse qui est calculée en fonction d'une constante fixée par les impératifs de production et donc de capacité de la ligne de traitement. Cette constante est égale au produit du diamètre du fil exprimé en mm et de la vitesse du fil
10 exprimée en m/minute. Donc, plus le fil est mince, plus sa vitesse de défilement sera rapide et inversement. Il faut noter qu'on pourrait envisager le défilement d'un seul fil à la fois dans le four, ou le défilement de plusieurs fils de différents diamètres, ou le défilement de plusieurs nappes superposées à la fois.

15 Ainsi qu'il est illustré sur la figure 1, les moyens de chauffage du lit fluidisé consistent en plusieurs brûleurs 7 (v. aussi figure 4) qui sont, dans cet exemple, disposés de part et d'autre de la nappe de fils à chauffer et qui projettent leur flamme ou fumées transversalement à la direction de défilement des fils. Les flammes ou fumées sont en
20 particulier projetées tangentiellement à ladite surface supérieure moyenne 4 du lit fluidisé en chauffant ainsi directement les particules en suspension dans une bande du lit où elles sont moins denses et donc plus aisément portées quasiment à incandescence. Il est évident que, si dans les exemples illustrés la direction dite tangentielle de la
25 flamme ou des fumées coïncide parfaitement avec la surface 4 représentée, on peut envisager de disposer les brûleurs légèrement en oblique par rapport à cette flamme ou ces fumées, pour autant que l'on obtienne toujours un chauffage bien étalé à la surface du lit et que les fils ne soient pas atteints par la flamme ou les fumées.

La flamme des brûleurs et les fumées produites à la sortie du brûleur résultent d'une manière courante de la combustion d'un combustible et d'un comburant, par exemple d'un gaz ou liquide combustible, tel que CH_4 , fuel, etc..., et d'air, enrichi ou non en oxygène, ou même d'oxygène considéré industriellement pur. Les gaz de fumées formés sont alors récupérés par le conduit d'échappement 5, simultanément à l'agent fluidisant chauffé.

Ainsi qu'il ressort de la figure 4, les brûleurs sont disposés de manière alternée à gauche et à droite de la nappe de fils et la flamme et le jet de gaz brûlés très chauds qui l'accompagne s'étendent transversalement sur toute la largeur du four. Cette disposition offre l'avantage de permettre un chauffage très uniforme du lit fluidisé et donc des fils à traiter.

Dans la forme de réalisation illustrée sur la figure 2, les fils à chauffer ne peuvent entrer en contact avec des gaz brûlés pour conserver leur état de surface. Le chauffage du lit se fait ici aussi tangentiellement à la surface supérieure moyenne 4 du lit, mais par l'intermédiaire d'un tube non perforé 8 que viennent lécher les vagues des particules du lit, qui sont ainsi portées à haute température. Les gaz brûlés sortent par un conduit de sortie 9 par lequel ils peuvent être récupérés.

La forme de réalisation illustrée sur la figure 3 est du même type que celle représentée sur la figure 2. Toutefois, dans ce cas, on a prévu un caisson 10 situé en dessous du lit fluidisé et en communication avec la lance de projection 3. Un ou des brûleurs 11 sont agencés dans ce caisson et permettent d'obtenir des fumées chaudes jusqu'à une température modérée, supérieure à la température ambiante, par exemple de l'ordre de 400 à 500°C, où les fumées ne sont pas encore exagérément agressives pour les lances 3.

Cette forme de réalisation permet une efficacité encore accrue du chauffage du lit fluidisé. Il est bien entendu qu'on pourrait aussi prévoir cet agencement avec celui des brûleurs à flamme nue tel qu'illustré sur la figure 1.

5 Les fils à traiter dans les fours suivant l'invention sont par exemple des fils d'acier que l'on va soumettre à une opération de patentage.

L'opération de patentage est un processus bien connu dans le monde du tréfilage, il consiste à porter, dans un premier temps, la
10 température d'un fil ou d'une nappe de fils métalliques à un niveau tel que l'on obtienne une transformation de la ferrite et perlite ou perlite et cémentite en austénite.

Dans un deuxième temps, on réalise ce que l'on appelle une trempe isothermique de façon à retransformer l'austénite
15 (préalablement obtenue par chauffage) en perlite fine afin d'obtenir de bonnes propriétés mécaniques et, spécialement, une excellente aptitude au tréfilage.

Pendant l'étape de chauffage du fil, il faut atteindre une température de l'ordre de 950°C pour obtenir une austénitisation de
20 l'acier. Toutefois, avant de passer à la trempe, une période d'égalisation de température au sein de la masse métallique, dite "soaking", s'avère favorable pour dissoudre les carbures présents aux joints de grains d'austénite.

Ainsi qu'il est illustré sur la figure 5, dans un dispositif suivant
25 l'invention on va pouvoir prévoir deux unités distinctes, une unité de chauffe 1 et une unité d'égalisation de température 12.

L'unité de chauffe est constituée d'un four 1 à lit fluidisé 2, tel que précédemment décrit, qui peut être relativement court, étant donné l'excellent coefficient de transfert thermique de ce type de four. Le fil 6

défile en continu à travers ce four qui peut avoir une longueur de par exemple 5 à 6 m. Dans le fond du four, un caisson 10 du type de celui représenté sur la figure 3 est agencé pour permettre un chauffage préalable du milieu fluidisant. La température du sable fluidisé chauffé
5 suivant l'invention peut avantageusement atteindre environ 1000°C.

Le fil 6 sort ainsi du four 1 à une température d'environ 950°C et passe alors dans l'unité d'égalisation de température 12, par l'intermédiaire d'une trémie étanche 13. L'unité 12 est constituée d'un caisson ou tube parfaitement isolé du point de vue thermique. Dans
10 celui-ci il suffit de maintenir la température de fil acquise de 950°C et un échange thermique permettant un chauffage n'est plus nécessaire. Dans le cas illustré, ce maintien à température est réalisé par un recyclage des gaz brûlés de l'unité 1 par le conduit d'échappement 5. Les gaz brûlés dégagés sont amenés à un moyen de filtrage, par
15 exemple un cyclone 14, et les gaz filtrés encore chauds ou partiellement chauffés de manière complémentaire sont amenés à l'aide d'une pompe 15 à l'unité 12 pour le maintien à température du fil. La dissolution des carbures (cémentite) s'accomplit dans l'unité 12, qui a une longueur d'environ 4 m et dans laquelle, en défilant, le fil reste
20 environ 20 secondes. A la sortie de l'unité 12, le fil passe à un dispositif de trempe 16 uniquement partiellement représenté.

Le dispositif total de cet exemple a donc une longueur tout à fait acceptable en termes d'encombrement d'environ 9 à 10 m.

Un exemple de réalisation non limitatif va à présent être donné
25 pour expliquer l'invention de manière plus détaillée.

Exemple

Un fil en acier de type eutectoïde et d'un diamètre de 3 mm est introduit dans un four à lit fluidisé équipé suivant l'invention dont la constante

DV (diamètre de fil (mm) x vitesse de défilement (m/min)) est de 36. Le lit fluidisé est constitué de Al_2O_3 - F90, d'une granulométrie de 106 à 250 μm . Il est maintenu en suspension par un gaz fluidisant, ici de l'air, présentant une pression minimum de 370 mm H_2O et un débit de 250

5 Nm^3/h . Le gaz fluidisant est introduit par le bas du lit fluidisé à la température ambiante.

Des brûleurs projettent tangentiellement à la surface supérieure moyenne du lit fluidisé des fumées résultant de la combustion de gaz et d'air de combustion, de façon à chauffer les particules du lit fluidisé

10 quasiment à l'incandescence et à obtenir un lit d'une température moyenne d'environ 1000°C. Les fumées des brûleurs sont en contact direct avec le lit fluidisé.

Ainsi qu'il ressort de la courbe A du graphique donné à la figure 6, le fil atteint une température de 950°C après environ 20 secondes de

15 défilement, au maximum 30 secondes, c'est-à-dire que la longueur du four à lit fluidisé suivant l'invention peut se limiter à une valeur d'environ 5 m, pour la constante DV choisie ci-dessus.

Sur une longueur de 4 m, qui correspond à une période de passage de 20 secondes du fil, celui-ci est maintenu dans l'unité 12 à

20 la température de 950°C, pour la dissolution de la cémentite tertiaire.

A titre de comparaison, on a fait défiler un fil identique à travers un four à feu nu classique, sans lit fluidisé, de type haute convection. On peut remarquer sur la courbe B que le fil doit être chauffé pendant environ 50 secondes pour atteindre la température d'austénitisation et

25 que la période d'égénération de température au sein de la masse métallique ne peut s'effectuer, dans un four d'une même longueur et avec une même constante DV, que pendant 3 à 4 secondes, ce qui est insuffisant pour obtenir une bonne dissolution des carbures (cémentite tertiaire).

Il doit être entendu que la présente invention n'est en aucune façon limitée aux formes de réalisation décrites ci-dessus et que bien des modifications peuvent y être apportées sans sortir du cadre des revendications annexées.

REVENDICATIONS

1. Procédé de chauffage de fil métallique, comprenant

- 5 - une formation d'un lit fluidisé par passage d'un agent fluidisant à travers un milieu particulaire fluidisable,
 - un chauffage du lit fluidisé, et
 - un défilement à travers le lit fluidisé chauffé d'au moins un fil métallique à chauffer,
10 caractérisé en ce que l'étape de chauffage comprend au moins un chauffage du lit fluidisé, qui est produit sensiblement tangentiellement à une surface supérieure moyenne de celui-ci.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit au moins un chauffage tangentiel est orienté transversalement
15 par rapport à une direction de défilement desdits au moins un fil métallique à chauffer.

3. Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que ledit au moins un chauffage tangentiel comprend une projection d'au moins une flamme et/ou jet de fumées
20 tangentiellement à ladite surface supérieure moyenne du lit fluidisé.

4. Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que ledit au moins un chauffage tangentiel comprend un échange de chaleur entre un milieu chauffant et le lit fluidisé par l'intermédiaire d'au moins un tube qui est disposé tangentiellement à
25 ladite surface supérieure moyenne du lit fluidisé et à travers lequel passe ledit milieu chauffant.

5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le chauffage du lit fluidisé comprend en outre

un chauffage de l'agent fluidisant préalablement à son passage à travers le milieu particulaire fluidisable.

6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le chauffage du lit fluidisé permet un chauffage dudit au moins un fil à une température de fil supérieure à 690°C, avantageusement supérieure à 800°C, de préférence supérieure à 900°C.

7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend un chauffage de fils en acier à une température de fil de 950°C, une sortie des fils hors du lit fluidisé chauffé et un maintien des fils à cette température pendant une période d'égalisation de température au sein de la masse métallique des fils comprise entre 15 et 20 secondes, pendant laquelle il se produit une dissolution de carbures présents dans l'acier des fils.

8. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend un chauffage de fils en acier doux à une température de fil de 700 à 750°C et ensuite une période de recuit des fils chauffés.

9. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend un chauffage de fils en acier revêtu d'un système Cu-Zn à une température de fil de 700 à 750°C et une diffusion du système Cu-Zn en surface des fils.

10. Dispositif de chauffage de fil métallique, comprenant

- un four allongé (1) dans lequel un lit fluidisé (2) est formé par passage d'un agent fluidisant à travers un milieu particulaire fluidisable,
- des moyens de chauffage du lit fluidisé, et
- des moyens d'entraînement d'au moins un fil métallique (6) à chauffer qui le font défiler à travers le lit fluidisé chauffé (2),

caractérisé en ce qu'il comprend au moins des moyens de chauffage (7, 8) du lit fluidisé qui produisent un chauffage sensiblement tangentiellement à une surface supérieure moyenne (4) de celui-ci.

11. Dispositif suivant la revendication 10, caractérisé en
5 ce que les moyens de chauffage tangentiels comprennent au moins un brûleur (7) qui projette une flamme et/ou des fumées tangentiellement à ladite surface supérieure moyenne (4) du lit fluidisé (2).

12. Dispositif suivant la revendication 11, caractérisé en
ce qu'il comprend plusieurs brûleurs (7) disposés de part et d'autre du
10 ou des fils (6) en défilement, de préférence de manière alternée, et projetant leur flamme et/ou fumées transversalement à une direction de défilement du ou des fils.

13. Dispositif suivant la revendication 10, caractérisé en
ce que les moyens de chauffage tangentiels comprennent des tubes (8)
15 qui sont disposés tangentiellement à ladite surface supérieure moyenne (4) du lit fluidisé (2), transversalement à une direction de défilement du ou des fils, et à travers lesquels passe un milieu chauffant.

14. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications
20 10 à 13, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de préchauffage (11) de l'agent fluidisant.

15. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications
10 à 13, caractérisé en ce qu'il comprend un four allongé (1) de courte
longueur dans lequel ledit au moins un fil à chauffer atteint rapidement
25 une température maximale prédéterminée et, à la suite du four, un caisson (12) thermiquement isolé dans lequel le fil est maintenu à ladite température maximale prédéterminée par des moyens de maintien en température (5, 14, 15).

16. Dispositif suivant la revendication 15, caractérisé en ce que les moyens de maintien en température sont des éléments chauffants électriques, des brûleurs à gaz du type rayonnant, des moyens de recirculation (5, 14, 15) de l'agent fluidisant sortant du four allongé (1), ainsi qu'un second lit fluidisé.

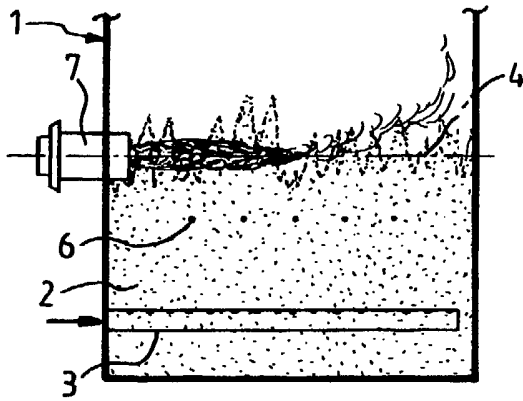


Fig. 1

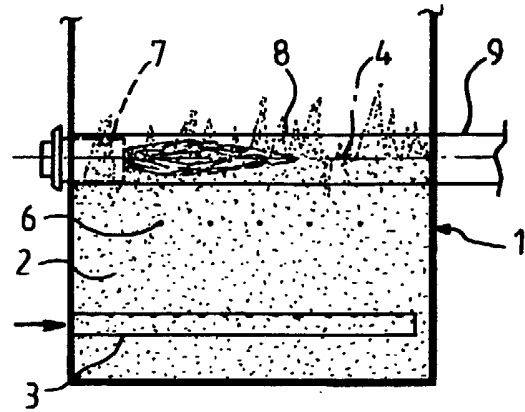


Fig. 2

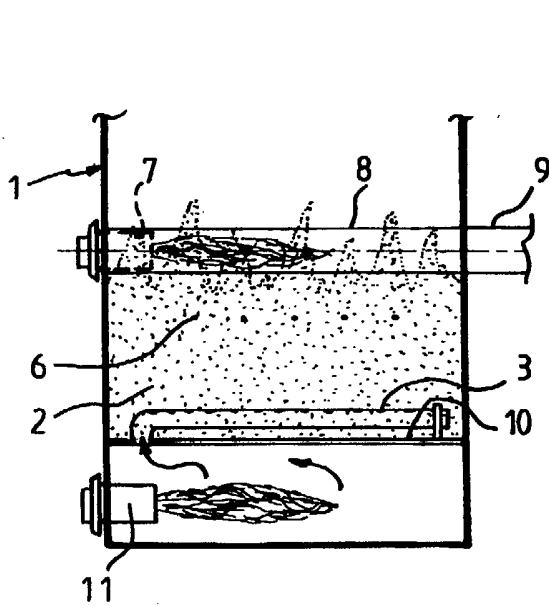


Fig. 3

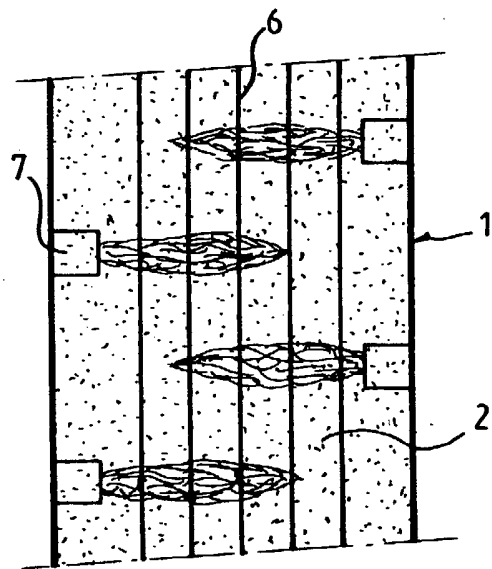


Fig. 4

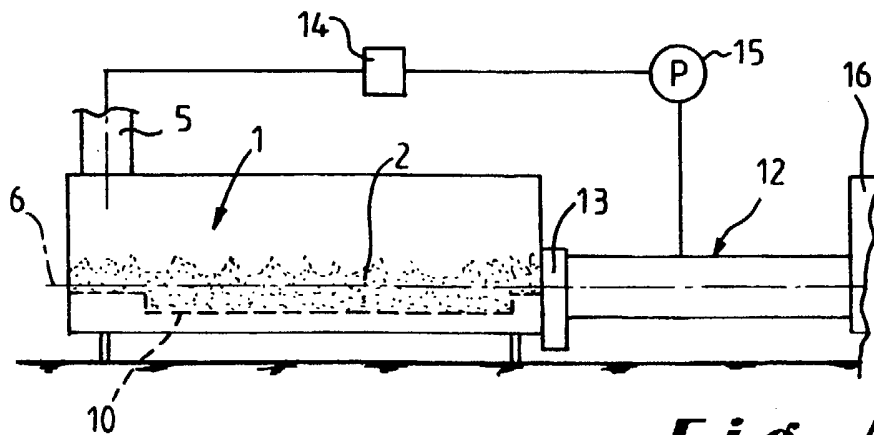
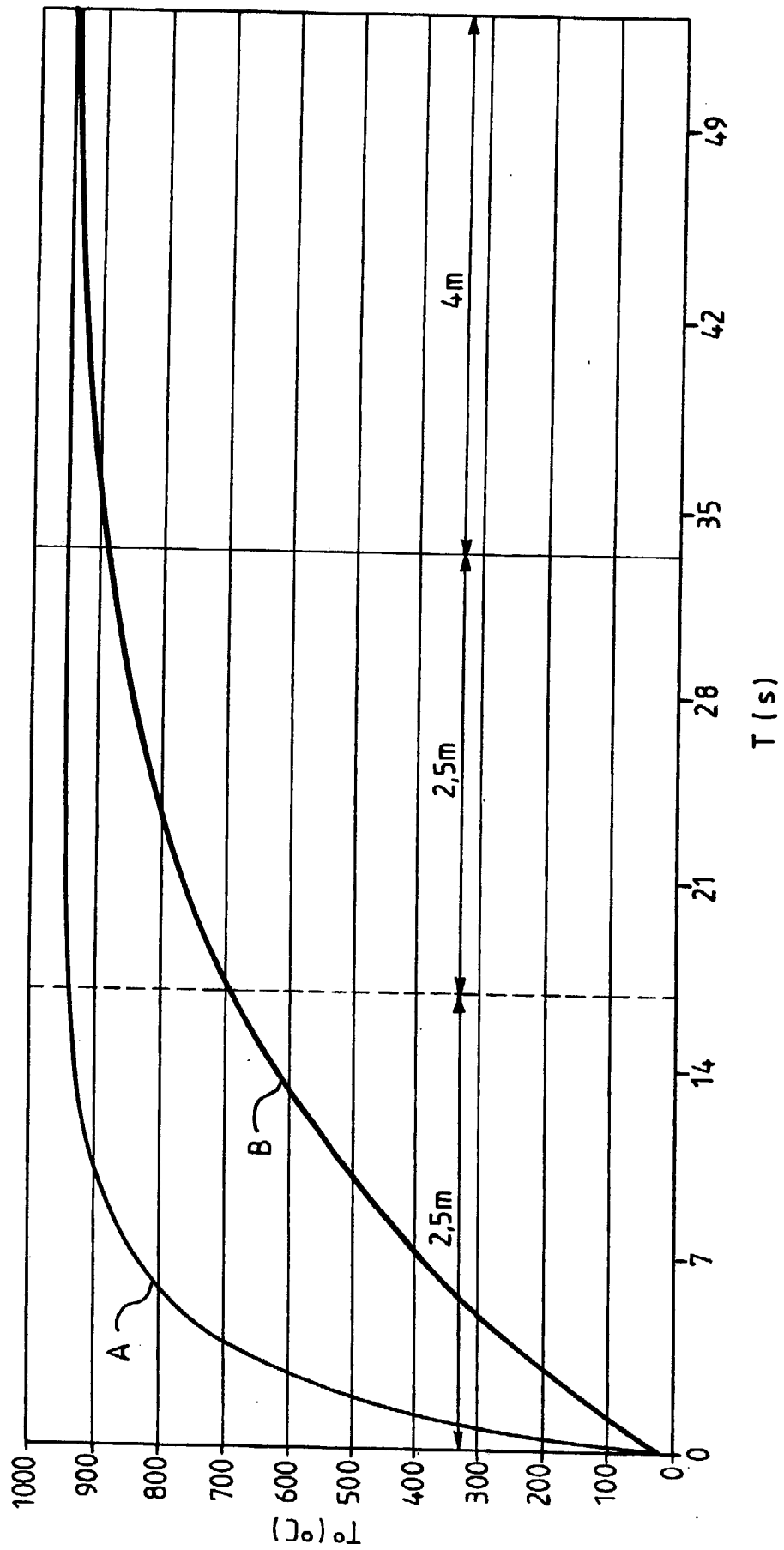


Fig. 5

**Fig. 6**

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL ETABLI EN VERTU DE L'ARTICLE 21 § 9 DE LA LOI BELGE SUR LES BREVETS D'INVENTION DU 28 MARS 1984

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE		REFERENCE DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE OBEB 127.567	
Demande nationale belge n° 20000220		Date du dépôt 27 mars 2000	
		Date de priorité revendiquée	
Déposant (Nom) Le Four Industriel Belge			
Date de requête de la recherche de type international		Numéro attribué par l'administration chargée de la recherche internationale SN 34748 BE	
I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous)			
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB Int.Cl.7: C21D9/567 C21D1/53			
II. DOMAINES RECHERCHES			
Documentation minimale consultée			
Système de classification		Symboles de la classification	
Int.Cl.7:		C21D	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés			
III. ☐ IL A ETE ESTIME QUE CERTAINES REVENDEICATIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)			
IV. ☐ ABSENCE D'UNITE DE L'INVENTION ET/OU CONSTATATION RELATIVE A L'ETENDUE DE LA RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)			

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

BE 20000220

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 C21D9/567 C21D1/53

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 C21D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	R.W REYNOLDSON: "Anwendung von gasbeheizten Wirbelbetten zur Wärmebehandlung von Metallen" HAERTEREI TECHNISCHE MITTEILUNGEN., vol. 37, no. 3, mai 1982 (1982-05), pages 109-120, XP002153603 CARL HANSER VERLAG. MUNCHEN., DE ISSN: 0341-101X figures 6,9	1,10
A	US 4 239 480 A (HYRE CHARLES E) 16 décembre 1980 (1980-12-16)	
A	DE 36 23 890 A (FOUR INDUSTRIEL BELGE) 22 janvier 1987 (1987-01-22)	
	--- --- --- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

G document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche de type international a été effectivement achevée

22 novembre 2000

Date d'expédition du rapport de recherche de type international

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Mollet, G

C.(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie °	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 231 (C-0840), 12 juin 1991 (1991-06-12) & JP 03 072036 A (TOKYO SEIKO CO LTD), 27 mars 1991 (1991-03-27) abrégé ---	
A	SOMMER P: "SIMULTANE VERWENDUNG DES WIRBELGASES FUER BEHEIZUNG UND FLUIDISIERUNG IN WIRBELBETT-OEFEN*" HAERTEREI TECHNISCHE MITTEILUNGEN,DE,CARL HANSER VERLAG. MUNCHEN, vol. 44, no. 6, 1 novembre 1989 (1989-11-01), pages 356-359, XP000163074 ISSN: 0341-101X -----	

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n
BE 20000220

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4239480	A	16-12-1980	AUCUN	
DE 3623890	A	22-01-1987	LU 86008 A	04-02-1987
			BE 905072 A	03-11-1986
			CA 1283287 A	23-04-1991
			IT 1213303 B	20-12-1989
			US 4758154 A	19-07-1988
JP 03072036	A	27-03-1991	JP 2582299 B	19-02-1997