



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**12.12.2001 Bulletin 2001/50**

(51) Int Cl.7: **C21D 1/773, C23C 8/22,  
 F27D 23/00**

(21) Numéro de dépôt: **01410062.2**

(22) Date de dépôt: **05.06.2001**

(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**

(72) Inventeurs:  
 • **Eymin, Max**  
**38170 Seyssinet-Pariset (FR)**  
 • **Pelissier, Laurent**  
**38430 Saint Jean de Moirans (FR)**

(30) Priorité: **06.06.2000 FR 0007232**

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

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

(54) **Installation de cémentation chauffée au gaz**

(57) L'invention concerne une cellule (43, 43', 44) et une installation de traitement thermique à faible pression de pièces d'acier, comportant des moyens de chauffage constitués de plusieurs tubes radiants au gaz

répartis autour d'un volume utile d'une enceinte étanche, et des moyens de commande pourvus au moins d'un mode de régulation par impulsions desdits moyens de chauffage.

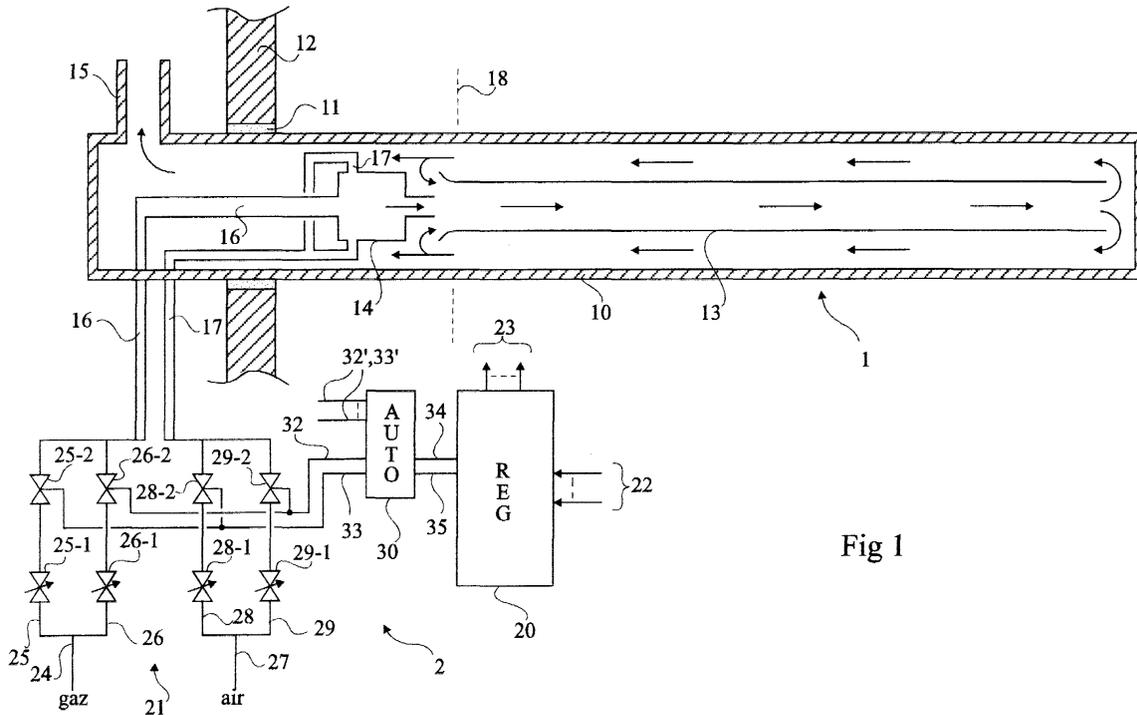


Fig 1

## Description

**[0001]** La présente invention concerne le traitement de pièces en acier, et plus précisément le traitement thermique 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 les installations de cémentation sous vide ou sous faible pression (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 souhaitée 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. Tout traitement de cémentation est un traitement thermique à haute température (généralement, de l'ordre de 800 à 1000°C, voire plus) et le chauffage ainsi que le maintien en température homogène des pièces lors des étapes de diffusion et d'enrichissement constituent un point clé des procédés de cémentation.

**[0003]** L'invention se réfère également à la carbonituration dont la seule différence par rapport à la cémentation vient du gaz d'enrichissement utilisé auquel on ajoute généralement de l'ammoniac. Le résultat est la formation de nitrure (au lieu de carbure 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 carbonituration.

**[0004]** Généralement, les enceintes de cémentation définissent des volumes d'un ou plusieurs mètres cubes qui sont chauffés et maintenus à la température de cémentation par des moyens de chauffage électrique. En pratique, on utilise des résistances électriques sous forme de barreaux que l'on répartit en périphérie du volume de cémentation, c'est-à-dire autour de la chambre de cémentation, en fonction de la répartition thermique souhaitée ainsi que des ponts thermiques liés à la constitution de la chambre.

**[0005]** Il serait souhaitable de pouvoir disposer d'une autre énergie de chauffage des enceintes de cémentation en lieu et place de l'électricité.

**[0006]** La première énergie qui vient à l'esprit est le gaz qui constitue une énergie "propre" et peu coûteuse. Toutefois, l'utilisation du gaz dans le chauffage d'enceintes de cémentation pose un grand nombre de problèmes qui ont conduit jusqu'à présent à préférer le chauffage électrique, en particulier pour les installations à faible pression.

**[0007]** Un premier problème est lié à la constitution même de brûleurs à gaz, qui doivent chauffer l'espace

interne de l'enceinte sans y introduire de fumée de combustion du gaz. A cet égard, la longueur nécessaire des brûleurs en raison des grandes dimensions des enceintes de cémentation constitue un point critique en terme de répartition de la chaleur dans l'enceinte.

**[0008]** Le type de système à brûleur à gaz qu'il conviendrait d'utiliser correspond, par exemple, au système à brûleur décrit dans la demande de brevet français N° 2 616 520. Ce type de système à brûleur est constitué d'une enveloppe externe étanche et d'un tube foyer central délimitant une chambre de combustion. Un tel système utilise une recirculation des gaz brûlés et permet une sortie à grande vitesse de ces gaz. Ce système de brûleur peut le cas échéant être associé à un tube interne du type décrit dans la demande de brevet français N° 2 616 518. Les contenus respectifs des publications susmentionnées sont considérés comme connus.

**[0009]** Un autre problème lié à l'utilisation de tubes à gaz pour le chauffage d'une enceinte de cémentation, en particulier à faible pression, est lié à l'encombrement de ces tubes qui est sensiblement plus important que l'encombrement de barreaux résistifs électriques. Cet encombrement va à l'encontre d'une répartition adéquate de tubes à gaz dans la périphérie du volume utile de l'enceinte pour obtenir une répartition homogène de la température.

**[0010]** Un autre problème réside dans la régulation nécessaire de la puissance thermique de la source de chauffage utilisée. En effet, le lot de pièces à cémenter doit tout d'abord être porté à une température élevée de cémentation. Puis, cette température doit être maintenue de façon homogène pendant les traitements liés à la cémentation. Dans un système électrique, la régulation de la température est particulièrement aisée à réaliser par modulation du courant dans les éléments chauffants. Une telle solution n'est pas transposable à des brûleurs à gaz.

**[0011]** Un objet de la présente invention est de proposer une cellule de cémentation chauffée au gaz qui pallie les inconvénients susmentionnés.

**[0012]** Un autre objet de la présente invention est de proposer une solution qui soit compatible avec la répartition actuelle des moyens de chauffage en périphérie d'une cellule de cémentation.

**[0013]** Un autre objet de la présente invention est de proposer une installation de cémentation modulaire qui tire profit de l'utilisation du gaz en tant que source d'énergie de chauffage.

**[0014]** Pour atteindre ces objets, la présente invention prévoit une cellule de traitement thermique à faible pression de pièces d'acier, comportant des moyens de chauffage constitués de plusieurs tubes radiants au gaz répartis autour d'un volume utile d'une enceinte étanche ; et des moyens de commande pourvus au moins d'un mode de régulation par impulsions des moyens de chauffage.

**[0015]** Selon un mode de réalisation de la présente invention, les moyens de commande sont propres à

commander les moyens de chauffage selon deux phases de fonctionnement respectivement de préchauffage à pleine puissance et de maintien en température en régulation par impulsions.

**[0016]** Selon un mode de réalisation de la présente invention, les moyens de commande sont propres à modifier le débit de gaz entre deux niveaux respectivement maximum pour le préchauffage et intermédiaire pour la régulation par impulsions.

**[0017]** Selon un mode de réalisation de la présente invention, tous les tubes radiants au gaz sont commandés individuellement ou par groupes.

**[0018]** Selon un mode de réalisation de la présente invention, les moyens de commande comportent un automate programmable pour individualiser des commandes à destination des différents tubes.

**[0019]** La présente invention prévoit aussi une installation de traitement thermique sous faible pression de pièces d'acier comprenant plusieurs cellules de traitement reliées à une enceinte étanche commune munie de moyens de manutention pour transférer une charge d'une cellule à une autre, au moins une cellule étant du type susmentionné.

**[0020]** Selon un mode de réalisation de la présente invention, au moins une cellule est dédiée au préchauffage d'une charge à cémenter, et au moins une cellule est une cellule de cémentation.

**[0021]** Selon un mode de réalisation de la présente invention, la cellule de cémentation est pourvue de moyens de chauffage au gaz propres à être commandés en mode de régulation par impulsions.

**[0022]** Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1 est une vue schématique partiellement en coupe d'un mode de réalisation d'un système de brûleur à gaz dans une cellule de traitement thermique selon la présente invention ;

la figure 2 illustre, sous forme de chronogrammes, un mode de mise en oeuvre d'un procédé de commande de brûleurs à gaz selon la présente invention ; et

la figure 3 représente, de façon très schématique, un mode de réalisation d'une installation modulaire de traitement thermique mettant en oeuvre la présente invention.

**[0023]** Pour des raisons de clarté, les chronogrammes de la figure 2 ne sont pas à l'échelle. De plus, seuls les éléments nécessaires à la compréhension de l'invention ont été représentés et seront décrits par la suite. En particulier, en figure 3, 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.

**[0024]** Une caractéristique de la présente invention est de prévoir une commande impulsionsnelle de brûleurs à gaz d'une cellule de traitement thermique, au moins pendant des phases de maintien en température après une phase de préchauffe. Ainsi, selon l'invention, on utilise des brûleurs à gaz du type de ceux décrits dans la demande de brevet français N° 2 616 520 susmentionnée, et on commande ces brûleurs de façon à obtenir, au moins après une phase de préchauffe, une régulation cadencée.

**[0025]** On aurait pu penser moduler le débit de gaz du brûleur pour adapter la puissance afin d'obtenir la régulation. Toutefois, une telle solution poserait, à faible débit de gaz, des problèmes d'évacuation des fumées dans le brûleur. En effet, les brûleurs sont généralement adaptés pour une évacuation optimale des fumées dans une certaine plage de débits et un fonctionnement sous très faible débit de gaz ne permet ni d'obtenir une répartition homogène de la température dans le tube, ni d'obtenir une récupération correcte d'énergie des fumées. En outre, cela peut poser des problèmes de stabilité de la flamme.

**[0026]** De préférence, pour améliorer l'homogénéité de la puissance de chauffage du tube, on effectue selon l'invention une commutation entre deux débits d'air et de gaz selon le mode de fonctionnement du brûleur. Ainsi, on prévoit des brûleurs dits à deux débits d'air et de gaz permettant un fonctionnement dans un premier débit maximal pour une phase de préchauffe et un fonctionnement dans un deuxième débit intermédiaire pour la phase de régulation. Selon l'invention, le débit intermédiaire ne correspond pas au débit minimal du brûleur, de sorte que les deux débits permettent une homogénéité acceptable de la température, avec une récupération correcte des fumées dans le brûleur.

**[0027]** La figure 1 représente un mode de réalisation de la présente invention. Cette figure illustre, très partiellement, une cellule de traitement thermique en ce qu'elle représente un unique brûleur à gaz 1 ainsi que le système 2 de commande des brûleurs à gaz de la cellule.

**[0028]** Le brûleur à gaz 1 est essentiellement constitué d'une enveloppe radiante externe 10 en forme de doigt de gant qui traverse, par l'intermédiaire d'un système d'étanchéité au vide 11, la paroi 12 de la cellule de traitement. Le brûleur comporte également un tube 13, interne à l'enveloppe 10 et coaxial à celle-ci. Une première extrémité du tube 13 est voisine de l'extrémité de l'enveloppe 10 dans la cellule de cémentation. Une deuxième extrémité du tube 13 est ouverte en direction d'une sortie d'une chambre 14 destinée à réaliser le mélange gaz-air du brûleur et la combustion. Comme l'illustre des flèches en figure 1, le brûleur est de préférence à recirculation des fumées, c'est-à-dire qu'une partie des fumées de combustion est utilisée pour être réintroduite en entrée du tube 13, le reste des fumées étant évacué par un évent 15 de l'enveloppe 10 à l'extérieur de la cellule. Pour des raisons de clarté, le brûleur a été

représenté de façon très schématique et, en particulier, les moyens d'allumage de la flamme n'ont pas été illustrés. La chambre 14 comporte au moins une arrivée 16 de gaz et au moins une arrivée 17 d'air. Généralement, plusieurs arrivées d'air sont prévues pour mieux homogénéiser le mélange gaz-air à brûler. Les conduits 16 et 17 d'amenée d'air sortent de l'enveloppe 10 à l'extérieur de la cellule de cémentation.

**[0029]** De préférence, la position du brûleur 1 par rapport à la paroi de l'enceinte 12 est telle que tout le tube 13 est contenu dans le volume interne de la cellule de cémentation. Toutefois, l'intégralité du tube 13 n'est, de préférence, pas contenue dans le volume dit "chaud" de l'enceinte de cémentation qui est généralement délimité par un écran thermique (symbolisé par un pointillé 18). De même la chambre 14 elle-même se trouve dans le volume interne de la cellule, mais préférentiellement hors du volume chaud. La position du brûleur 1 est choisie pour que la partie du tube 13 dans le volume chaud soit homogène en température. Dans un mode de mise en oeuvre de l'invention, l'adaptation de la position du brûleur s'effectue en déplaçant l'intégralité de celui-ci (enveloppe 10 comprise) par rapport à la paroi 12 de l'enceinte, pour régler la position de l'entrée du tube 13 par rapport à l'écran thermique 18.

**[0030]** De préférence, tous les brûleurs à gaz de la cellule de traitement thermique sont commandés par un même système 2 de régulation. Le système 2 comporte essentiellement un circuit électronique (REG) de régulation 20 (en pratique, un ou plusieurs circuits) et un réseau 21 de vannes commandées par le circuit 20, le cas échéant par l'intermédiaire d'un automate programmable 30 (AUTO) comme on le verra par la suite. Pour assurer la fonction de régulation, le circuit 20 reçoit des signaux 22 de mesure et de commande. Les signaux de mesure sont essentiellement constitués de résultats de mesure fournis par au moins un capteur de température de l'enceinte de cémentation. Les signaux de commande proviennent d'une centrale de commande accessible par l'opérateur. Le circuit 20 de régulation (ou l'automate 30) délivre des signaux 23 de commande à destination des brûleurs à gaz pour allumer et éteindre leurs flammes respectives.

**[0031]** Selon la présente invention, le circuit 20 commande également le réseau 21 de vannes de gaz et d'air. Ce réseau de vannes sert à commander les débits de gaz et d'air respectifs des différents brûleurs.

**[0032]** Pour simplifier la figure 1, les conduits de gaz et d'air ont été représentés de façon unifilaire dans le réseau de vannes 21. On notera que la structure de vannes illustrée par la figure 1 est, de préférence, reproduite pour chaque brûleur.

**[0033]** Dans le mode de réalisation pris pour exemple en figure 1, une conduite principale 24 d'amenée de gaz est répartie en deux conduites 25 et 26 respectivement associées à des limiteurs de débit 25-1 et 26-1. Les conduites 25 et 26 ont, selon l'invention, des débits différents. Par exemple, la conduite 25 est destinée à fournir,

en association avec le limiteur 25-1, un débit de gaz maximal pour le fonctionnement du brûleur en puissance maximale pendant au moins une phase de préchauffe. La conduite 26 est destinée à fournir, en association avec le limiteur 26-1, un débit de gaz inférieur pour le fonctionnement du brûleur dans le régime cadencé de l'invention. Côté circuit d'air, une conduite principale 27 est divisée en deux conduites 28 et 29 respectivement associées à des limiteurs 28-1 et 29-1 dont les rôles sont similaires à ceux exposés ci-dessus en relation avec l'alimentation en gaz. De préférence, les débits imposés par les limiteurs 25-1, 26-1, 28-1 et 29-1 sont prérégulés.

**[0034]** Selon l'invention, chacune des conduites 25, 26, 28 et 29 est associée à une vanne 25-2, 26-2, 28-2 et 29-2 de commande en tout ou rien. Les vannes 26-2 et 29-2 sont, de préférence, commandées simultanément par un signal 32 délivré par le circuit 20 (ou par l'automate 30) en régime cadencé. Les vannes 25-2 et 28-2 sont, de préférence, commandées simultanément par un signal 33 issu du circuit 20 ou de l'automate 30. Les extrémités des conduites 25, 26 et 28, 29 sont réunies à leurs extrémités opposées respectives.

**[0035]** Le fonctionnement d'un système de brûleurs à gaz selon l'invention sera exposé par la suite en relation avec la figure 2 qui représente, sous forme de chronogrammes, un exemple d'allure du signal 33, du signal 32 et de la puissance instantanée P correspondante des brûleurs à gaz.

**[0036]** Selon le mode de mise en oeuvre illustré par la figure 2, on commence, dans une phase de préchauffe (instant  $t_0$  à  $t_1$ ), par utiliser le brûleur à puissance maximale, c'est-à-dire au débit de gaz et d'air le plus fort. Dans cette phase de préchauffe, les vannes 25-2 et 28-2 sont ouvertes au débit maximum. Le cas échéant, on peut prévoir que le débit maximum soit fixé par la somme des débits de tous les limiteurs. Dans ce cas, les vannes 26-2 et 29-2 sont également ouvertes. Puis, on prévoit, de préférence, une phase intermédiaire (instant  $t_1$  à  $t_2$ ) pendant laquelle la puissance du brûleur passe sur le débit inférieur sans cadencement. Pour ce faire, à partir de l'instant  $t_1$ , le brûleur 1 fonctionne en régime de puissance intermédiaire. Par conséquent, le signal 33 de commande change d'état afin de fermer les vannes 25-2 et 28-2 et le signal 32 change d'état pour ouvrir (si elles ne le sont pas déjà) les vannes 26-2 et 29-2. L'instant  $t_1$  est fixé par l'approche d'une consigne de température inférieure à la température de régulation souhaitée. La phase intermédiaire entre les instants  $t_1$  et  $t_2$  peut, en particulier, servir à éviter le dépassement de la consigne de température en raison de l'inertie du système.

**[0037]** A partir de l'instant  $t_2$ , on effectue une régulation de maintien en température de l'enceinte de cémentation. A partir de cet instant, le signal 32 de régulation cadencée adapte, en fonction des paramètres que reçoit le circuit 20 par les signaux 22, les durées respectives d'ouverture des vannes 26-2 et 29-2. Dans l'exemple illustré par la figure 2, on suppose que, entre des

instants t2 et t3, la puissance souhaitée pour le brûleur est relativement importante et nécessite des impulsions de durée relativement longue. Il peut s'agir, par exemple, d'une phase d'adaptation du changement de puissance du brûleur entre ses niveaux maximum et intermédiaire. A partir de l'instant t3, on peut considérer que l'on se trouve dans une phase de régulation proprement dite où le rapport cyclique des impulsions d'allumage du brûleur dépend exclusivement des variations de température dans la chambre de cémentation. Ces variations peuvent provenir, par exemple, d'une modification imposée par le procédé de cémentation ou d'un transfert de charge dans la cellule. En figure 2, on a illustré un besoin de diminution de puissance à partir d'un instant t4.

**[0038]** On notera que les temps d'allumage et les temps d'arrêt respectifs des brûleurs sont établis, entre autres, en fonction de la disposition des brûleurs dans l'enceinte et de leur constitution.

**[0039]** A titre de variante, les brûleurs peuvent être commandés en régime cadencé même lors de leur fonctionnement en pleine puissance.

**[0040]** Bien qu'il soit possible de prévoir une excitation simultanée de tous les brûleurs de l'enceinte, on préfère individualiser les commandes des différents brûleurs de la cellule de cémentation. Par exemple, on pourra prévoir des temps d'allumage plus longs pour des brûleurs situés à proximité de ponts thermiques constitués, par exemple, par les pieds de support de la charge à chauffer. Dans ce cas, l'automate 30 fournit des commandes individuelles (signaux 32' et 33' à destination d'autres brûleurs non représentés), par exemple en différant l'allumage des brûleurs successivement et en adaptant les durées des impulsions d'allumage aux différents brûleurs. L'automate 30 a un fonctionnement préétabli et reçoit, entre autres, des signaux 34 et 35 de commande provenant du régulateur et qui sont communs à tous les brûleurs, l'automate se chargeant d'adapter ces signaux aux différents brûleurs.

**[0041]** A cet égard, on notera que les différents brûleurs seront répartis dans la cellule de cémentation en fonction de l'homogénéité thermique souhaitée. Par exemple, on pourra souhaiter disposer en bas de la cellule de cémentation, c'est-à-dire au voisinage des pieds supportant la charge, d'une puissance plus forte à cadence égale ou d'un temps de chauffe plus long afin d'améliorer l'homogénéité verticale. Dans la direction longitudinale de la cellule (dans le sens longitudinal des brûleurs), les ajustements d'homogénéité dépendent essentiellement du choix de la puissance intermédiaire qui est fonction de la longueur des brûleurs, donc du volume de l'enceinte.

**[0042]** En variante, les brûleurs pourront être commandés par groupes.

**[0043]** La figure 3 illustre un exemple d'application de la présente invention à une installation modulaire de cellules de cémentation. Le mode de réalisation de la figure 3 s'inspire d'une installation modulaire telle que décrite

dans la demande de brevet européen N° 0 922 778 de la demanderesse que l'on considère comme connue.

**[0044]** Un module de base 40 comprend une enceinte étanche 41 sous forme de cylindre (de section non nécessairement circulaire) à axe horizontal. Les deux extrémités de ce cylindre 41, munies de collerettes, sont bouchées par des couvercles étanches amovibles 42. Les cellules de traitement sont reliées latéralement au cylindre 41 et se trouvent dans un même plan horizontal. Par exemple, deux cellules de traitement thermique 43 et 44, par exemple destinées à contenir deux charges à cémenter, sont disposées l'une en face de l'autre et sont reliées à un premier caisson de transfert 41-1 constitutif du cylindre 41. Une cellule de chargement 45 est disposée en face d'une cellule de trempe 46, ces cellules étant reliées à un deuxième caisson de transfert 41-2, lui-même relié axialement au caisson 41-1.

**[0045]** Un dispositif de manutention est sous la forme d'un chariot 48 se déplaçant parallèlement à l'axe du cylindre 41, d'un caisson de transfert à un autre. Ce chariot se déplace, par exemple, sur des rails 50 s'étendant tout le long du cylindre 41. Le chariot est muni d'une fourche télescopique 52 susceptible de s'étirer de part et d'autre du chariot 48 jusqu'au centre de chacune des cellules 43 à 46 pour y prendre et y déposer une charge 54 en cours de traitement. A la figure 3, en traits pleins, le chariot 48 se trouve au niveau des cellules 45 et 46, et la fourche télescopique 52 pénètre dans la cellule 45 pour y prendre une charge 54. Bien entendu, la cellule 45 a été préalablement mise à la basse pression de l'enceinte 41 pour pouvoir ouvrir la porte 45-1 qui constitue, avec la porte extérieure 45-2, un sas d'entrée. En pointillés, le chariot 48 se trouve au niveau des cellules 43 et 44. L'installation de la figure 2 est modulaire, c'est-à-dire qu'un ou plusieurs modules supplémentaires 60 constitués chacun d'un caisson de transfert 41-3 pourvu de rails 50' et d'une ou deux cellules 43' peuvent être raccordés axialement à l'un des caissons 41-1 ou 41-2 pour compléter le cylindre 41.

**[0046]** Selon un premier mode d'application de l'invention à une installation modulaire telle que décrite ci-dessus, les cellules 43, 43' et 44 sont des cellules de cémentation chauffées au gaz conformes telles que décrites précédemment.

**[0047]** Selon un deuxième mode d'application de l'invention à une telle installation modulaire et selon un deuxième aspect de l'invention, on prévoit de dissocier les opérations de préchauffage d'une charge à cémenter des opérations de maintien en température. Pour cela, on affecte une des cellules, par exemple la cellule 44 en figure 3, au préchauffage de toutes les charges à cémenter. Cette cellule est alors équipée de brûleurs à gaz pour porter la charge à cémenter à une température voisine de la température de travail, par exemple, à une température comprise entre 600 et 800°C. Par la suite, les charges sont transférées vers les autres cellules de cémentation 43 et 43' dans lesquelles la seule opération de chauffe nécessaire est destinée au maintien et à l'ho-

mogénéisation de la température des différentes pièces. Par conséquent, on optimise l'utilisation des moyens de chauffage. Les moyens utilisés dans les cellules de cémentation 43 et 43' peuvent rester électriques alors que ceux de la cellule de préchauffage 44 sont à gaz. Toutefois, selon un mode de réalisation préféré de l'invention, on utilise des brûleurs à gaz même dans les cellules de cémentation où on se contente d'effectuer un maintien en température. Dans ce cas, on pourra prévoir une cellule de préchauffe utilisant des brûleurs d'un premier type et des cellules de cémentation utilisant des brûleurs d'un deuxième type moins puissants que les premiers, ou les mêmes brûleurs mais à moindre débit. Un avantage de dissocier les fonctions de préchauffage et de maintien en température est que les brûleurs peuvent désormais être dédiés à une seule des deux fonctions tout en fonctionnant tous à rendement maximum. Ainsi, on peut se dispenser de la structure à double débit de gaz en prévoyant deux types de brûleurs, sans rencontrer ici de problèmes d'encombrement. Les brûleurs sont alors commandés à puissance fixe (par exemple, à puissance maximale) et, au moins dans les cellules de cémentation, par régulation cadencée.

**[0048]** On notera que le nombre de cellules de préchauffe devant être prévu dans une installation de cémentation modulaire dépend lui-même du nombre de cellules de cémentation à distribuer. Dans un mode de réalisation simplifié, on prévoira une cellule de préchauffe avec des brûleurs à gaz d'un premier type de puissance et des cellules de cémentation avec des brûleurs à gaz d'un deuxième type de puissance. On pourra cependant mettre en oeuvre des cellules ayant recours à des brûleurs à gaz à double débit tels que décrits précédemment en relation avec la figure 1, que ce soit pour la cellule de préchauffe ou pour les cellules de cémentation. Un tel mode de réalisation permet d'optimiser la régulation et l'homogénéité de la température dans la charge.

**[0049]** Bien entendu, la présente invention est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, le positionnement des brûleurs à gaz dans une cellule de cémentation ou dans une cellule de préchauffe en fonction de la constitution de la cellule elle-même est à la portée de l'homme du métier à partir des indications fonctionnelles données ci-dessus et de l'application. De même, le système de commande (circuit 20, automate 30 et vannes 21) peut être réalisé en utilisant des moyens connus. De plus, le choix des débits de gaz et d'air dans les brûleurs à gaz utilisés dépend des puissances maximale et de régulation cadencée qui sont liées à l'application. 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. L'adaptation d'une telle installation à une

cellule de préchauffe à gaz et des cellules de cémentation à gaz ou électriques est à la portée de l'homme du métier à partir des indications données en relation avec l'installation horizontale de la figure 3.

## Revendications

1. Cellule (43, 43', 44) de traitement thermique à faible pression de pièces d'acier, **caractérisée en ce qu'elle** comporte :

des moyens de chauffage (1) constitués de plusieurs tubes radiants au gaz répartis autour d'un volume utile d'une enceinte étanche ; et des moyens de commande (2) pourvus au moins d'un mode de régulation par impulsions desdits moyens de chauffage.

2. Cellule de traitement thermique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les moyens de commande (2) sont propres à commander les moyens de chauffage selon deux phases de fonctionnement respectivement de préchauffage à pleine puissance et de maintien en température en régulation par impulsions.

3. Cellule de traitement thermique selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** les moyens de commande (2) sont propres à modifier le débit de gaz entre deux niveaux respectivement maximum pour le préchauffage et intermédiaire pour la régulation par impulsions.

4. Cellule selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** les tubes radiants au gaz (1) sont commandés individuellement ou par groupes.

5. Cellule selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** les moyens de commande comportent un automate programmable pour individualiser des commandes à destination des différents tubes.

6. Installation de traitement thermique sous faible pression de pièces d'acier comprenant plusieurs cellules (43, 43', 44', 45, 46) de traitement reliées à une enceinte étanche commune (41), munie de moyens (48, 50, 52) de manutention pour transférer une charge (54) d'une cellule à une autre, **caractérisée en ce qu'au** moins une cellule (44) est conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 5.

7. Installation selon la revendication 6, **caractérisée en ce qu'elle** comporte au moins une cellule (44) dédiée au préchauffage d'une charge à cémenter, et au moins une cellule de cémentation (43, 43').

8. Installation selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** ladite cellule de cémentation (43, 43') est pourvue de moyens de chauffage au gaz propres à être commandés en mode de régulation par impulsions.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

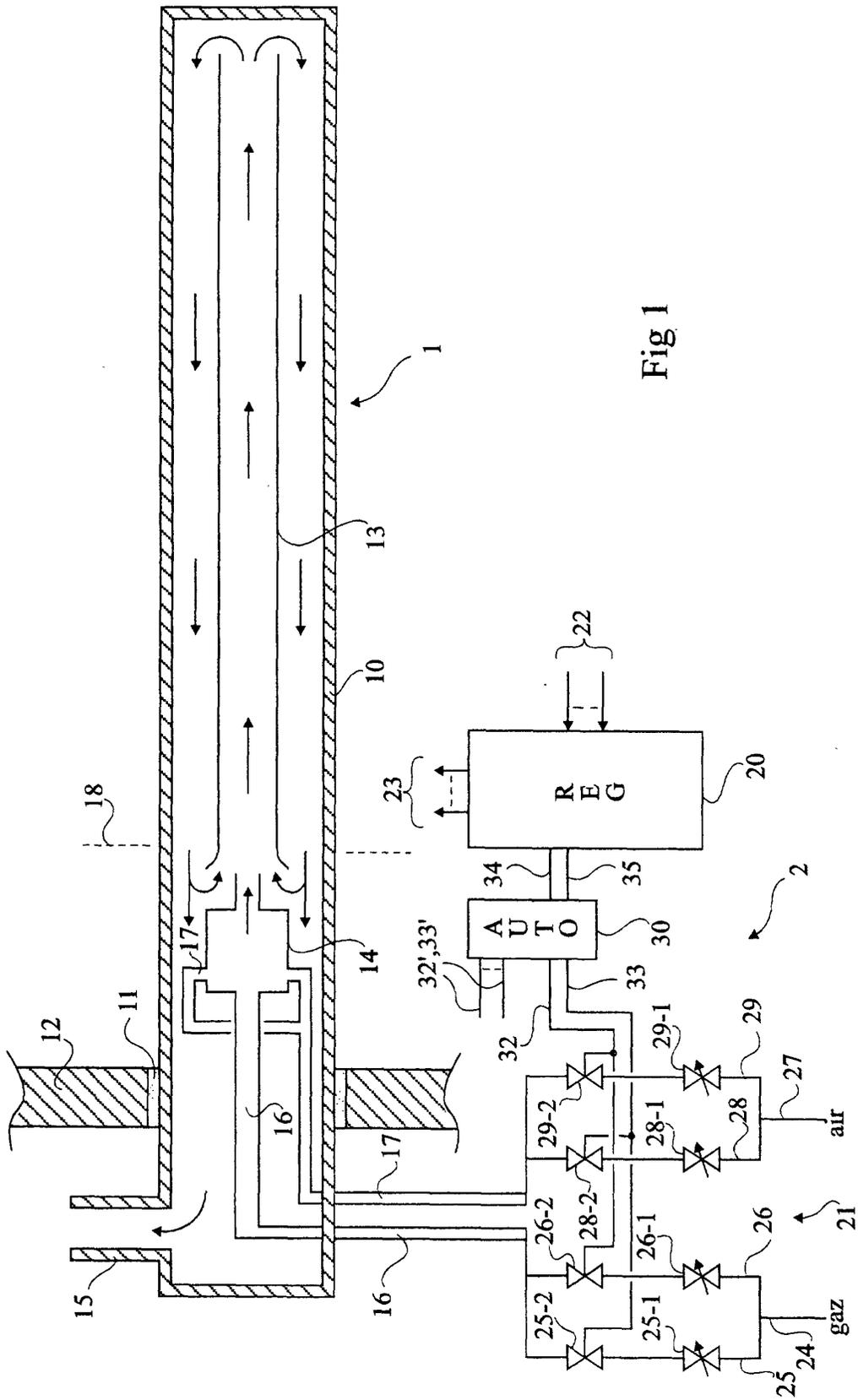


Fig 1

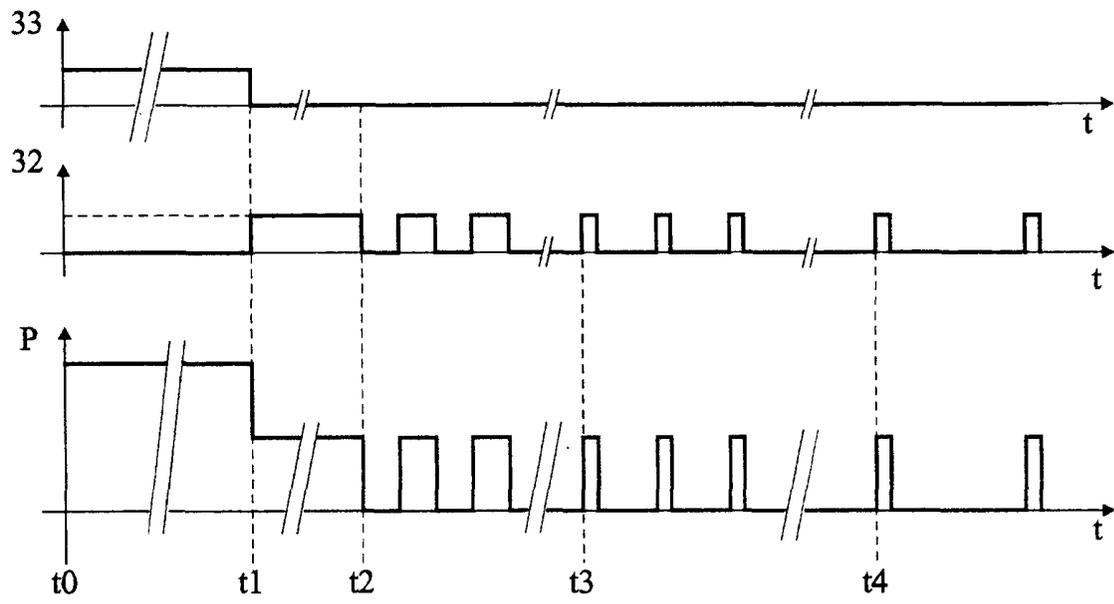


Fig 2

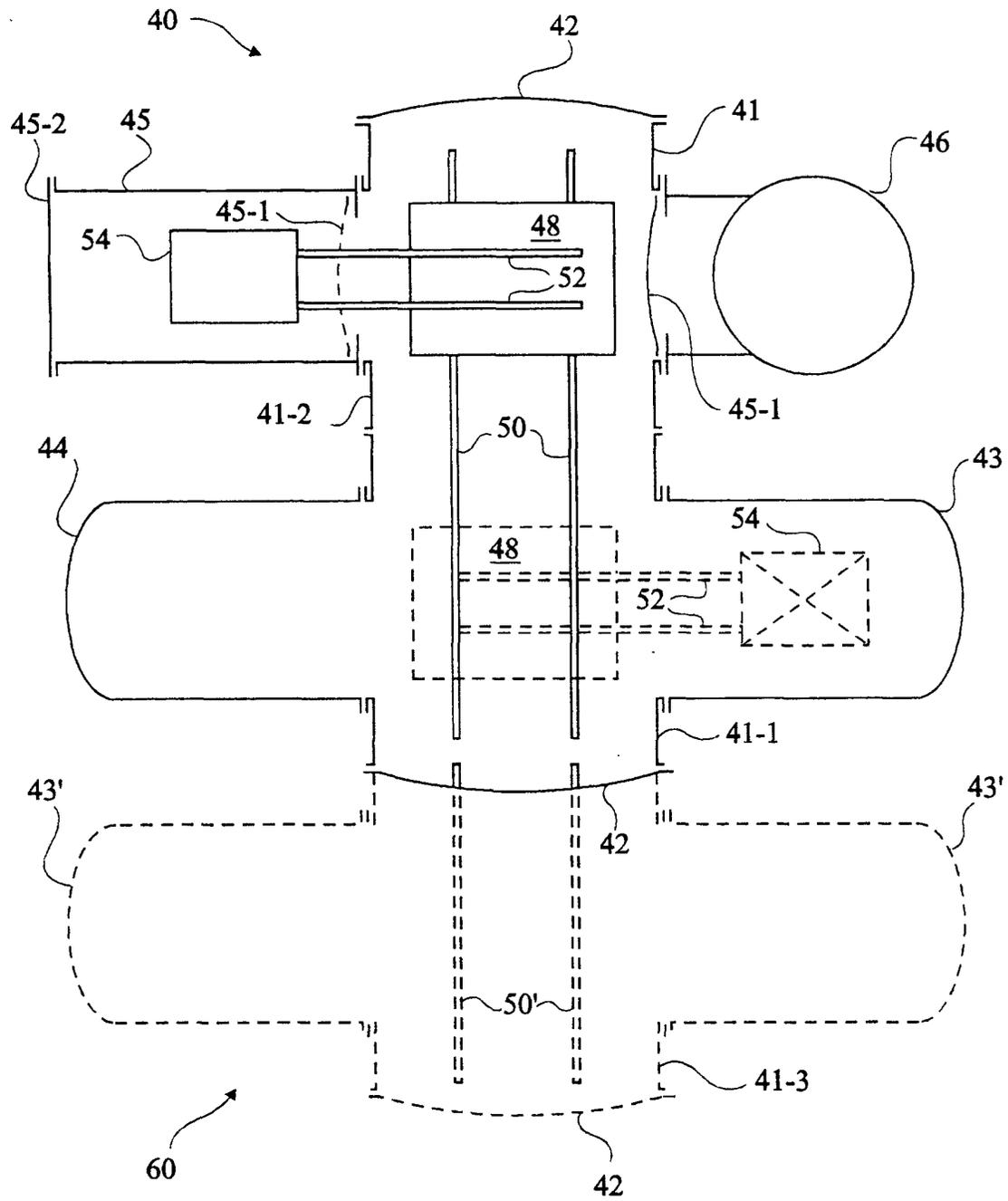


Fig 3



Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 01 41 0062

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
Y	US 5 385 337 A (T.J.SCHULTZ) 31 janvier 1995 (1995-01-31) * revendications; figures *	1, 4	C21D1/773 C23C8/22 F27D23/00
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 118 (M-475), 2 mai 1986 (1986-05-02) & JP 60 248909 A (TOKYO GAS KK;OTHERS: 01), 9 décembre 1985 (1985-12-09) * abrégé *	1, 4	
A,D	FR 2 678 287 A (ETUDES ET CONSTRUCTIONS MECANIQUES) 31 décembre 1992 (1992-12-31) * revendications; figures *	1	
A	EP 0 164 221 A (COLT INTERNATIONAL HOLDING AG) 11 décembre 1985 (1985-12-11) * revendications; figures *	2, 3	
A	GB 2 045 408 A (HOLCROFT) 29 octobre 1980 (1980-10-29) * revendications; figures *	6, 7	
A	US 4 763 880 A (J.W.SMITH) 16 août 1988 (1988-08-16) * revendications; figures *	6, 7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7) C21D F23C F27D C23C
A,P	US 6 159 306 A (G.E.BARBOUR) 12 décembre 2000 (2000-12-12) * revendications; figures *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>1 août 2001</b>	Examineur <b>Coulomb, J</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

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

EP 01 41 0062

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.

01-08-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5385337 A	31-01-1995	US 5261976 A	16-11-1993
JP 60248909 A	09-12-1985	AUCUN	
FR 2678287 A	31-12-1992	AUCUN	
EP 164221 A	11-12-1985	DE 8414235 U AT 26612 T DE 3560124 D	02-08-1984 15-05-1987 21-05-1987
GB 2045408 A	29-10-1980	AUCUN	
US 4763880 A	16-08-1988	AT 162227 T CA 1291332 A CN 88101735 A, B DE 3856107 D DE 3856107 T DK 669688 A EP 0359756 A FI 894621 A, B, JP 7098973 B JP 2502930 T MX 164493 B NO 885377 A WO 8807589 A	15-01-1998 29-10-1991 19-10-1988 19-02-1998 23-04-1998 30-11-1988 28-03-1990 29-09-1989 25-10-1995 13-09-1990 20-08-1992 02-12-1988 06-10-1988
US 6159306 A	12-12-2000	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No. 12/82