

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 967 292 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

29.12.1999 Bulletin 1999/52(51) Int Cl.⁶: **C21D 1/55**(21) Numéro de dépôt: **99420141.6**(22) Date de dépôt: **21.06.1999**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorité: **24.06.1998 FR 9808191**(71) Demandeur: **Durferrit SARL****73800 Coise Saint Jean Pied Gauthier (FR)**

(72) Inventeurs:

• **Andriollo, Jean-Paul**
73000 Chambéry (FR)• **Tochon Danguy, Denis**
74370 Les Ollières (FR)(74) Mandataire: **Poncet, Jean-François****Cabinet Poncet,**
7, chemin de Tillier,
B.P. 317**74008 Annecy Cédex (FR)**(54) **Procédé et dispositif pour le contrôle de pouvoir refroidissant d'un fluide**

(57) Selon l'invention, on détermine le pouvoir refroidissant d'un fluide à contrôler (2) contenu dans un bac de trempe (1) en mesurant la courbe de refroidissement d'une éprouvette (7) chaude plongée dans ledit fluide contenu dans un bac de contrôle (3), puis en calculant l'intégrale de la courbe de refroidissement. Cette intégrale calculée constitue un paramètre représentatif

du pouvoir refroidissant du fluide à contrôler (2), et permet, par comparaison avec des valeurs d'intégrales de référence préalablement acquises, de piloter des électrovannes (18, 19) pour rétablir les concentrations appropriées de constituants dans le fluide à contrôler (2) pour obtenir un pouvoir refroidissant approprié pour une trempe.

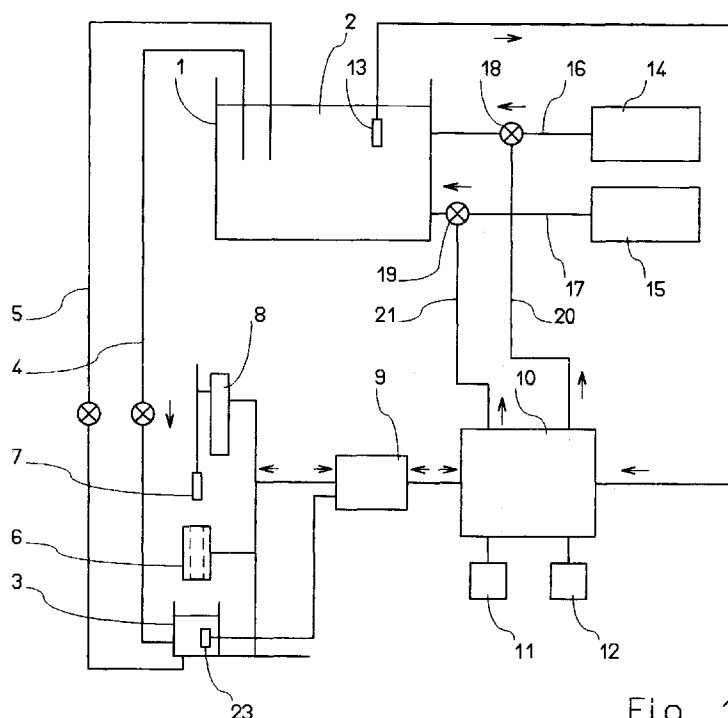


Fig. 1

EP 0 967 292 A1

Description

[0001] La présente invention concerne les procédés et dispositifs permettant de contrôler et de maintenir le pouvoir refroidissant d'un fluide dans un bain de trempe.

[0002] Pour donner à une pièce métallique des propriétés particulières, on peut lui faire subir une trempe, consistant à la refroidir brusquement par plongée dans un bain de trempe.

[0003] L'efficacité de la trempe dépend du pouvoir refroidissant du fluide constituant le bain de trempe. On constate que ce pouvoir refroidissant évolue dans le temps, en fonction notamment du nombre de trempes réalisées précédemment dans le même fluide. Le fluide constituant le bain de trempe est en effet progressivement altéré par les chocs thermiques qu'il subit lors de la plongée des pièces chaudes pour la trempe. On considère que le pouvoir refroidissant du fluide dépend essentiellement de sa composition.

[0004] Il est donc nécessaire de contrôler périodiquement le pouvoir refroidissant du fluide, et de modifier sa composition pour ramener le pouvoir refroidissant dans une plage acceptable garantissant une trempe efficace.

[0005] Le pouvoir refroidissant d'un fluide peut être mesuré par une méthode directe de comparaison consistant à relever la courbe de refroidissement d'une éprouvette préalablement chauffée puis plongée dans le fluide à contrôler. Le document XP 002097477 décrit une telle méthode, et les moyens pour la mettre en oeuvre.

[0006] En fonction des habitudes, on utilise généralement soit une éprouvette normalisée en argent ou en alliage désigné par la marque INCONEL, soit même une éprouvette spécifique en acier inoxydable, argent, INCONEL, aluminium, alliage d'aluminium ou d'autres métaux. Le document XP 000469107 est une étude comparative de plusieurs types d'éprouvettes. Le document XP 000657609 propose une autre éprouvette.

[0007] Pour la mesure du pouvoir refroidissant du fluide à contrôler, on chauffe l'éprouvette à une température appropriée, puis on la plonge rapidement dans le fluide à contrôler. L'éprouvette contient un capteur de température qui permet de mesurer et de tracer l'évolution de la température de l'éprouvette à des instants répartis pendant son refroidissement. La courbe d'évolution de température de l'éprouvette caractérise le pouvoir refroidissant du fluide à contrôler. Un dispositif à éprouvette pour l'étude de fluides de trempe est décrit dans le document EP 0 260 207 A.

[0008] Il faut ensuite interpréter la courbe de refroidissement, en la comparant à une courbe de refroidissement de référence obtenue lorsque le fluide à contrôler se trouve dans un état présentant un pouvoir refroidissant satisfaisant pris comme référence.

[0009] Par ajout de constituants ou d'adjuvants dans le fluide, on peut ensuite tenter de ramener son pouvoir refroidissant à proximité de celui du fluide à contrôler dans son état de référence. Le document EP 0 321 370

A décrit de modifier le pouvoir refroidissant d'un fluide à polymère en solution dans l'eau par introduction d'un additif hydrosoluble qui modifie la température critique du polymère.

[0010] De telles mesures directes du pouvoir refroidissant peuvent être manuelles ou mécanisées. L'interprétation des résultats est longue, délicate, et insuffisamment fiable. Elle nécessite en particulier une grande expérience pour analyser la courbe de refroidissement et en déduire les actions à entreprendre pour corriger l'évolution de la composition et garantir le maintien d'un pouvoir refroidissant acceptable. Le document XP 000555791 relate une méthode de calcul par ordinateur pour déterminer le pouvoir refroidissant global par analyse de la vitesse de refroidissement d'une sonde pendant la trempe.

[0011] Ainsi, on peut préférer des contrôles physico-chimiques plus simples d'autres paramètres du fluide tels que sa viscosité, son pouvoir de réfraction, sa densité. Mais la difficulté est alors que ces autres paramètres ne présentent pas toujours une corrélation suffisante avec le pouvoir refroidissant du fluide à contrôler. Il en résulte qu'un contrôle indirect du fluide par de telles méthodes ne permet pas de garantir l'efficacité d'une trempe.

[0012] Le problème proposé par la présente invention est de concevoir un nouveau procédé de contrôle du pouvoir refroidissant d'un fluide à contrôler, et un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé, permettant de simplifier la mesure et l'appréciation du pouvoir refroidissant du fluide à contrôler tout en assurant une bonne fiabilité de l'appréciation. La simplification de la mesure du pouvoir refroidissant et de son interprétation doit permettre l'automatisation du contrôle.

[0013] La solution selon l'invention résulte de l'observation surprenante selon laquelle une bonne corrélation est constatée entre l'efficacité de la trempe réalisée par le fluide à contrôler et une intégrale de la courbe de refroidissement d'une éprouvette chaude à la suite de son introduction dans le fluide à contrôler. En particulier, on a pu trouver une relation de variation continue entre la température du fluide à contrôler et ladite intégrale de courbe de refroidissement de l'éprouvette, et une relation de variation continue entre la concentration des constituants du fluide à contrôler et ladite intégrale de courbe de refroidissement d'éprouvette.

[0014] Mettant à profit ces observations, l'invention prévoit un procédé de contrôle du pouvoir refroidissant d'un fluide, comprenant une opération de mesure du pouvoir refroidissant selon les étapes suivantes :

- a. chauffer une éprouvette à une température appropriée,
- b. plonger rapidement l'éprouvette chaude dans le fluide à contrôler,
- c. mesurer et mémoriser la température en au moins une zone de l'éprouvette à des instants répartis pendant son refroidissement, pour définir une

suite temporelle de valeurs de température,
d. calculer une intégrale de la courbe de température résultant du lissage de ladite suite temporelle de valeurs de température,

ladite intégrale calculée étant choisie comme paramètre représentatif dudit pouvoir refroidissant du fluide à contrôler.

[0015] Une amélioration de la fiabilité et de la précision des résultats de mesure est obtenue en prévoyant que le calcul de l'intégrale de la courbe de température soit effectué sur une durée prédéterminée commençant à l'instant où la température mesurée de l'éprouvette est égale à une valeur initiale prédéterminée de température.

[0016] Selon un mode de réalisation avantageux, le procédé selon l'invention comprend une procédure préalable d'acquisition de valeurs d'intégrales de référence, consistant à utiliser la même opération de mesure et de calcul d'intégrale pour le même fluide à contrôler alors que ledit fluide à contrôler se trouve à une température et dans un état de concentration en constituants présentant un pouvoir refroidissant satisfaisant pris comme référence, en faisant varier la concentration et la température dans toute la plage de variation contenant les concentrations et températures de fluide à contrôler au voisinage desquelles doit ensuite être effectué le contrôle du fluide. Par exemple, pour la procédure préalable d'acquisition, on peut utiliser ledit fluide à contrôler à l'état non pollué et neuf et dans des conditions de référence connues de concentration et de température.

[0017] On peut ensuite déterminer une valeur de concentration du fluide à contrôler, en fonction de ladite intégrale calculée, par :

- mesure de la température du fluide lors du contrôle,
- interpolation linéaire entre les valeurs de concentration correspondant aux valeurs d'intégrale adjacentes à l'intégrale calculée du fluide à contrôler prises pour ladite température du fluide à contrôler ou pour les températures adjacentes.

[0018] Ensuite, en fonction de la concentration ainsi mesurée, on peut ajouter au fluide à contrôler les quantités de constituants appropriées pour ramener la concentration du fluide à contrôler à sa valeur souhaitée.

[0019] Selon un autre aspect de l'invention, on prévoit un appareil de contrôle du pouvoir refroidissant d'un fluide à contrôler comprenant :

- un bac contenant ledit fluide à contrôler,
- une éprouvette, ayant un capteur de température d'éprouvette et des moyens de déplacement pour plonger l'éprouvette dans le fluide à contrôler contenu dans le bac,
- des moyens pour chauffer l'éprouvette hors du bac et l'amener à une température appropriée,

- des moyens pour mémoriser la suite temporelle des températures mesurées par le capteur de température d'éprouvette à des instants répartis au cours du refroidissement de l'éprouvette plongée dans le fluide à contrôler contenu dans le bac,
- des moyens pour calculer une intégrale de la courbe de température résultant du lissage de ladite suite temporelle de valeurs de température.

[0020] Cet appareil de contrôle est adapté pour mettre en oeuvre les étapes du procédé précédemment défini.

[0021] En particulier, l'appareil de contrôle est adapté pour calculer l'intégrale de la courbe de température pendant une durée prédéterminée commençant à l'instant où la température mesurée de l'éprouvette est égale à une valeur initiale prédéterminée de température. L'appareil est également adapté pour réaliser une procédure préalable d'acquisition de valeurs d'intégrale de référence, et pour mémoriser des valeurs d'intégrale, de température de fluide et de concentration de référence déterminées dans la plage de variation des températures et concentrations contenant la concentration et la température de fluide à contrôler au voisinage desquelles doit être effectué le contrôle du fluide.

[0022] Selon un mode de réalisation avantageux, l'appareil de contrôle comprend :

- des moyens de sonde de température pour mesurer la température du fluide à contrôler,
- des moyens pour calculer une valeur de concentration mesurée du fluide à contrôler par interpolation linéaire entre les valeurs de concentration correspondant aux intégrales adjacentes à l'intégrale précédemment calculée du fluide à contrôler prises pour ladite température de fluide à contrôler ou pour les températures adjacentes.

[0023] Pour automatiser le procédé de contrôle et de maintien du pouvoir refroidissant, l'appareil de contrôle comprend des moyens de calcul pour calculer les quantités de constituants à introduire dans le fluide à contrôler pour rétablir une concentration désirée à partir de la concentration mesurée.

[0024] En outre, l'appareil de contrôle peut avantageusement comprendre des réservoirs de constituants connectés au bac par des électrovannes commandées par des moyens de commande adaptés pour piloter les électrovannes en fonction des informations de quantités calculées par les moyens de calcul.

[0025] De préférence, l'appareil de contrôle comprend des capteurs de niveau du fluide à contrôler, transmettant aux moyens de commande les informations de niveau de fluide, de sorte que les moyens de commande pilotent les électrovannes pour maintenir le niveau de fluide à contrôler dans une plage acceptable, et pour ajouter les quantités appropriées de constituants en fonction du volume du fluide à contrôler présent dans

le bac de trempe.

[0026] D'autres objets, caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description suivante de modes de réalisation particuliers, faite en relation avec les figures jointes, parmi lesquelles:

- la figure 1 est une vue schématique générale d'un appareil de contrôle du pouvoir refroidissant d'un fluide selon un mode de réalisation de la présente invention ;
- la figure 2 illustre une courbe de refroidissement d'une éprouvette normalisée plongée dans un fluide de refroidissement selon le procédé de la présente invention ; et
- la figure 3 illustre les courbes de variation de l'intégrale de la courbe de refroidissement en fonction de la concentration du fluide à contrôler et en fonction de la température.

[0027] Dans le mode de réalisation schématiquement illustré sur la figure 1, un appareil de contrôle du pouvoir refroidissant d'un fluide selon la présente invention comprend un bac de trempe 1, contenant une quantité du fluide à contrôler 2, et dimensionné pour recevoir et refroidir les pièces métalliques à tremper.

[0028] Le bac de trempe 1 est mis en communication avec un bac de contrôle 3 par l'intermédiaire de canalisations 4 et 5 et de moyens permettant de faire circuler le fluide à contrôler 2 entre le bac de trempe 1 et le bac de contrôle 3, afin que l'état du fluide à contrôler soit le même dans le bac de contrôle 3 et dans le bac de trempe 1.

[0029] En alternative, on pourrait prévoir un seul bac, conformé pour assurer à la fois la trempe et le contrôle. Dans ce cas, le contrôle du fluide s'effectue directement dans le bac de trempe.

[0030] Le bac de contrôle 3 est associé à un four 6, placé au-dessus du bac de contrôle 3, et contrôlé en température.

[0031] Une éprouvette 7 est portée par un vérin 8 permettant de la déplacer selon une course de contrôle entre le four 6 et le fluide contenu dans le bac de contrôle 3. L'éprouvette 7 peut être de tout type d'éprouvettes, par exemple une éprouvette normalisée ou spécifique en INCONEL ou en argent, ou une éprouvette spécifique en acier inoxydable, en aluminium, en alliage d'aluminium ou d'autres métaux.

[0032] Le fluide à contrôler 2 peut être en tout type de fluides de trempe, par exemple de l'eau contenant un additif tel que des sels ou des polymères, ou un bain de sels fondus auquel on a ajouté un pourcentage d'eau, ou un bain d'huile de trempe.

[0033] Dans tous les cas, il apparaît essentiel de contrôler la concentration de l'un au moins des constituants dans le bain, ce constituant ayant un rôle essentiel dans le pouvoir refroidissant du bain. L'appareil et le procédé selon l'invention permettent le contrôle de cette concentration.

[0034] Pour cela, l'éprouvette 7 contient au moins un capteur de température d'éprouvette, connecté par une interface électronique 9 à l'unité centrale 10 d'un micro-ordinateur de contrôle et de commande elle-même associée à une mémoire de programme 11 et à une mémoire de données 12.

[0035] Dans la réalisation illustrée, des capteurs de niveau 13 détectent le niveau du fluide à contrôler 2 dans le bac de trempe 1, et fournissent cette information à l'unité centrale 10.

[0036] De même, on peut avantageusement prévoir des réservoirs 14 et 15 de constituants du fluide de trempe, connectés au bac de trempe 1 par des canalisations respectives 16 et 17 comportant des électrovannes respectives 18 et 19 pilotées par l'unité centrale 10 par l'intermédiaire de lignes 20 et 21.

[0037] La mémoire de programme 11 contient un programme ayant une séquence permettant à l'unité centrale 10 de mémoriser, dans la mémoire de données 12, une suite temporelle de températures mesurées par le capteur de température de l'éprouvette 7 à des instants régulièrement répartis au cours du refroidissement de l'éprouvette 7 plongée dans le fluide contenu dans le bac de contrôle 3.

[0038] La mémoire de programme 11 contient également une séquence de programme permettant à l'unité centrale 10 de calculer une intégrale de la courbe de température résultant du lissage de la suite des valeurs de température de l'éprouvette 7, de préférence en calculant l'intégrale de la courbe de température sur une durée prédéterminée commençant à l'instant où la température mesurée de l'éprouvette 7 est égale à une valeur initiale prédéterminée de température.

[0039] La mémoire de données 12 permet de mémoriser des valeurs d'intégrale, de température et de concentration de référence déterminées dans la plage de variation des températures et concentrations de fluide à contrôler 2 contenant les concentrations et températures du fluide au voisinage desquelles doit être effectué le contrôle dans le bac de trempe 1.

[0040] Lors de son fonctionnement, l'appareil réalise au moins une fois une opération de mesure du pouvoir refroidissant du fluide à contrôler 2, par la succession des étapes suivantes :

- a. En fonction d'un programme enregistré dans la mémoire de programme 11, l'unité centrale 10 pilote le vérin 8 pour amener l'éprouvette 7 à l'intérieur du four 6, et commande le fonctionnement des moyens de chauffe du four 6 pour amener sa température à une température appropriée pour le type d'éprouvette 7 et le type de fluide à contrôler 2. Par exemple, pour le contrôle d'un fluide 2 de type solution aqueuse d'un polymère tel que le produit commercialisé sous la marque POLYDUR AL de la société DURFERRIT, et pour une éprouvette normalisée 7 en INCONEL, la température initiale appropriée est d'environ 853°C.

b. Ensuite, l'unité centrale 10 commande le vérin 8 pour abaisser rapidement l'éprouvette 7 et la plonger dans le fluide contenu dans le bac de contrôle 3.
c. Pendant toute la période de refroidissement de l'éprouvette 7, l'unité centrale 10 scrute les informations de température reçues du capteur de température d'éprouvette contenu dans l'éprouvette 7, à des instants répartis régulièrement pendant le refroidissement, pour définir une suite temporelle de valeurs de température et pour enregistrer lesdites valeurs dans la mémoire de données 12.

[0041] En fonction du programme enregistré dans la mémoire de programme 11, l'unité centrale 10 utilise alors les valeurs de température enregistrées dans la mémoire de données 12 pour calculer une intégrale de la courbe de température 22, et pour enregistrer la valeur d'intégrale obtenue dans la mémoire de données 12.

[0042] Par exemple, le calcul de l'intégrale peut être effectué par l'algorithme de SIMPSON, consistant à sommer, pour l'ensemble des valeurs de température, l'aire du trapèze formé par un point et son suivant.

[0043] Il convient que la courbe de valeurs de température 22 soit suffisamment précise. Pour cela, les mesures de température doivent être faites à des instants suffisamment rapprochés pendant toute la durée du refroidissement de l'éprouvette 7. Par exemple, pour une durée de mesure de 15 secondes, on pourra avantageusement effectuer environ 6 500 mesures. Les durées de mesure et les nombres de mesures seront choisis en fonction de l'éprouvette et du fluide à contrôler, de façon à couvrir la période significative de refroidissement de l'éprouvette.

[0044] La figure 2 illustre une courbe de variation de température 22 d'une éprouvette normalisée 7 en INCONEL pendant son refroidissement lors d'une opération de mesure du pouvoir refroidissant d'un fluide à contrôler 2 de type solution aqueuse de polymère à 30°C. Dans une première zone A, le refroidissement reste relativement peu rapide. Ensuite, dans une zone B, le refroidissement est rapide puis se ralentit, et correspond à la zone efficace du fluide à contrôler 2 pour les opérations de trempe.

[0045] Dans une troisième zone C, le refroidissement devient très lent, et les mesures deviennent donc moins significatives.

[0046] La valeur calculée de l'intégrale I correspond à la surface entre la courbe d'évolution de température 22 et l'axe des abscisses.

[0047] On peut a priori calculer l'intégrale I pendant toute la période de refroidissement de l'éprouvette normalisée 7, comprenant les phases A, B et C.

[0048] Cependant, une meilleure précision des résultats est obtenue en calculant l'intégrale de la courbe de température 22 pendant une durée prédéterminée D commençant à l'instant t_0 où la température T mesurée de l'éprouvette 7 est égale à une valeur initiale prédé-

terminée T_0 de température.

[0049] Pour une mesure dans un bain de trempe à solution aqueuse de polymère à l'aide d'une éprouvette normalisée en INCONEL, la valeur initiale prédéterminée de température T_0 peut être d'environ 840°C, et la durée prédéterminée D de calcul d'intégrale peut être avantageusement d'environ 15 secondes.

[0050] Les valeurs t_0 , T_0 et D seront choisies en fonction des éprouvettes utilisées, en fonction des fluides à contrôler, et en fonction de la température du fluide à contrôler, de façon à couvrir la période significative de refroidissement de l'éprouvette.

[0051] La valeur d'intégrale I ainsi obtenue est choisie comme paramètre représentatif du pouvoir refroidissant du fluide à contrôler 2. Ainsi, par comparaison avec des intégrales de référence, on peut en déduire l'évolution du fluide à contrôler 2 et les actions à entreprendre pour lui conserver un pouvoir refroidissant approprié.

[0052] Le procédé selon l'invention peut être complété en prévoyant une procédure préalable d'acquisition de valeurs d'intégrales de référence, consistant à utiliser la même opération de mesure et de calcul de l'intégrale I pour le même fluide à contrôler 2 alors que ledit fluide à contrôler est dans des conditions de référence appropriées, par exemple à l'état neuf et non pollué et dans des conditions connues de concentration et de température, en faisant varier la concentration et la température du fluide à contrôler dans toute la plage de variation contenant les concentrations et températures de fluide à contrôler 2 au voisinage desquelles doit être effectué le contrôle du fluide. On mémorise les valeurs d'intégrales de référence dans la mémoire de données 12.

[0053] Selon l'invention, on prévoit en outre, dans le bac de contrôle 3, une sonde de température 23 permettant de fournir à l'unité centrale 10 l'information de la température moyenne du fluide dans le bac de contrôle 3. Cette température est enregistrée en association avec chaque mesure et calcul d'intégrale de référence. En effet, on a pu observer que le pouvoir refroidissant varie à la fois en fonction de la concentration en constituants du fluide à contrôler, et en fonction de la température du fluide à contrôler. A titre d'exemple, la figure 2 illustre une courbe de variation de température 25 de la même éprouvette normalisée 7 en INCONEL lorsque le même fluide à contrôler 2 est à 50°C.

[0054] La figure 3 illustre cette variation qui a été constatée selon l'invention, et qui est représentée par les courbes de valeurs de l'intégrale en fonction de la concentration en constituants du fluide à contrôler et pour diverses températures t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , t_6 et t_7 croissantes de fluide dans les plages d'utilisation habituelles du fluide à contrôler.

[0055] On constate que la variation de la valeur de l'intégrale I en fonction de la concentration C en constituants du fluide à contrôler est sensiblement linéaire, et que la variation de valeur de l'intégrale I en fonction de la température t du fluide à contrôler est également li-

néaire en première approximation.

[0056] Par suite de cette observation, l'invention prévoit de déterminer une valeur de concentration du fluide à contrôler 2 par :

- mesure de la température du fluide lors du contrôle,
- interpolation linéaire entre les valeurs de concentration correspondant aux intégrales adjacentes à l'intégrale calculée du fluide à contrôler prises pour ladite température de fluide à contrôler 2 ou pour les températures adjacentes.

[0057] Par exemple, si la température mesurée du fluide à contrôler 2 est égale à une température t_4 pour laquelle les intégrales de référence ont été calculées pour diverses concentrations de constituants au cours de la procédure préalable d'acquisition de valeurs d'intégrales de référence, il suffit de rechercher, dans la courbe d'intégrale pour la température t_4 donnée, par exemple la courbe 24 sur la figure 3, la valeur d'intégrale I- immédiatement inférieure et la valeur d'intégrale I+ immédiatement supérieure à la valeur I mesurée, et on en déduit les concentrations immédiatement inférieures C- et immédiatement supérieures C+ correspondantes. La concentration C en est ensuite déduite par interpolation linéaire entre les concentrations adjacentes C- et C+.

[0058] Dans l'hypothèse où la température mesurée du fluide à contrôler 2 est comprise entre deux températures pour lesquelles ont été déterminées les courbes de valeur d'intégrale de référence au cours de la procédure préalable d'acquisition, on peut commencer par déterminer une courbe de valeur d'intégrale intermédiaire, par interpolation linéaire entre les deux courbes de valeurs d'intégrale voisines, puis calculer la concentration par la méthode d'interpolation linéaire décrite ci-dessus.

[0059] L'invention prévoit une étape ultérieure éventuelle de détermination des quantités de constituants à introduire dans le bac de trempe pour ramener le pouvoir refroidissant du fluide à contrôler 2 à sa valeur désirée. Pour cela, en fonction de la concentration C mesurée par le procédé ci-dessus, et tenant compte du niveau de fluide à contrôler 2 mesuré par les capteurs de niveau 13 pour connaître le volume de fluide présent dans le bac de trempe 1, l'unité centrale 10 calcule les quantités de constituants à ajouter dans le bac de trempe 1, et pilote en conséquence les électrovannes 18 et/ou 19 pour introduire les constituants appropriés. Par exemple, pour un fluide à contrôler 2 de type solution aqueuse de polymère, le réservoir 14 peut contenir de l'eau, le réservoir 15 peut contenir le polymère. Dans le cas d'une concentration insuffisante en polymère, l'unité centrale 10 ouvre l'électrovanne 19 pour introduire du polymère provenant du réservoir 15 dans le bac de trempe 1. Simultanément, les capteurs de niveau 13 permettent à l'unité de commande 10 de piloter les électrovannes 18 et 19 pour maintenir le niveau de fluide à contrôler 2 dans une plage acceptable, évitant par

exemple les débordements ou les manques de fluide.

[0060] L'invention permet ainsi une mesure fiable du pouvoir refroidissant d'un fluide à contrôler 2 contenu dans un bac de trempe 1. En outre, cette mesure est particulièrement simple et rapide, et ne nécessite pas d'importantes ressources de traitement de données puisqu'elle ne fait appel à aucun calcul complexe.

[0061] Grâce à cette mesure précise et fiable, qui fournit un résultat aisément exploitable sous forme d'une valeur d'intégrale, l'invention permet ensuite d'automatiser la mesure, son analyse, puis l'asservissement du pouvoir refroidissant du fluide à contrôler 2 en apportant les corrections de composition nécessaires afin de maintenir en permanence le fluide à contrôler 2 dans des conditions acceptables pour la trempe.

[0062] La présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui ont été explicitement décrits, mais elle en inclut les diverses variantes et généralisations contenues dans le domaine des revendications ci-après.

Revendications

1. Procédé de contrôle du pouvoir refroidissant d'un fluide, comprenant une opération de mesure du pouvoir refroidissant selon les étapes suivantes :

- a. chauffer une éprouvette (7) à une température appropriée,
- b. plonger rapidement l'éprouvette (7) chaude dans le fluide à contrôler (2),
- c. mesurer et mémoriser la température en au moins une zone de l'éprouvette (7) à des instants répartis pendant son refroidissement, pour définir une suite temporelle de valeurs de température,
- d. calculer une intégrale (I) de la courbe de température (22) résultant du lissage de ladite suite temporelle de valeurs de température,

ladite intégrale (I) étant choisie comme paramètre représentatif dudit pouvoir refroidissant du fluide à contrôler (2).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le calcul de l'intégrale (I) de la courbe de température (22) est effectué sur une durée prédéterminée (D) commençant à l'instant (t_0) où la température (T) mesurée de l'éprouvette (7) est égale à une valeur initiale prédéterminée (T_0) de température.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la valeur initiale prédéterminée de température (T_0) est d'environ 840°C, et la durée prédéterminée (D) de calcul est d'environ 15 secondes.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend une procédure préalable d'acquisition de valeurs d'intégrales de référence, consistant à utiliser la même opération de mesure et de calcul d'intégrale pour le même fluide à contrôler (2) alors que ledit fluide à contrôler (2) se trouve à une température et dans un état de concentration en constituants présentant un pouvoir refroidissant satisfaisant pris comme référence, en faisant varier la concentration et la température dans toute la plage de variation contenant les concentrations et températures de fluide à contrôler (2) au voisinage desquelles doit ensuite être effectué le contrôle du fluide.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'on détermine, en fonction de ladite intégrale calculée, une valeur de concentration (C) du fluide à contrôler (2) par :
- mesure de la température du fluide lors du contrôle,
 - interpolation linéaire entre les valeurs de concentration (C-, C+) correspondant aux valeurs d'intégrales adjacentes (I-, I+) à l'intégrale calculée (I) du fluide à contrôler (2) prises pour ladite température du fluide à contrôler ou pour les températures adjacentes.
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que, en fonction de la concentration (C) ainsi mesurée, on ajoute au fluide à contrôler (2) les quantités de constituants appropriées pour ramener la concentration du fluide à contrôler (2) à sa valeur souhaitée.
7. Appareil de contrôle du pouvoir refroidissant d'un fluide à contrôler (2), pour la mise en oeuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant :
- un bac (3) contenant ledit fluide à contrôler (2),
 - une éprouvette (7), ayant un capteur de température d'éprouvette et des moyens de déplacement (8) pour plonger l'éprouvette (7) dans le fluide à contrôler (2) contenu dans le bac (3),
 - des moyens (6) pour chauffer l'éprouvette (7) hors du bac (3) et l'amener à une température appropriée,
 - des moyens (10, 11, 12) pour mémoriser la suite temporelle des températures mesurées par le capteur de température d'éprouvette à des instants répartis au cours du refroidissement de l'éprouvette (7) plongée dans le fluide à contrôler (2) contenu dans le bac (3),
- caractérisé en ce qu'il comprend :
- des moyens (10, 11, 12) pour calculer une intégrale (I) de la courbe de température (22) résultant du lissage de ladite suite temporelle de valeurs de température.
8. Appareil de contrôle selon la revendication 7 caractérisé en ce que le calcul de l'intégrale (I) de la courbe de température (22) est effectué pendant une durée prédéterminée (D) commençant à l'instant (t_0) où la température (T) mesurée de l'éprouvette (7) est égale à une valeur initiale prédéterminée (T_0) de température.
9. Appareil de contrôle selon la revendication 8, caractérisé en ce que la valeur initiale prédéterminée de température est d'environ 840°C, et la durée prédéterminée (D) de calcul d'intégrale est d'environ 15 secondes.
10. Appareil de contrôle selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (10, 11, 12) pour mémoriser des valeurs d'intégrale, de température de fluide et de concentration de référence déterminées dans la plage de variation des températures et concentrations contenant les concentrations et températures de fluide au voisinage desquelles doit être effectué le contrôle du fluide.
11. Appareil de contrôle selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend :
- des moyens de sonde de température (23) pour mesurer la température du fluide à contrôler (2),
 - des moyens (10, 11, 12) pour calculer une valeur de concentration mesurée (C) du fluide à contrôler (2) par interpolation linéaire entre les valeurs de concentration (C-, C+) correspondant aux intégrales adjacentes (I-, I+) à l'intégrale précédemment calculée (I) du fluide à contrôler (2) prises pour ladite température de fluide à contrôler ou pour les températures adjacentes.
12. Appareil de contrôle selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de calcul (10, 11, 12) pour calculer les quantités de constituants à introduire dans le fluide à contrôler (2) pour rétablir une concentration désirée à partir de la concentration mesurée (C).
13. Appareil de contrôle selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comprend des réservoirs de constituants (14, 15) connectés au bac (3) par des canalisations (16, 17) à électrovannes (18, 19) commandées par des moyens de commande (10) adaptés pour piloter les électrovannes (18, 19) en

fonction des informations de quantités calculées
par les moyens de calcul (10, 11, 12).

- 14.** Appareil de contrôle selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comprend des capteurs de niveau (13) du fluide à contrôler (2) transmettant aux moyens de commande (10) les informations de niveau de fluide, de sorte que les moyens de commande (10) pilotent les électrovannes (18, 19) pour maintenir le niveau de fluide à contrôler (2) dans une plage acceptable, et pour ajouter les quantités appropriées de constituants en fonction du volume du fluide à contrôler présent dans le bac de trempe (1).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

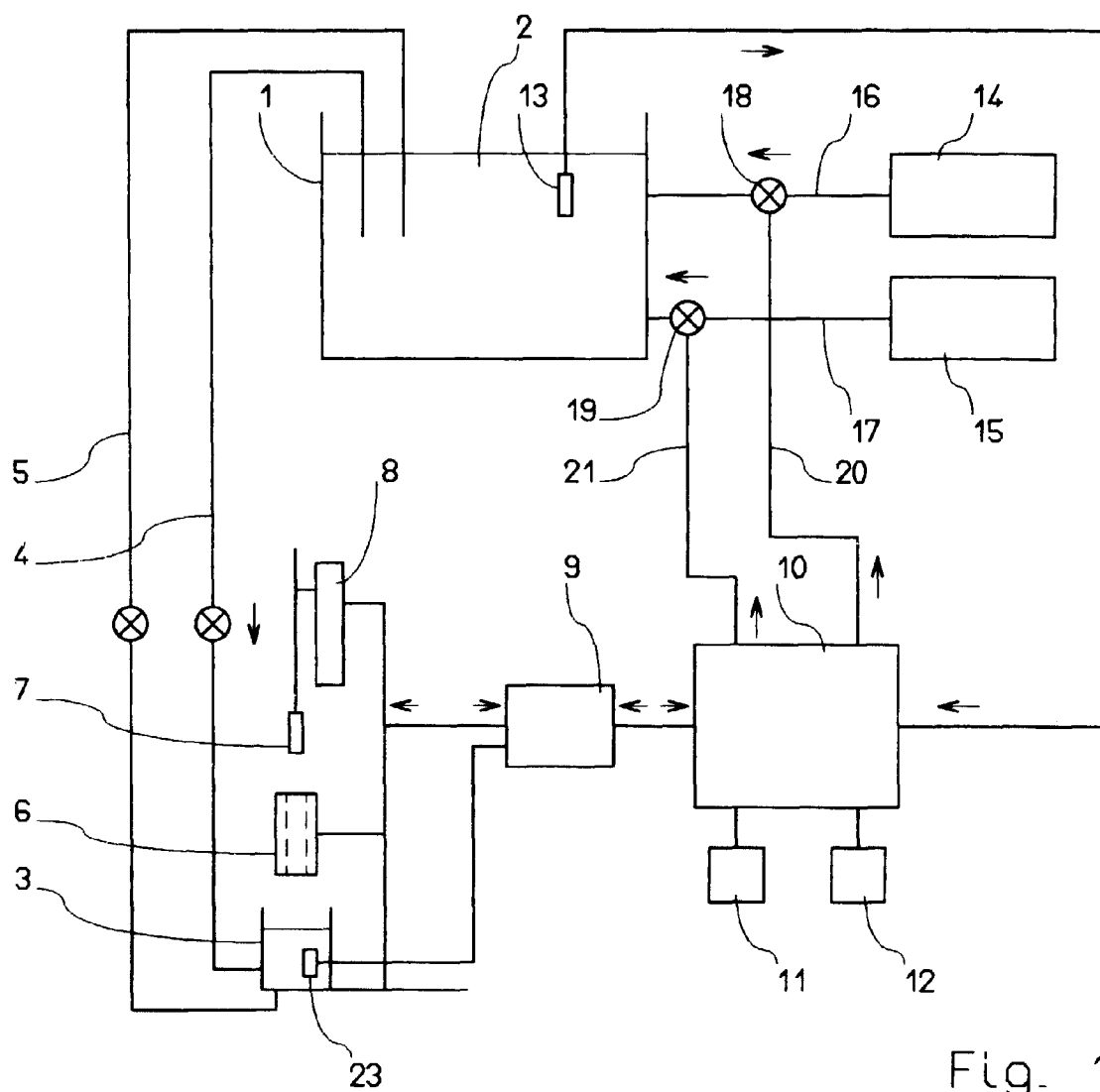


Fig. 1

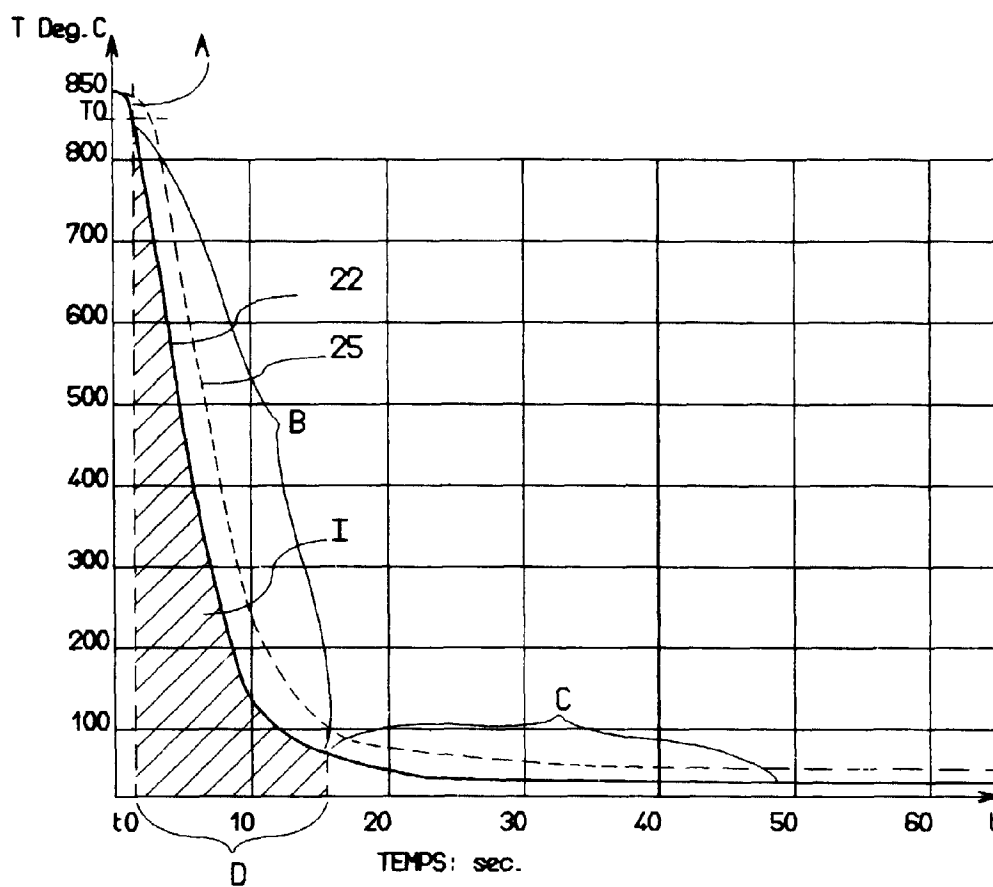


Fig. 2

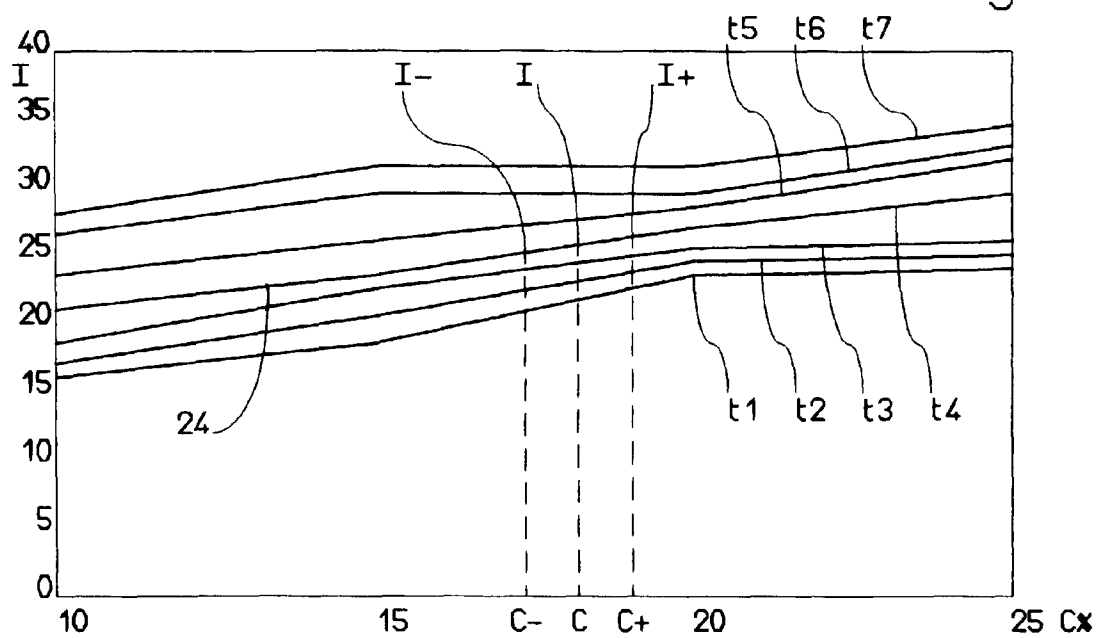


Fig. 3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 42 0141

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A,D	BODIN J. E.A.: "MEASUREMENT AND EVALUATION OF THE POWER OF QUENCHING MEDIA FOR HARDENING" HEAT TREATMENT OF METALS, vol. 20, no. 1, 1993, pages 15-23, XP002097477 BIRMINGHAM(GB) * page 16 - page 17 *	1-4,7	C21D1/55
A,D	TAMURA I ET AL: "COMPARATIVE STUDY OF COOLING CURVES WITH HIS SILVER SPECIMENS AND ALLOY 600 SPECIMENS IN RELATION TO ADDITIVE EFFECTIVENESS" JOURNAL OF MATERIALS ENGINEERING AND PERFORMANCE, vol. 3, no. 3, juin 1994 (1994-06), pages 367-370, XP000469107 * le document en entier *	1-4,7	
A,D	BOOR U ET AL: "RECHNERGESTUETZTE PRUEFEINRICHTUNG FUEER DIE BEURTEILUNG DES HAERTEOEL-ABKUEHLVERMOEGENS" 1 janvier 1996 (1996-01-01), HAERTEREI TECHNISCHE MITTEILUNGEN, VOL. 51, NR. 1, PAGE(S) 29 - 35 XP000555791 * page 31 - page 32 *	1,4,7,10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) C21D
A,D	KOBASKO N I: "CURRENT STATE OF THE PROBLEM AND PRINCIPAL CRITERIA FOR EVALUATING THE COOLING CAPACITY OF QUENCHING MEDIA" METAL SCIENCE AND HEAT TREATMENT, vol. 38, no. 1/02, janvier 1996 (1996-01), pages 49-55, XP000657609 * page 6 *	1,4,7	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 3 août 1999	Examineur Ramboer, P
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 42 0141

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A,D	EP 0 260 207 A (SERVIMETAL) 16 mars 1988 (1988-03-16) * le document en entier *	1,7,13	
A,D	EP 0 321 370 A (SERVIMETAL) 21 juin 1989 (1989-06-21) * abrégé *	1	
A	BATES C E ET AL: "QUANTIFYING QUENCH-OIL COOLING CHARACTERISTICS" ADVANCED MATERIALS & PROCESSES (INC. METAL PROGRESS), vol. 139, no. 3, 1 mars 1991 (1991-03-01), pages 25-28, XP000178290 * le document en entier *	1,4,7,13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 3 août 1999	Examineur Ramboer, P
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 99 42 0141

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.

03-08-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0260207 A	16-03-1988	FR 2603901 A	18-03-1988
		JP 1661584 C	19-05-1992
		JP 3025485 B	08-04-1991
		JP 63125613 A	28-05-1988
		US 4840353 A	20-06-1989
EP 0321370 A	21-06-1989	FR 2624875 A	23-06-1989
		AT 76104 T	15-05-1992
		DE 3871106 A	17-06-1992
		GR 3005214 T	24-05-1993
		JP 1259119 A	16-10-1989
		JP 1909680 C	09-03-1995
		JP 6037665 B	18-05-1994

EPO FORM P0460

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