

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 963 448 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

26.05.2004 Bulletin 2004/22

(21) Numéro de dépôt: **98948626.1**

(22) Date de dépôt: **13.10.1998**

(51) Int Cl.7: **C21B 7/24**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/BE1998/000150

(87) Numéro de publication internationale:
WO 1999/032665 (01.07.1999 Gazette 1999/26)

(54) **PROCEDE ET DISPOSITIF DE MESURE DU TEMPS DE TRANSFERT DES GAZ AU SEIN D'UNE ENCEINTE, EN PARTICULIER UN FOUR A CUVE.**

VERFAHREN UND VORRICHTUNG FÜR DIE LAUFZEITMESSUNG VON GASEN IN EINEM BEHÄLTER, INSBESONDERE EINEM SCHACHTOFEN

METHOD AND DEVICE FOR MEASURING GAS TRANSFER TIME INSIDE AN ENCLOSED SPACE, PARTICULARLY IN A SHAFT FURNACE

(84) Etats contractants désignés:
AT BE DE ES FR GB IT NL

(30) Priorité: **19.12.1997 BE 9701043**

(43) Date de publication de la demande:
15.12.1999 Bulletin 1999/50

(73) Titulaire: **Centre de Recherches Metallurgiques -
Centrum voor de Research in de Metallurgie
1200 Bruxelles (BE)**

(72) Inventeurs:
• **FRANSSEN, Roger
B-4850 Montzen (BE)**
• **STOLZ, Claude
B-4031 Angleur (BE)**

(74) Mandataire: **Van Malderen, Michel et al
Office van Malderen
85/043 Boulevard de la Sauvenière
4000 Liège (BE)**

(56) Documents cités:
EP-A- 0 747 675

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 174 (P-374), 19 juillet 1985 & JP 60 049267 A (SHIN NIPPON SEITETSU KK), 18 mars 1985**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 093 (C-220), 27 avril 1984 & JP 59 009116 A (SHIN NIPPON SEITETSU KK), 18 janvier 1984**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 141 (P-131), 30 juillet 1982 & JP 57 064111 A (NIPPON STEEL CORP), 19 avril 1982**

EP 0 963 448 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention a trait à un procédé de mesure du temps de transfert des gaz dans une enceinte, en particulier dans un four à cuve tel qu'un haut-fourneau, à un dispositif pour sa mise en oeuvre et à une méthode d'étalonnage du dispositif en question.

[0002] Il existe un certain nombre de processus industriels où l'on désire connaître le temps nécessaire à un gaz pour parcourir une certaine distance, usuellement on parle de temps de transfert au sein d'une enceinte. En général cette enceinte est opaque, difficile, sinon impossible à ausculter par des moyens physiques, tels des sondes ou des hublots, sans que cela entraîne des frais de construction et d'exploitation prohibitifs.

[0003] La mesure du temps de transfert est souvent basée sur une opération de calcul qui est: $T_m = T_t - T_{mp}$ où

T_m est le temps de transfert des gaz au sein du processus entre deux points déterminés,
 T_t est le temps total mesuré entre le début de la prise de mesure et la fin de cette mesure,
 T_{mp} est le temps mort de prélèvement.

[0004] Il est évident que si le temps T_{mp} est d'un ordre de grandeur petit par rapport à T_m et T_t , par exemple $T_{mp} = 10$ sec. alors que $T_m = 600$ sec. et $T_t = 610$ sec., une erreur de mesure de T_{mp} devient négligeable quant à son influence sur la mesure de T_m .

[0005] Au contraire, quand on se trouve dans le cas où T_{mp} est du même ordre de grandeur que T_m , par exemple $T_{mp} = 15$ sec. alors que $T_m = 10$ sec. et $T_t = 25$ sec., une estimation erronée de T_{mp} devient fort préjudiciable vu son influence sur la mesure de T_m .

[0006] La méthode de mesure de l'invention est particulièrement apte à être utilisée dans les cas de mesure du temps de transfert T_m des gaz où l'estimation du temps mort de prélèvement T_{mp} doit être précise faute de quoi la mesure du temps de transfert T_m perd tout son intérêt vu l'erreur de mesure possible par l'opération $T_m = T_t - T_{mp}$.

[0007] En résumé, nous dirons que la méthode de mesure de l'invention est applicable aux procédés dans lesquels la valeur de T_{mp} ne peut pas être négligée en grandeur par rapport à T_m .

[0008] A titre de simple illustration et dans un but de clarté, la description qui suit fait plus particulièrement référence à un haut-fourneau de production de fonte, processus dans lequel on retrouve les conditions précitées quant à la nécessité d'utilisation de la méthode de l'invention. Il va toutefois de soi que cette description n'est pas limitative et, notamment, l'invention s'applique à tout ensemble dans lequel on désire effectuer certaines mesures dans un cadre analogue à celui du haut-fourneau sidérurgique en ce qui concerne les conditions opérationnelles dictées par la construction dudit ensem-

ble, comme par exemple la difficulté d'accès.

[0009] On sait que la charge du haut-fourneau est constituée de couches superposées, composées alternativement de minerai et de combustible. Par minerai, on entend des matières ferrières, généralement préparées et agglomérées ou en boulettes et pouvant contenir diverses substances, notamment des fondants. Par combustible, on entend des matières carbonées composées essentiellement de coke.

[0010] Le minerai et le combustible sont chargés en alternance dans le haut-fourneau de façon à former, sur la hauteur de celui-ci, des couches alternées de matières ferrières et de combustible.

[0011] Après la mise à feu de la charge dans le haut-fourneau, la réduction des minerais par l'injection d'air chaud donne lieu à l'élaboration de la fonte qui s'écoule vers le fond de la cuve et est extraite au bas du haut-fourneau.

[0012] Au cours du processus de réduction des minerais dans le haut-fourneau, il est essentiel de disposer de moyens de mesure qui permettent de contrôler et suivre l'évolution du processus en question.

[0013] Un paramètre fort important dans le cadre précité est la connaissance du champ de vitesse des gaz à l'intérieur de la charge du haut-fourneau, et ce de préférence en continu, car on peut en déduire des informations pour optimiser le rendement thermique et chimique du haut-fourneau en cause.

[0014] Plus particulièrement, on notera que ce type d'informations peut être utilisé par divers systèmes, experts ou autres, pour réguler la marche d'installations mettant en oeuvre des fours à cuve.

[0015] Comme le relevé direct en continu du champ de vitesse en de nombreux points du haut-fourneau n'est pas réalisable en pratique pour une question d'accès direct aux points en question, on a développé diverses méthodes pour pallier cet inconvénient.

[0016] Parmi les méthodes connues, on notera des mesures de pression en paroi du haut-fourneau et des relevés de température de la surface de la charge.

[0017] Le document japonais JP-A-60 049 267 décrit un procédé pour mesurer avec précision la vitesse d'un gaz dans un four à cuve, qui consiste à envoyer un gaz traceur dans le four à partir de dispositifs d'injection du gaz reliés respectivement à une première canne, dite canne d'injection du gaz et à une deuxième canne, dite canne de détection. Les deux cannes sont disposées dans le flux de gaz du four, à une distance fixe en hauteur (L). Le premier gaz traceur injecté au niveau de la canne d'injection parcourt cette distance dans le flux avant d'être intercepté par la canne de détection reliée à un détecteur. Le second gaz traceur est injecté par un tube incorporé dans la canne de détection et est directement intercepté par celle-ci à la sortie du tube, de sorte que la mesure du temps passé par ce second gaz traceur dans la canne de détection permet d'étalonner l'appareil.

[0018] Une fois les gaz traceurs détectés après avoir

atteint un régime stationnaire, on coupe les vannes d'admission de ceux-ci et on mesure au détecteur les instants t_1 et t_2 où se produisent les décroissances de concentration des deux gaz respectifs. On en déduit alors la vitesse du gaz parcourant le four : $L/(t_2-t_1)$.

[0019] Le document japonais JP-A-59 009 116 décrit également un procédé pour déterminer la distribution de flux de gaz dans un haut-fourneau en mesurant la vitesse d'un gaz traceur se déplaçant entre une position d'injection inférieure et une position de détection supérieure. Ces deux positions peuvent être variées en hauteur de sorte à opérer une détection proche d'une zone de fusion ou d'une couche de charge où la concentration en gaz est maximale. On obtient la distribution des flux de gaz en effectuant une pluralité de mesures dans la direction radiale.

[0020] La présente invention consiste en un procédé comme revendiqué dans les revendications 1, 3 et 5 et un dispositif comme revendiqué dans les revendications 8, 9 et 13 qui éliminent certains inconvénients liés aux méthodes précitées via une approche différente axée sur la détermination du temps de transfert moyen du gaz présent dans l'enceinte du haut-fourneau entre deux points distincts de cette dernière.

[0021] Le procédé de mesure du temps de transfert des gaz au sein d'une enceinte, en particulier dans un four à cuve tel qu'un haut-fourneau, est essentiellement caractérisé en ce qu'on effectue au moins une opération dans laquelle on injecte un gaz, appelé gaz traceur, en un point A ou A' de l'enceinte, en ce qu'on effectue au moins une opération dans laquelle on prélève en un point B de cette même enceinte le gaz y présent, le point A ou A' étant différent du point B, en ce qu'on effectue au moins une opération dans laquelle on détecte la présence du gaz traceur dans le gaz prélevé en B, en ce qu'on en déduit le temps nécessaire au gaz traceur pour passer du point A ou A' au point B en fonction des informations obtenues à propos de la présence du gaz traceur via un système de détection, et en ce qu'on effectue au moins une mesure in-situ du temps de réponse du système effectuant le prélèvement en B, mesure appelée étalonnage du procédé.

[0022] Suivant une modalité de mise en oeuvre du procédé de mesure de l'invention, le gaz traceur est injecté en un point de la paroi de l'enceinte, préférentiellement au niveau d'une tuyère lors de l'application à une enceinte formée par un four à cuve, en particulier un haut-fourneau.

[0023] Suivant une autre modalité de mise en oeuvre du procédé de mesure de l'invention, le gaz traceur ne réagit chimiquement ni avec les substances présentes dans l'enceinte, ni avec les produits y générés.

[0024] Suivant une modalité préférentielle de mise en oeuvre du procédé de mesure de l'invention, le gaz traceur est injecté en quantité suffisamment faible pour ne pas perturber le déroulement des réactions s'effectuant à l'intérieur de l'enceinte en question.

[0025] Suivant encore une autre modalité de mise en

oeuvre du procédé de mesure de l'invention, le prélèvement du gaz dans l'enceinte est opéré en plusieurs points.

[0026] Suivant une modalité préférentielle de mise en oeuvre du procédé de mesure de l'invention, le prélèvement du gaz est opéré au moyen d'une poutre, placée au-dessus ou sous le niveau supérieur de la charge contenue dans l'enceinte et munie de plusieurs points de prélèvement.

[0027] Suivant une autre modalité préférentielle de mise en oeuvre du procédé de mesure de l'invention, les prélèvements sont effectués par des sondes qui accompagnent la charge contenue dans l'enceinte, au cours de son mouvement de descente.

[0028] Suivant encore une autre modalité préférentielle de mise en oeuvre du procédé de mesure de l'invention relative à l'opération d'analyse du gaz prélevé dans l'enceinte, on détermine la concentration en certains composants dudit gaz au moyen d'un spectromètre de masse.

[0029] La figure 1 schématise l'application du principe de la méthode de mesure de l'invention au cas du haut-fourneau. On y distingue le haut-fourneau (1), les tuyères d'injection (2), une poutre de mesure (3) munie de plusieurs sondes de prélèvement (4), la poutre (3) étant reliée à un dispositif d'analyse (5).

[0030] Dans ce cas particulier de mise en oeuvre, on a supposé que l'introduction de gaz traceur pourrait être faite en deux endroits tels que A et A', respectivement (6) qui est un trou d'accès ménagé dans la paroi du haut-fourneau et (7) qui est un accès prévu dans la tuyère d'injection pour y introduire le gaz traceur au moyen de dispositifs adéquats (8).

[0031] L'opération d'étalonnage, dont question dans la méthode de mesure de l'invention, s'avère nécessaire à partir du moment où on désire effectuer des mesures en continu avec des conditions de pression et de température variables au niveau de la sonde de prélèvement. Elle s'avère également nécessaire lorsque la perte de charge dans le circuit de prélèvement évolue au cours du temps, par exemple, suite au colmatage progressif des éléments de filtrage du gaz inclus dans une unité de prélèvement du gaz.

Un avantage fondamental de la méthode de l'invention réside dans son aspect d'étalonnage in-situ, par opposition à un étalonnage effectué en laboratoire ou à l'extérieur de l'enceinte. Il est évident que ce type d'étalonnage effectué sur le site même des mesures permet de tenir compte de l'état réel du dispositif de prélèvement.

[0032] Suivant une modalité de mise en oeuvre de la méthode de mesure, objet de la présente invention, l'opération d'étalonnage consiste à injecter au point de prélèvement, relatif à l'équipement à étalonner, une quantité d'un gaz déterminé et à mesurer le temps séparant ladite injection et la détection du gaz précité dans l'équipement de prélèvement et de détection.

[0033] Suivant une modalité de réalisation de la méthode d'étalonnage précitée, on utilise une sonde ou

canne de prélèvement composée d'au moins deux tubes, un au moins desdits tubes servant à prélever le gaz présent dans l'enceinte au point de prélèvement et étant relié à un équipement d'analyse sensible à au moins un composant du gaz prélevé dans l'enceinte, et l'autre ou au moins un des autres tubes présents servant à l'injection du gaz déterminé précité et étant relié à un équipement le ou les alimentant en gaz précité.

[0034] Suivant une modalité de réalisation de la méthode d'étalonnage précitée dans laquelle on utilise une sonde ou canne de prélèvement constituée d'au moins deux tubes disposés de telle sorte qu'un au moins desdits tubes soit utilisé pour effectuer le prélèvement et qu'un au moins des autres tubes, non utilisés pour le prélèvement, soit utilisé pour injecter le gaz traceur en bout de canne de prélèvement, on effectue les opérations suivantes:

- 1) on envoie un mélange gazeux, formé d'un gaz, de préférence neutre, et de gaz traceur à faible débit dans le ou les tubes précités utilisés pour injecter le gaz traceur, effectuant de la sorte une opération de purge ayant pour but de remplir au moyen dudit mélange gazeux le volume compris dans les tubes en question, ledit mélange s'échappant à l'extrémité de la canne de prélèvement vers l'enceinte,
- 2) on prélève par le ou les tubes précités, utilisés pour le prélèvement, le gaz de l'enceinte auquel s'est mélangé le gaz traceur, le ou les tubes précités utilisés pour le prélèvement étant raccordés au système de détection,
- 3) on provoque à un instant t_0 un accroissement brutal de la pression du mélange précité l'augmentation de pression dans le ou les tubes précités utilisés pour injecter le gaz traceur se transmettant à l'extrémité ouverte de ce ou ces tubes et y produisant à l'instant t_1 un accroissement de débit qui a pour effet d'augmenter la teneur en gaz traceur dans le gaz prélevé par le ou les tubes précités utilisés pour le prélèvement,
- 4) on détermine l'instant t_2 qui est le moment où la variation de la concentration en gaz traceur présent dans le gaz prélevé est détectée par le dispositif d'analyse auquel est relié ou sont reliés le ou les tubes précités utilisés pour le prélèvement en question,
- 5) on détermine le temps de transfert dans l'équipement de prélèvement par l'opération $t_2 - t_0$.

[0035] La durée $t_2 - t_0$ est aisément mesurable et est une bonne approximation de $t_2 - t_1$. La différence $t_1 - t_0$ peut en effet être négligée car la vitesse de transmission de l'accroissement de la pression dans un tube, de l'ordre de la vitesse du son, est très nettement supérieure aux vitesses habituelles de déplacement du gaz

[0036] Suivant cette modalité de réalisation particulière de la méthode précédente d'étalonnage dans laquelle le gaz dans l'enceinte contient du gaz traceur en

une concentration mesurable, on utilise dans l'opération un mélange gazeux ne contenant pas le gaz traceur et on effectue les mêmes opérations que précédemment.

[0037] Une autre méthode d'étalonnage peut aussi être utilisée dans le cas où les circuits de prélèvement sont courts, c'est-à-dire lorsque le temps T_{mp} est inférieur par exemple à 3 à 4 fois le temps T_m .

[0038] Suivant cette modalité de réalisation de la méthode d'étalonnage précitée dans laquelle on utilise une sonde ou canne de prélèvement constituée d'au moins deux tubes disposés de telle sorte qu'un au moins desdits tubes soit utilisé pour effectuer le prélèvement et qu'un au moins des autres tubes, non utilisés pour le prélèvement, soit utilisé pour injecter du gaz traceur en bout de canne de prélèvement, on effectue les opérations suivantes:

- 1) on envoie un gaz, dit d'étalonnage, exempt ou à faible teneur en gaz traceur à un débit tel que la vitesse du gaz dans le ou les tubes utilisés pour l'injection soit nettement supérieure à celle du gaz dans le ou les tubes utilisés pour le prélèvement, de préférence 3 à 4 fois cette dernière,
- 2) à un temps t_0 , on envoie une impulsion ou quantité supplémentaire de gaz traceur dans le ou les tubes utilisés pour l'injection et ce dernier arrive à l'entrée de la canne de prélèvement, à l'instant t_1 où il est partiellement aspiré par ladite canne de prélèvement,
- 3) on détecte à un instant t_2 via le dispositif d'analyse connecté sur la canne de prélèvement une variation de concentration en gaz traceur,
- 4) on détermine le temps de transfert dans l'équipement de prélèvement par l'opération $t_2 - t_0$ car la différence $t_1 - t_0$ peut être négligée si l'on respecte les conditions opératoires précitées, c'est-à-dire si la vitesse dans le ou les tubes utilisés pour l'injection est telle que $t_1 - t_0$ peut être considéré comme négligeable ou si cette dernière peut être calculée avec une précision suffisante.

[0039] Suivant une modalité de réalisation préférentielle de la méthode d'étalonnage précitée, on utilise une sonde ou canne de prélèvement composée de deux tubes coaxiaux, l'un étant connecté pour opérer l'injection du gaz traceur et l'autre pour prélever le gaz présent dans l'enceinte.

[0040] Afin d'illustrer les modalités précédentes de mise en oeuvre de l'opération d'étalonnage, on a schématisé ces opérations, c'est-à-dire qu'on a omis de représenter tout ce qui n'était pas nécessaire à la bonne compréhension des opérations d'étalonnage, dans le cas de sondes ou cannes formées de tubes coaxiaux, de sorte que

la figure 3a s'applique au cas où l'on envoie un mélange gazeux, formé d'un gaz, de préférence neutre, et de gaz traceur à faible débit dans le tube utilisé pour injecter le gaz traceur et où l'on provoque à un instant t_0 un ac-

croissement brutal de la pression du mélange précité, et que

la figure 3b s'applique au cas où les circuits de prélèvement sont courts et où l'on envoie un gaz, dit d'étalonnage, exempt ou à faible teneur en gaz traceur, à un débit tel que la vitesse du gaz dans le tube utilisé pour l'injection soit nettement supérieure à celle du gaz dans le tube utilisé pour le prélèvement et où l'on détecte à un instant t_2 via le dispositif d'analyse connecté sur la canne de prélèvement une variation de concentration en gaz traceur.

[0041] Si l'on s'en réfère à la figure 3a qui schématise un dispositif pour la mise en oeuvre de la méthode de mesure suivant l'invention dans le contexte d'un haut-fourneau utilisant une sonde (4) de prélèvement à double paroi, on peut décrire l'opération précédente d'étalonnage comme suit:

- le tube intérieur (17) étant en prélèvement, on effectue la purge en envoyant un mélange contenant du gaz traceur qui se trouve dans le réservoir (20) en surpression par rapport à l'enceinte du haut-fourneau, ce mélange est introduit à faible débit dans le tube extérieur (16) par l'intermédiaire de la vanne télécommandée (18);
- on effectue la purge suffisamment longtemps pour permettre un remplissage complet du volume compris entre les tubes intérieur (17) et extérieur (16), ce mélange s'échappe alors à l'extrémité de la sonde et se mélange au gaz de haut-fourneau passant à cet endroit;
- on prélève une partie du gaz via le tube (17) et on l'analyse au moyen du détecteur (15) qui décèlera une faible concentration en gaz traceur;
- on ouvre la vanne télécommandée (19) à l'instant t_0 pendant un temps court ce qui provoque une impulsion de pression, car le circuit de la vanne (19) est conçu de manière à présenter une perte de charge nettement plus faible que le circuit de la vanne (18); il s'en suit que l'impulsion de pression se propage rapidement à la vitesse du son dans le gaz jusqu'à l'extrémité du tube (16) où elle entraîne un accroissement de débit au bout de la sonde (4), et par conséquent une augmentation de la concentration en gaz traceur du gaz de haut-fourneau passant à proximité de l'extrémité du tube intérieur (17) à lieu au moment t_1 ;
- on détecte au moment t_2 via le détecteur (15) une augmentation de la teneur en gaz traceur;
- on détermine le temps de transfert dans le haut-fourneau par l'opération $t_2 - t_0$ car $t_1 - t_0$ est négligeable vu les conditions opératoires, car la vitesse du son dans un tube est d'un ordre de grandeur plusieurs fois supérieur à la vitesse de déplacement du gaz.

[0042] En se référant à la figure 3b, on peut procéder à l'opération d'étalonnage précitée comme suit:

- on utilise une sonde (4) ou canne de prélèvement à double paroi constituée de deux tubes concentriques disposés de telle sorte que le tube intérieur (17) soit utilisé pour effectuer le prélèvement et que le tube extérieur (16) soit utilisé pour envoyer en bout de canne de prélèvement du gaz, le tube intérieur (17) étant en prélèvement, on effectue les opérations suivantes :

- on envoie, par action sur la vanne (21) commandée à distance, un gaz, dit d'étalonnage, exempt ou à faible teneur en gaz traceur, issu du réservoir (22), ledit gaz étant envoyé à un débit tel que la vitesse du gaz dans le tube extérieur (16) soit nettement supérieure à celle du gaz dans la canne de prélèvement ou tube intérieur (17), de préférence 3 à 4 fois cette dernière,
- à un temps t_0 , on envoie, en ouvrant brièvement la vanne (18) reliée au réservoir (20) contenant du gaz traceur, une impulsion ou quantité supplémentaire de gaz traceur dans le gaz d'étalonnage introduit dans le tube extérieur (16) et ce dernier arrive à l'entrée de la canne de prélèvement (4) à l'instant t_1 où il est partiellement aspiré par ladite canne de prélèvement (4) et passe dans le tube intérieur (17),
- on détecte à un instant t_2 via le dispositif (15) d'analyse connecté sur la canne de prélèvement (4) en question une présence plus forte de gaz traceur,
- on détermine le temps de transfert dans l'équipement de prélèvement par l'opération $t_2 - t_0$ car la différence $t_1 - t_0$ peut être négligée si l'on respecte les conditions opératoires précitées, c'est-à-dire si la vitesse dans le tube extérieur est telle que $t_1 - t_0$ peut être considéré comme négligeable ou si cette dernière peut être calculée avec une précision suffisante.

[0043] Suivant une autre modalité de réalisation de l'opération d'étalonnage, conformément à la présente invention, dans laquelle on utilise une sonde de prélèvement à un seul tube, celle-ci s'appliquant dans le cas où la teneur en composant analysé du gaz de l'enceinte diffère suffisamment de la teneur en ce composant dans un gaz dit de purge pour que la transition de l'un à l'autre soit détectable par le système d'analyse, une vanne d'arrêt étant placée sur le circuit de prélèvement, on effectue les opérations suivantes :

- 1) on ouvre une vanne d'arrêt placée sur le circuit de prélèvement de manière à mettre ce dernier en liaison avec le dispositif d'analyse;
- 2) on ouvre une vanne de purge de manière à envoyer dans le circuit de prélèvement précité un gaz, dit de purge, différenciable du gaz de l'enceinte par un de ses composants détectables sélectivement

par l'équipement d'analyse, ladite opération étant effectuée pendant un temps suffisamment long pour que l'entière de la section de tuyauterie allant de la vanne de purge au détecteur inclus dans l'équipement d'analyse du gaz prélevé soit purgée;

3) on ferme ensuite la vanne d'arrêt placée sur le circuit de prélèvement et on laisse l'opération de purge se poursuivre en direction de l'enceinte et ce pendant un temps suffisamment long pour que la tuyauterie et les appareillages situés entre la vanne d'arrêt et la sonde de prélèvement soient totalement remplis du gaz de purge de sorte que l'on élimine tant des circuits de prélèvement que de conditionnement du gaz prélevé toute trace de gaz de l'enceinte;

4) on ferme ensuite la vanne de purge et on attend que la pression du circuit de prélèvement, côté vanne de purge, soit égale à la pression régnant dans l'enceinte;

5) on ouvre la vanne d'arrêt placée sur le circuit de prélèvement à l'instant t_0 et on relève l'instant t_1 où l'équipement de détermination de la composition du gaz prélevé décèle le composant du gaz de l'enceinte auquel il est sensible.

6) on détermine le temps de transfert dans le circuit de prélèvement par l'opération $t_1 - t_0$ ce qui permet son étalonnage.

[0044] La figure 4 illustre une manière de procéder à l'étalonnage explicité dans la modalité précédente dans laquelle on utilise une sonde (4) de prélèvement à un seul tube et le gaz présent dans la cuve contient le gaz traceur en quantité détectable ou un des composants du gaz de la cuve peut être détecté sélectivement par l'équipement (15) d'analyse du gaz prélevé, une vanne d'arrêt (23) étant placée sur le circuit de prélèvement, on effectue les opérations suivantes :

1) on ouvre une vanne d'arrêt (23) placée sur le circuit de prélèvement de manière que ce dernier soit en mode de prélèvement ;

2) on ouvre une vanne de purge (21) de manière à envoyer, à partir du réservoir (22), dans le circuit de prélèvement précité un gaz dit de purge, différenciable du gaz de processus par sa teneur en gaz traceur ou en un de ses composants détectable sélectivement par l'équipement d'analyse (15) du gaz prélevé, ladite opération étant effectuée pendant un temps suffisamment long pour que l'entière de la section de tuyauterie allant de la vanne de purge (21) au détecteur inclus dans l'équipement de détermination (15) de la composition du gaz prélevé soit purgée du gaz de processus;

3) on ferme ensuite la vanne d'arrêt (23) placée sur le circuit de prélèvement et on laisse l'opération de purge se poursuivre en direction de la cuve et ce pendant un temps suffisamment long pour que la tuyauterie et les appareillages situés entre la vanne

d'arrêt (23) et la sonde de prélèvement (4) soient également remplis du gaz de purge de sorte que l'on élimine tant des circuits de prélèvement que de conditionnement du gaz prélevé toute trace de gaz détectable par les appareillages de mesure;

4) on ferme ensuite la vanne de purge (21) et on attend que la pression du circuit de prélèvement, côté vanne de purge, soit égale à la pression régnant dans la cuve;

5) on ouvre la vanne d'arrêt (23) placée sur le circuit de prélèvement relié à la sonde (4) à l'instant t_0 et on relève l'instant t_1 où l'équipement de détermination (15) de la composition du gaz prélevé décèle le composant du gaz de la cuve auquel il est sensible.

[0045] La durée $t_1 - t_0$ donne le temps de transfert dans le circuit de prélèvement et permet son étalonnage.

[0046] Suivant encore une autre modalité de réalisation de l'opération d'étalonnage, conformément à la présente invention, on remplace la purge en continu de l'étape 3 dans la modalité précédente par une purge discontinue en ouvrant et fermant successivement la vanne de purge (21) de manière à ce que la pression dans le circuit oscille entre celle du circuit de purge et celle de l'enceinte.

[0047] Cette dernière méthode permet d'éliminer plus aisément du gaz se trouvant dans des volumes morts éventuels des circuits de prélèvement et de conditionnement en créant des variations de pression.

[0048] Suivant une modalité préférentielle de mise en oeuvre de la méthode de mesure, objet de la présente invention, on utilise un moyen de mesure de débit pour déterminer en continu ou séquentiellement le débit transitant dans une ou plusieurs parties utilisées lors de la mesure, comme par exemple le circuit de prélèvement, le circuit de conditionnement du gaz et le circuit allant vers le détecteur de gaz traceur, on compare les valeurs relevées au cours du temps dans les différents circuits, et on procède, soit à un nouvel étalonnage chaque fois qu'une au moins des valeurs mesurées diffère de plus de 10% par rapport à la valeur précédemment mesurée au même endroit, soit à une opération mathématique d'interpolation pour corriger les mesures de temps de transfert obtenues en fonction de valeurs mesurées précédemment dans le même dispositif.

[0049] L'alternative précédente permet de limiter le nombre d'opérations d'étalonnage en fournissant un critère de surveillance du dispositif mettant en oeuvre la méthode de mesure de l'invention.

[0050] Suivant une modalité préférentielle de mise en oeuvre de la méthode de mesure, objet de la présente invention, on utilise comme gaz traceur un gaz rare, en particulier de l'hélium.

[0051] Suivant encore une autre modalité préférentielle de mise en oeuvre de la méthode de mesure, objet de la présente invention, on utilise un mélange hélium-

azote comme gaz d'étalonnage et de l'azote comme gaz de purge.

[0052] Il va de soi que la méthode de mesure du temps de transfert de l'invention explicitée ci-dessus dans le cas d'une sonde de prélèvement est aussi applicable quand on met en oeuvre plusieurs sondes, tant la mesure que l'étalonnage sont alors, soit effectués sur chaque dispositif auquel est reliée chaque sonde, soit effectués séquentiellement si les mesures sont effectuées en connectant les différentes sondes l'une après l'autre sur ledit dispositif de mesure.

[0053] En outre, les opérations mentionnées dans l'explication ci-dessus de la méthode peuvent aussi bien être effectuées sous contrôle d'opérateurs manuels que gérées via des moyens automatiques tels que des systèmes informatiques qui peuvent aussi servir à l'archivage et à l'interprétation des résultats obtenus, avec ou sans boucle de contrôle de retour vers la gestion du processus industriel dans lequel la méthode de mesure de l'invention est utilisée.

[0054] L'invention a aussi trait à un dispositif destiné à sa mise en oeuvre comme revendiqué dans les revendications 8, 9 et 13.

[0055] Le dispositif de mise en oeuvre du procédé de mesure du temps de transfert, objet de la présente invention, comprend au moins les parties ci-après :

- a) des moyens pour injecter un gaz traceur dans la charge du haut-fourneau;
- b) des moyens pour prélever du gaz présent dans le haut-fourneau ;
- c) des moyens pour analyser le gaz prélevé;
- et
- d) des moyens pour gérer les différentes opérations nécessaires à la conduite du procédé de l'invention.

[0056] Suivant une modalité de réalisation du dispositif de mise en oeuvre de la méthode de mesure conformément à la présente invention dans le contexte d'un haut-fourneau, illustrée schématiquement sur la figure 2, les moyens pour injecter le gaz traceur dans l'enceinte comprennent au moins un réservoir (8) contenant le gaz traceur, ce dernier étant à une pression supérieure à celle régnant dans le haut-fourneau, une vanne (9) à réponse rapide pilotée à distance et un élément (10) créant une perte de charge afin de contrôler le débit injecté, préférentiellement l'élément (10) est une vanne de réglage ou un orifice calibré, associé éventuellement à un clapet anti-retour (11) destiné à empêcher le reflux du gaz présent au point d'injection, c'est-à-dire le vent chaud si l'injection a lieu au niveau d'une tuyère ou le gaz de haut-fourneau si l'injection a lieu en un point de la paroi, préférentiellement une sonde (12) ou canne d'injection du gaz traceur dans le haut-fourneau.

[0057] Suivant une modalité de réalisation du dispositif de l'invention, les moyens pour prélever le gaz présent dans le haut-fourneau comprennent une ou plusieurs sondes ou cannes de prélèvement.

[0058] Suivant une modalité de réalisation du dispositif de mise en oeuvre de la méthode de mesure conformément à la présente invention, les moyens pour gérer les différentes opérations nécessaires à la conduite du procédé de l'invention, comprennent au moins un calculateur ou un équipement analogue contrôlant l'enchaînement des différentes séquences telles que l'ouverture ou la fermeture des vannes, la collecte des mesures fournies par le ou les détecteurs et assumant les opérations de calcul du délai entre l'ouverture de la vanne d'injection du gaz traceur et sa détection en fonction du point de prélèvement ainsi que les opérations d'archivage et d'étalonnage.

[0059] Suivant une modalité de réalisation du dispositif de mise en oeuvre de la méthode de mesure conformément à la présente invention, dont la représentation est effectuée sur la figure 3a, permettant notamment l'étalonnage en utilisant une sonde de prélèvement à double paroi, ledit dispositif comporte:

- une sonde (4) ou canne de prélèvement à double paroi, le tube intérieur (17) étant utilisé pour effectuer le prélèvement et le tube extérieur (16) étant utilisé pour envoyer en bout de canne (4) une certaine quantité de gaz d'étalonnage,
- un réservoir (20) relié au tube extérieur (16), ledit réservoir étant en surpression par rapport à l'enceinte du haut-fourneau et contenant le gaz de purge, par l'intermédiaire de la vanne télécommandée (18) d'une part et d'autre part via la vanne télécommandée (19) qui est incluse dans un circuit conçu de manière à présenter une perte de charge nettement plus faible que le circuit de la vanne (18),
- le tube intérieur (17) de la sonde (4) relié au détecteur (15) via une unité (13) de traitement du gaz prélevé.

[0060] Suivant une modalité de réalisation particulière du dispositif précité de mise en oeuvre de la méthode de mesure conformément à la présente invention, permettant notamment l'étalonnage en utilisant une sonde de prélèvement à double paroi, on remplace la sonde (4) ou canne de prélèvement à double paroi dont le tube intérieur (17) est utilisé pour effectuer le prélèvement et le tube extérieur (16) est utilisé pour envoyer en bout de canne (4) une certaine quantité de gaz d'étalonnage, par une sonde ou canne de prélèvement à double paroi dont le tube extérieur est utilisé pour effectuer le prélèvement et le tube intérieur est utilisé pour envoyer en bout de canne une certaine quantité de gaz d'étalonnage.

[0061] Suivant une autre modalité de réalisation du dispositif de mise en oeuvre de la méthode de mesure conformément à la présente invention, dont la représentation est effectuée sur la figure 3b, permettant notamment l'étalonnage en utilisant une sonde de prélèvement à double paroi, ledit dispositif comporte:

- une sonde (4) ou canne de prélèvement à double paroi constituée de deux tubes concentriques disposés de telle sorte que le tube intérieur (17) soit utilisé pour effectuer le prélèvement et que le tube extérieur (16) soit utilisé pour envoyer du gaz en bout de canne de prélèvement, 5
- le tube extérieur (16) relié d'une part à un réservoir (22) contenant un gaz d'étalonnage via une vanne (21) commandée à distance, et d'autre part à un réservoir (20) contenant du gaz traceur via une vanne (18), 10
- le tube intérieur (17) de la canne de prélèvement (4) est relié à un dispositif (13) de conditionnement du gaz prélevé, dont la sortie est reliée d'une part à un dispositif (15) d'analyse et d'autre part à un échappement (14). 15

[0062] Suivant une modalité de réalisation particulière du dispositif précité de mise en oeuvre de la méthode de mesure conformément à la présente invention, permettant notamment l'étalonnage en utilisant une sonde de prélèvement à double paroi, on remplace la sonde (4) ou canne de prélèvement à double paroi dont le tube intérieur (17) soit utilisé pour effectuer le prélèvement et que le tube extérieur (16) soit utilisé pour envoyer en bout de canne (4) une certaine quantité de gaz d'étalonnage, par une sonde ou canne de prélèvement à double paroi dont le tube extérieur est utilisé pour effectuer le prélèvement et le tube intérieur est utilisé pour envoyer en bout de canne une certaine quantité de gaz d'étalonnage. 20 25 30

[0063] Suivant une modalité de réalisation préférée du dispositif de prélèvement pour la mise en oeuvre du procédé de mesure suivant l'invention, on utilise une sonde de prélèvement à double paroi comportant un tube intérieur tel que son ouverture du côté du prélèvement du gaz soit en retrait par rapport au tube extérieur. 35

[0064] Suivant encore une autre modalité de réalisation du dispositif de mise en oeuvre de la méthode de mesure conformément à la présente invention, dont la représentation est effectuée sur la figure 4, permettant notamment l'étalonnage en utilisant une sonde de prélèvement à un seul tube, ledit dispositif comporte une sonde (4) connectée à un dispositif (13) de conditionnement du gaz prélevé, ladite sonde (4) est aussi connectée d'une part à un réservoir (22) contenant le gaz de purge via une vanne (21), et d'autre part à un dispositif (15) d'analyse du gaz prélevé et à un échappement (14) via une vanne (23), un manomètre (24) étant connecté au point commun des vannes (21) et (23). 40 45 50

Revendications

1. Procédé de mesure du temps de transfert des gaz au sein d'une enceinte, tel qu'on effectue au moins une fois les opérations:

- d'injection d'un gaz appelé gaz traceur en un point A ou A' de l'enceinte ;
- de prélèvement en un point B de cette enceinte le gaz y présent, le point B étant différent du point A ou A' ;
- de détermination au moyen d'un équipement de détection et analyse de la présence du gaz traceur dans le gaz prélevé en B ;
- de mesure *in situ* du temps de réponse de l'équipement effectuant le prélèvement en B, dite étalonnage du procédé, ladite mesure consistant à injecter au point B, relatif à l'équipement à étalonner, une quantité d'un gaz déterminé et à mesurer le temps séparant ladite injection et la détection du gaz précité dans l'équipement de prélèvement et de détection ;
- de déduction du temps nécessaire au gaz traceur pour passer du point A ou A' au point B en fonction des informations obtenues à propos du gaz traceur via les moyens de détection ;

en utilisant une sonde ou canne de prélèvement composée d'au moins deux tubes dont un premier tube, non utilisé pour le prélèvement, est utilisé pour injecter le gaz traceur précité et un deuxième tube est utilisé pour prélever le gaz présent dans l'enceinte au point de prélèvement, **caractérisé en ce que** l'on effectue la mesure d'étalonnage au moyen des opérations suivantes :

- 1) on envoie un mélange gazeux, formé d'un gaz de préférence neutre et d'un gaz traceur, à faible débit dans le premier tube, ledit mélange s'échappant à l'extrémité de la canne de prélèvement vers l'enceinte ;
- 2) on prélève par le deuxième tube le gaz de l'enceinte auquel s'est mélangé le gaz traceur, le deuxième tube étant raccordé aux moyens de détection ;
- 3) on provoque à un instant t_0 un accroissement brutal de la pression du mélange précité, l'augmentation de pression dans le premier tube se transmettant à son extrémité ouverte et y induisant à l'instant t_1 un accroissement de débit ;
- 4) on détermine l'instant t_2 qui est le moment où la variation de la concentration en gaz traceur présent dans le mélange est détectée par le dispositif d'analyse auquel est relié le deuxième tube ;
- 5) on détermine le temps de transfert dans l'équipement de prélèvement par l'opération $t_2 - t_0$.

2. Procédé suivant la revendication 1, dans lequel le gaz dans l'enceinte contient du gaz traceur en une concentration mesurable, **caractérisé en ce qu'on** utilise un mélange gazeux ne contenant pas le gaz

traceur et **en ce qu'on** effectue les mêmes opérations 1) à 5) que précédemment.

3. Procédé de mesure du temps de transfert des gaz au sein d'une enceinte, tel qu'on effectue au moins une fois les opérations:

- d'injection d'un gaz appelé gaz traceur en un point A ou A' de l'enceinte ;
- de prélèvement en un point B de cette enceinte le gaz y présent, le point B étant différent du point A ou A' ;
- de détermination au moyen d'un équipement de détection et analyse de la présence du gaz traceur dans le gaz prélevé en B ;
- de mesure *in situ* du temps de réponse de l'équipement effectuant le prélèvement en B, dite étalonnage du procédé, ladite mesure consistant à injecter au point B, relatif à l'équipement à étalonner, une quantité d'un gaz déterminé et à mesurer le temps séparant ladite injection et la détection du gaz précité dans l'équipement de prélèvement et de détection ;
- de déduction du temps nécessaire au gaz traceur pour passer du point A ou A' au point B en fonction des informations obtenues à propos du gaz traceur via les moyens de détection ;

en utilisant une sonde ou canne de prélèvement composée d'au moins deux tubes dont un premier tube, non utilisé pour le prélèvement, est utilisé pour injecter le gaz traceur précité et un deuxième tube est utilisé pour prélever le gaz présent dans l'enceinte au point de prélèvement, **caractérisé en ce que** l'on effectue la mesure d'étalonnage au moyen des opérations suivantes :

- 1) on envoie un gaz, dit d'étalonnage, exempt de ou à faible teneur en gaz traceur, à un débit tel que la vitesse du gaz dans le premier tube soit nettement supérieure à celle du gaz présent dans le deuxième tube, de préférence 3 à 4 fois cette dernière,
- 2) à un temps t_0 , on envoie une impulsion ou quantité supplémentaire de gaz traceur dans le gaz d'étalonnage introduit dans le premier tube et ce dernier arrive au bout dudit tube, donc à l'entrée de la canne de prélèvement, à l'instant t_1 où il est partiellement aspiré par le deuxième tube de ladite canne de prélèvement,
- 3) on détecte à un instant t_2 via le dispositif d'analyse connecté sur la canne de prélèvement une variation de concentration en gaz traceur,
- 4) on détermine le temps de transfert dans l'équipement de prélèvement par l'opération $t_2 - t_0$.

4. Procédé suivant la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce qu'on** utilise une sonde ou canne de prélèvement composée de deux tubes coaxiaux, un premier tube étant connecté pour opérer l'injection du gaz traceur ou mélange gazeux et un deuxième tube pour prélever le gaz présent dans l'enceinte.

5. Procédé de mesure du temps de transfert des gaz au sein d'une enceinte, tel qu'on effectue au moins une fois les opérations:

- d'injection d'un gaz appelé gaz traceur en un point A ou A' de l'enceinte ;
- de prélèvement en un point B de cette enceinte le gaz y présent, le point B étant différent du point A ou A' ;
- de détermination au moyen d'un équipement de détection et analyse de la présence du gaz traceur dans le gaz prélevé en B ;
- de mesure *in situ* du temps de réponse de l'équipement effectuant le prélèvement en B, dite étalonnage du procédé, ladite mesure consistant à injecter au point B, relatif à l'équipement à étalonner, une quantité d'un gaz déterminé et à mesurer le temps séparant ladite injection et la détection du gaz précité dans l'équipement de prélèvement et de détection ;
- de déduction du temps nécessaire au gaz traceur pour passer du point A ou A' au point B en fonction des informations obtenues à propos du gaz traceur via les moyens de détection ;

dans lequel on procède à un étalonnage en utilisant une sonde de prélèvement à un seul tube, celui-ci s'appliquant dans le cas où la teneur en composant analysé du gaz de l'enceinte diffère suffisamment de la teneur en ce composant dans un gaz dit de purge pour que la transition de l'un à l'autre soit détectable par le système d'analyse, une vanne d'arrêt étant placée sur le circuit de prélèvement, **caractérisé en ce qu'on** effectue les opérations suivantes:

- 1) on ouvre la vanne d'arrêt placée sur le circuit de l'équipement de prélèvement de manière à mettre ce dernier en liaison avec l'équipement d'analyse;
- 2) on ouvre une vanne de purge de manière à envoyer dans le circuit de prélèvement précité un gaz, dit de purge, différenciable du gaz de l'enceinte par un de ses composants détectable sélectivement par l'équipement d'analyse, ladite opération étant effectuée pendant un temps suffisamment long pour que l'entière de la section de tuyauterie allant de la vanne de purge au détecteur inclus dans l'équipement d'analyse du gaz prélevé soit purgée ;
- 3) on ferme ensuite la vanne d'arrêt placée sur

le circuit de prélèvement et on laisse l'opération de purge se poursuivre en direction de l'enceinte et ce pendant un temps suffisamment long pour que la tuyauterie et les appareillages situés entre la vanne d'arrêt et la sonde de prélèvement soient totalement remplis du gaz de purge de sorte que l'on élimine tant des circuits de prélèvement que de conditionnement du gaz prélevé toute trace de gaz de l'enceinte ;
 4) on ferme ensuite la vanne de purge et on attend que la pression du circuit de prélèvement, côté vanne de purge, soit égale à la pression régnant dans l'enceinte ;
 5) on ouvre la vanne d'arrêt placée sur le circuit de prélèvement à l'instant t_0 et on relève l'instant t_1 où l'équipement d'analyse de composition du gaz prélevé décèle le composant du gaz de l'enceinte auquel il est sensible ;
 6) on détermine le temps de transfert dans l'équipement de prélèvement par l'opération $t_1 - t_0$.

6. Procédé suivant la revendication 5, **caractérisé en ce qu'on** remplace la purge en continu de l'étape 3) dans la modalité précédente par une purge discontinue. 25
7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'on** utilise un moyen de mesure de débit pour déterminer en continu ou séquentiellement le débit transitant dans une ou plusieurs parties utilisées lors de la mesure, **en ce qu'on** compare les valeurs relevées au cours du temps dans les différents circuits, et **en ce qu'on** procède soit à un nouvel étalonnage chaque fois qu'une au moins des valeurs mesurées diffère de plus de 10% par rapport à la valeur précédemment mesurée au même endroit, soit à une opération mathématique d'interpolation pour corriger les mesures de temps de transfert obtenues en fonction de valeurs mesurées précédemment dans le même dispositif. 30 35 40
8. Dispositif de mise en oeuvre du procédé de mesure du temps de transfert des gaz au sein d'un haut-fourneau selon l'une quelconque des revendications 1, 2 ou 4 comprenant des moyens pour injecter un gaz traceur dans la charge du haut-fourneau, des moyens pour prélever du gaz présent dans le haut-fourneau et des moyens pour analyser le gaz prélevé, **caractérisé en ce qu'il** comporte : 45 50
 - une sonde ou canne (4) de prélèvement à double paroi, comprenant un tube intérieur (17) utilisé pour effectuer le prélèvement et un tube extérieur (16) utilisé pour envoyer en bout de canne (4) une certaine quantité de gaz d'étalonnage, 55

- un réservoir (20) en surpression par rapport à l'enceinte du haut-fourneau et contenant un gaz de purge, le tube extérieur (16) précité y étant relié par l'intermédiaire d'une première vanne télécommandée (18) d'une part et d'autre part via une seconde vanne télécommandée (19) qui est incluse dans un circuit conçu de manière à présenter une perte de charge nettement plus faible que le circuit de la première vanne (18),
- un détecteur (15) relié au tube intérieur (17) de la sonde (4) via une unité (13) de traitement du gaz prélevé.

9. Dispositif de mise en oeuvre du procédé de mesure du temps de transfert des gaz au sein d'un haut-fourneau selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4 comprenant des moyens pour injecter un gaz traceur dans la charge du haut-fourneau, des moyens pour prélever du gaz présent dans le haut-fourneau et des moyens pour analyser le gaz prélevé, **caractérisé en ce qu'il** comporte :

- une sonde ou canne (4) de prélèvement à double paroi, comprenant un tube intérieur (17) utilisé pour effectuer le prélèvement et un tube extérieur (16) utilisé pour envoyer en bout de canne (4) une certaine quantité de gaz d'étalonnage,
- d'une part un réservoir (22) contenant un gaz d'étalonnage relié au tube extérieur (16) de la canne de prélèvement (4) via une vanne télécommandée (21) et d'autre part un réservoir (20) contenant du gaz traceur également relié au tube extérieur (16) via une vanne (18),
- un dispositif (13) de conditionnement du gaz prélevé relié au tube intérieur (17) de la canne de prélèvement (4), et dont la sortie est reliée d'une part à un dispositif (15) d'analyse et d'autre part à un échappement (14).

10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** les moyens pour injecter le gaz traceur dans la charge du haut-fourneau comprennent au moins un réservoir (8) contenant le gaz traceur, ce dernier étant à une pression supérieure à celle régnant dans le haut-fourneau, une vanne (9) à réponse rapide pilotée à distance et un élément (10) créant une perte de charge afin de contrôler le débit injecté, l'élément (10) étant de préférence une vanne de réglage ou un orifice calibré, associé éventuellement à un clapet anti-retour (11) destiné à empêcher le reflux du gaz présent au point d'injection, c'est-à-dire le vent chaud si l'injection a lieu au niveau d'une tuyère ou le gaz de haut-fourneau si l'injection a lieu en un point de la paroi, préférentiellement via une sonde ou canne (12) d'injection du gaz traceur dans le haut-fourneau.

11. Dispositif suivant la revendication 8 ou 9, **caracté-**
risé en ce qu'on remplace la sonde ou canne (4)
 de prélèvement à double paroi dont le tube intérieur
 (17) est utilisé pour effectuer le prélèvement et le
 tube extérieur (16) est utilisé pour envoyer en bout
 de canne (4) une certaine quantité de gaz d'étalon-
 nage, par une sonde ou canne (4) de prélèvement
 à double paroi dont le tube extérieur est utilisé pour
 effectuer le prélèvement et le tube intérieur est uti-
 lisé pour envoyer en bout de canne une certaine
 quantité de gaz d'étalonnage. 5
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendica-
 tions 8 à 10, **caractérisé en ce que** la sonde (4) de
 prélèvement à double paroi comporte un tube inté-
 rieur tel que son ouverture du côté du prélèvement
 du gaz soit en retrait par rapport au tube extérieur. 10
13. Dispositif de mise en oeuvre du procédé de mesure
 du temps de transfert des gaz au sein d'un haut-
 fourneau selon la revendication 5 ou 6 comprenant
 des moyens pour injecter un gaz traceur dans la
 charge du haut-fourneau, des moyens pour préle-
 ver du gaz présent dans le haut-fourneau et des
 moyens pour analyser le gaz prélevé, **caractérisé**
en ce qu'il comprend une sonde (4) de prélèvement
 à un seul tube, la sonde (4) est connectée à un dis-
 positif (13) de conditionnement du gaz prélevé, ain-
 si que d'une part à un réservoir (22) contenant un
 gaz de purge via une vanne (21), et d'autre part à
 un dispositif (15) d'analyse du gaz prélevé et à un
 échappement (14) via une vanne (23), un manomè-
 tre (24) étant connecté au point commun desdites
 vannes (21,23). 20 25 30 35

Patentansprüche

1. Verfahren für die Laufzeitmessung von Gasen in ei-
 nem Behälter, bei dem folgende Vorgänge minde-
 stens einmal durchgeführt werden : 40
- Einspritzen eines sogenannten Prüfgases an
 einem Punkt A oder A' des Behälters,
 - Entnahme des an einem Punkt B dieses Behäl-
 ters vorhandenen Gases, wobei Punkt B nicht
 identisch mit Punkt A oder A' ist, 45
 - Analyse mit einer Detektor- und Analyseein-
 richtung, ob die in B entnommene Gasprobe
 Prüfgas enthält, 50
 - Messung der Reaktionszeit der Einrichtung, die
 die Probenahme in B durchführt in situ, die so-
 genannte Prozesskalibrierung, wobei diese
 Messung darin besteht, am Punkt B für die zu
 kalibrierende Vorrichtung eine bestimmte Gas-
 menge einzuspritzen und die Zeit zu messen,
 die zwischen dem Einspritzen und der Erfas-
 sung des vorgenannten Gases in der Probe- 55
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem das Gas im
 Behälter Prüfgas in einer messbaren Konzentration
 enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Gas-
 gemisch verwendet wird, das kein Prüfgas enthält
 und dadurch, dass die gleichen Vorgänge 1) bis 5)
 wie zuvor durchgeführt werden.
3. Verfahren für die Laufzeitmessung von Gasen in ei-
 nem Behälter, bei dem folgende Vorgänge minde-
 stens einmal durchgeführt werden :
- Einspritzen eines sogenannten Prüfgases an
 einem Punkt A oder A' des Behälters,
 - Entnahme des an einem Punkt B dieses Behäl-
 ters vorhandenen Gases, wobei Punkt B nicht
 identisch mit Punkt A oder A' ist,
 - Analyse mit einer Detektor- und Analyseein-
 richtung, ob die in B entnommene Gasprobe
 Prüfgas enthält,

- Probenahme- und Detektoreinrichtung verstreicht,
 - Ableitung der Zeit, die das Prüfgas vom Punkt
 A oder A' bis zum Punkt B benötigt, aus den
 Daten, die mit den Detektorvorrichtungen über
 das Prüfgas gewonnen wurden,

indem eine Probenahmesonde oder ein Probenah-
 merohr verwendet wird, bestehend aus mindestens
 zwei Rohren, von denen ein erstes Rohr, das nicht
 der Probenahme dient, für das Einspritzen des vor-
 genannten Prüfgases verwendet wird und ein zwei-
 tes Rohr für die Entnahme des im Behälter im Au-
 genblick der Probenahme vorhandenen Gases ver-
 wendet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
 Kalibrierungsmessung mittels der folgenden Vor-
 gänge durchgeführt wird:

- 1) ein Gasgemisch, das aus einem Gas, vor-
 zugsweise Neutralgas, und einem Prüfgas be-
 steht, wird in geringer Menge in das erste Rohr
 gespritzt, wobei dieses Gemisch am Ende des
 Probenahmerohrs zum Behälter hin entweicht,
- 2) über das zweite Rohr wird das Gas des Be-
 hältlers, das sich mit dem Prüfgas vermischt
 hat, entnommen, wobei das zweite Rohr mit
 den Detektorvorrichtungen verbunden ist,
- 3) zu einem Zeitpunkt t0 wird ein plötzlicher
 Druckanstieg des vorstehend genannten Ge-
 mischs herbeigeführt, wobei sich der Druckan-
 stieg im ersten Rohr bis zu seinem offenen En-
 de ausbreitet und dort zu einem Zeitpunkt t1 ei-
 ne Erhöhung der Durchflussmenge hervorruft,
- 4) es wird der Zeitpunkt t2 bestimmt, zu dem
 die Änderung der Prüfgaskonzentration im Ge-
 misch durch die Analysevorrichtung, mit der
 das zweite Rohr verbunden ist, erfasst wird,
- 5) es wird die Laufzeit in der Probenahmever-
 richtung durch die Operation t2-t0 ermittelt.

- Messung der Reaktionszeit der Einrichtung, die die Probenahme in B durchführt in situ, die sogenannte Prozesskalibrierung, wobei diese Messung darin besteht, am Punkt B für die zu kalibrierende Vorrichtung eine bestimmte Gasmenge einzuspritzen und die Zeit zu messen, die zwischen dem Einspritzen und der Erfassung des vorgenannten Gases in der Probenahme- und Detektoreinrichtung verstreicht, 5
- Ableitung der Zeit, die das Prüfgas vom Punkt A oder A' bis zum Punkt B benötigt, aus den Daten, die mit den Detektorvorrichtungen über das Prüfgas gewonnen wurden, 10

indem eine Probenahmesonde oder ein Probenahmerohr verwendet wird, bestehend aus mindestens zwei Rohren, von denen ein erstes Rohr, das nicht der Probenahme dient, für das Einspritzen des vorgenannten Prüfgases verwendet wird und ein zweites Rohr für die Entnahme des im Behälter im Augenblick der Probenahme vorhandenen Gases verwendet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kalibrierungsmessung mittels der folgenden Vorgänge durchgeführt wird: 15

- 1) ein sogenanntes Kalibriergas, das kein Prüfgas enthält oder nur einen geringen Anteil, wird mit einer Leistung eingespritzt, bei der die Strömungsgeschwindigkeit des Gases im ersten Rohr viel höher ist als die des Gases im zweiten Rohr, vorzugsweise 3-4 Mal so hoch, 20
- 2) zu einem Zeitpunkt t_0 wird ein Impuls oder eine zusätzliche Menge des Prüfgases in das Kalibriergas gesandt, das in das erste Rohr eingeströmt ist, welches zu einem Zeitpunkt t_1 an das Ende dieses Rohres und daher an den Eingang des Probenahmerohrs gelangt, wo es teilweise vom zweiten Rohr dieses Probenahmerohrs angesaugt wird, 30
- 3) zu einem Zeitpunkt t_2 wird die Änderung der Prüfgaskonzentration mittels der mit dem Probenahmerohr verbundenen Analysevorrichtung festgestellt, 35
- 4) es wird die Laufzeit in der Probenahmeverrichtung durch die Operation $t_2 - t_0$ ermittelt. 40

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** man eine Probenahmesonde oder ein Probenahmerohr verwendet, bestehend aus zwei koaxialen Rohren, wobei ein erstes Rohr so angeschlossen ist, dass das Einspritzen des Prüfgases oder Gasgemischs durchgeführt werden kann und ein zweites Rohr so, dass das im Behälter vorhandene Gas entnommen werden kann. 45
5. Verfahren für die Laufzeitmessung von Gasen in einem Behälter, bei dem folgende Vorgänge mindestens einmal durchgeführt werden: 50

- Einspritzen eines sogenannten Prüfgases an einem Punkt A oder A' des Behälters,
- Entnahme des an einem Punkt B dieses Behälters vorhandenen Gases, wobei Punkt B nicht identisch mit Punkt A oder A' ist,
- Analyse mit einer Detektor- und Analyseeinrichtung, ob die in B entnommene Gasprobe Prüfgas enthält,
- Messung der Reaktionszeit der Einrichtung, die die Probenahme in B durchführt in situ, die sogenannte Prozesskalibrierung, wobei diese Messung darin besteht, am Punkt B für die zu kalibrierende Vorrichtung eine bestimmte Gasmenge einzuspritzen und die Zeit zu messen, die zwischen dem Einspritzen und der Erfassung des vorgenannten Gases in der Probenahme- und Detektoreinrichtung verstreicht,
- Ableitung der Zeit, die das Prüfgas vom Punkt A oder A' bis zum Punkt B benötigt, aus den Daten, die mit den Detektorvorrichtungen über das Prüfgas gewonnen wurden, 25

bei dem man eine Kalibrierung durch Einsatz einer Probenahmesonde mit einem einzigen Rohr durchführt, wobei dies dann angewandt wird, wenn der Gehalt des analysierten Bestandteils des Behältergases ausreichend verschieden von dem Gehalt dieses Bestandteils in einem sogenannten Spülgas ist, damit der Übergang vom einen zum anderen durch das Analysesystem erkennbar ist, wobei ein Absperrventil im Probenahmekreis angebracht ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** folgende Vorgänge durchgeführt werden: 30

- 1) man öffnet das Absperrventil, das sich im Kreislauf der Probenahmeverrichtung befindet, so dass diese mit der Analysevorrichtung in Verbindung ist,
- 2) man öffnet ein Spülventil, so dass in den besagten Probenahmekreislauf ein sogenanntes Spülgas strömen kann, das sich vom Gas im Behälter durch einen seiner Bestandteile unterscheidet, der von der Analysevorrichtung selektiv erkannt werden kann, wobei dieser Vorgang für eine ausreichend lange Zeit durchgeführt wird, um den gesamten Rohrleitungsabschnitt vom Spülventil bis zum Detektor einschließlich der Analysevorrichtung für die Gasprobe zu spülen,
- 3) anschließend schließt man das Absperrventil im Probenahmekreislauf und wartet, bis sich der Spülvorgang zum Behälter hin fortsetzt, und zwar für eine genügend lange Zeit, damit die Leitungen und Geräte zwischen dem Absperrventil und der Probenahmesonde vollständig mit Spülgas gefüllt sind, so dass sowohl im Probenahme- wie auch im Aufbereitungskreislauf für die Gasprobe jede Spur des Behältergases entfernt ist. 35

tergases entfernt wird,

4) anschließend schließt man das Spülventil und wartet, bis der Druck im Probenahmekreislauf beim Spülventil dem Druck im Behälter entspricht,

5) man öffnet das Absperrventil im Probenahmekreislauf zum Zeitpunkt t_0 und erfasst den Zeitpunkt t_1 , an dem die Analysevorrichtung für die Zusammensetzung der Gasprobe den Bestandteil des Behältergases registriert, auf den sie reagiert,

6) man bestimmt die Laufzeit in der Probenahmeverrichtung durch die Operation $t_1 - t_0$.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dauerspülung aus Phase 3 der vorstehenden Bedingung durch eine diskontinuierliche Spülung ersetzt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** man eine Durchflussmessvorrichtung verwendet, um die Durchflussmenge in einem oder mehreren bei der Messung verwendeten Teilen fortlaufend oder sequenziell zu messen, dass man die zeitabhängig erfassten Werte in den einzelnen Kreisläufen miteinander vergleicht und dass man entweder eine neue Kalibrierung durchführt, sobald die Messwerte um mehr als 10% vom zuletzt an derselben Stelle gemessenen Wert abweichen oder eine mathematische Interpolationsoperation zur Korrektur der durchgeführten Laufzeitmessungen in Abhängigkeit von den zuvor in der gleichen Vorrichtung gemessenen Werten durchführt.

8. Vorrichtung zur Anwendung des Verfahrens zur Laufzeitmessung von Gasen in einem Hochofen nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4, die Mittel umfasst, um ein Prüfgas in die Charge des Hochofens einzuspritzen, sowie Mittel, um eine Probe des im Hochofen vorhandenen Gases zu entnehmen und Mittel, um die Gasprobe zu analysieren, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie folgendes umfasst:

- eine doppelwandige Probenahmesonde oder ein Probenahmerohr (4), bestehend aus einem Innenrohr (17), das für die Probenahme verwendet wird, und einem Außenrohr (16), das dazu dient, eine bestimmte Menge Kalibriergas an das Ende des Probenahmerohrs (4) zu leiten,
- einen Behälter (20), der in Bezug auf das Innere des Hochofens unter Überdruck steht und ein Spülgas enthält, wobei das vorstehend genannte Außenrohr (16) mit diesem einerseits über ein erstes ferngesteuertes Ventil (18) und andererseits über ein zweites ferngesteuertes

Ventil (19) verbunden ist, das sich in einem Kreislauf befindet, der so konzipiert ist, dass er einen wesentlich geringeren Druckverlust aufweist, als der Kreislauf des ersten Ventils (18), einen Detektor (15), der mit dem Innenrohr (17) der Sonde (4) über eine Gasprobenaufbereitungseinheit (13) verbunden ist.

9. Vorrichtung zur Anwendung des Verfahrens zur Laufzeitmessung von Gasen in einem Hochofen nach einem der Ansprüche 3 oder 4, die Mittel umfasst, um ein Prüfgas in die Charge des Hochofens einzuspritzen, sowie Mittel, um eine Probe des im Hochofen vorhandenen Gases zu entnehmen und Mittel, um die Gasprobe zu analysieren, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie folgendes umfasst:

- eine doppelwandige Probenahmesonde oder ein Probenahmerohr (4), bestehend aus einem Innenrohr (17), das für die Probenahme verwendet wird, und einem Außenrohr (16), das dazu dient, eine bestimmte Menge Kalibriergas an das Ende des Probenahmerohrs (4) zu leiten,
- einerseits einen Behälter (22), der ein Kalibriergas enthält und mit dem Außenrohr (16) des Probenahmerohrs (4) über ein ferngesteuertes Ventil (21) verbunden ist und andererseits einen Behälter (20), der ein Prüfgas enthält, und ebenfalls mit dem Außenrohr (16) über ein Ventil (18) verbunden ist,
- eine Gasprobenaufbereitungsvorrichtung (13), die mit dem Innenrohr (17) des Probenahmerohrs (4) verbunden ist und deren Ausgang einerseits mit einer Analysevorrichtung (15) und andererseits einem Abzug (14) verbunden ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum Einspritzen des Prüfgases in die Charge des Hochofens mindestens einen Behälter (8) mit Prüfgas, in welchem ein höherer Druck als im Hochofen herrscht, ein schnellschaltendes, ferngesteuertes Ventil (9) und ein Element (10), das einen Druckverlust zur Kontrolle der Einspritzmenge herbeiführt, umfassen, wobei das Element (10) vorzugsweise ein Regulierventil oder eine kalibrierte Öffnung ist, eventuell in Verbindung mit einem Rückschlagventil (11), das den Rückfluss des an der Einspritzstelle vorhandenen Gases verhindern soll, das heißt des Heißwindes, wenn der Einspritzvorgang in einer Windform stattfindet, oder des Gichtgases, wenn der Einspritzvorgang in den Hochofen an einer Stelle in der Hochofenwand stattfindet, vorzugsweise über eine Prüfgaseinspritzsonde oder -rohr (12).

11. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die doppelwandige Probenah-

mesonde oder das Probenahmerohr (4), dessen Innenrohr (17) für die Probenahme verwendet wird und dessen Außenrohr (16) dazu dient, eine bestimmte Menge Kalibriergas an das Ende des Probenahmerohrs (4) zu leiten, durch eine doppelwandige Probenahmesonde oder Probenahmerohr (4), dessen Außenrohr für die Probenahme verwendet wird und dessen Innenrohr dazu dient, eine bestimmte Menge Kalibriergas an das Ende des Probenahmerohrs (4) zu leiten, ersetzt wird.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die doppelwandige Probenahmesonde (4) ein Innenrohr enthält, bei dem die Öffnung zur Gasprobenahme im Vergleich zum Außenrohr weiter innen liegt.

13. Vorrichtung zur Anwendung des Verfahrens zur Laufzeitmessung von Gasen in einem Hochofen nach Anspruch 5 oder 6, die Mittel umfasst, um ein Prüfgas in die Charge des Hochofens einzuspritzen, sowie Mittel, um eine Probe des im Hochofen vorhandenen Gases zu entnehmen und Mittel, um die Gasprobe zu analysieren, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Probenahmesonde (4) mit einem einzigen Rohr umfasst, wobei die Sonde (4) mit einer Vorrichtung (13) zur Aufbereitung der Gasprobe verbunden ist, sowie einerseits über ein Ventil (21) mit einem Behälter (22), der Spülgas enthält, und andererseits über ein Ventil (23) mit einer Gasprobenanalysevorrichtung (15) und einem Abzug (14), wobei ein Manometer (24) am gemeinsamen Punkt dieser Ventile (21, 23) angeschlossen ist.

Claims

1. Method for measuring the transfer time of the gases within an enclosure, such that the following operations are carried out at least once:

- injecting a gas called tracer gas at a point A or A' of the enclosure;
- sampling at a point B of that enclosure the gas present there, point B being different from point A or point A';
- determining the presence of the tracer gas in the gas sampled at B by means of a detection and analysis equipment;
- measuring *in situ* the response time of the equipment taking the samples at B, called calibration of the method, said measurement consisting in injecting at point B relative to the equipment to be calibrated an amount of a determined gas and in measuring the time separating said injection and the detection of the above-mentioned gas in the sampling and detection equipment;

- deducting the time required for the tracer gas to go from point A or A' to point B on the basis of the information obtained regarding the tracer gas by the detection means;

by using a sampling probe or rod comprising at least two tubes, of which a first tube, not used for the sampling, is used for injecting the above-mentioned tracer gas and a second tube is used for sampling the gas present within the enclosure at the sampling point, **characterised in that** the calibration measurement is taken by means of the following operations:

- 1) a gaseous mixture, composed of a preferably inert gas and of a tracer gas, is introduced at a low flow rate into the first tube, said mixture escaping at the end of the sampling rod toward the enclosure;
- 2) the gas of the enclosure, to which the tracer gas is mixed, is sampled by the second tube, the second tube being linked to the detection means;
- 3) a sudden increase in the pressure of the above-mentioned mixture is caused at a moment t_0 , the increase in pressure in the first tube being transmitted to its open end and leading there to an increase in the flow rate at the moment t_1 ;
- 4) the moment t_2 is determined, i.e. the moment when the variation in the concentration in tracer gas present in the mixture is detected by the analysis device, to which the second tube is connected;
- 5) the transfer time in the sampling equipment is determined by the operation $t_2 - t_0$.

2. Method according to Claim 1, in which the gas within the enclosure comprises tracer gas in a concentration that can be measured, **characterised in that** a gaseous mixture, which does not comprise the tracer gas, is used and **in that** the same operations 1) to 5) are carried out as above.

3. Method for measuring the transfer time of the gases within an enclosure, such that the following operations are carried out at least once:

- injecting a gas called tracer gas at a point A or A' of the enclosure;
- sampling at a point B of that enclosure the gas present there, point B being different from point A or A';
- determining the presence of the tracer gas in the gas sampled at B by means of a detection and analysis equipment;
- measuring *in situ* the response time of the equipment taking the samples at B, called cal-

ibration of the method, said measurement consisting in injecting at point B relative to the equipment to be calibrated an amount of a determined gas and in measuring the time separating said injection and the detection of the above-mentioned gas in the sampling and detection equipment;

- deducting the time required for the tracer gas to go from point A or A' to point B on the basis of the information obtained regarding the tracer gas by the detection means;

by using a sampling probe or rod comprising at least two tubes, of which a first tube, not used for the sampling, is used for injecting the above-mentioned tracer gas and a second tube is used for sampling the gas present within the enclosure at the sampling point, **characterised in that** the calibration measurement is taken by means of the following operations:

1) a gas called calibration gas, with no or little tracer-gas content, is introduced at a such flow rate that the speed of the gas in the first tube is markedly higher than that of the gas present in the second tube, preferably 3 or 4 times higher than the latter,

2) an impulse or additional amount of tracer gas is introduced at a moment t_0 in the calibration gas introduced into the first tube and the latter arrives at the end of said tube, thus at the entrance of the sampling rod at the moment t_1 , when it is partially sucked in by the second tube of said sampling rod,

3) a variation in the concentration of the tracer gas is detected at a moment t_2 by the analysis device connected on the sampling rod,

4) the transfer time in the sampling equipment is determined by the operation $t_2 - t_0$.

4. Method according to Claim 1, 2 or 3 **characterised in that** a sampling probe or rod comprising two coaxial tubes is used, a first tube being connected so as to control the injection of the tracer gas or gaseous mixture and a second tube so as to sample the gas present within the enclosure.

5. Method for measuring the transfer time of the gases within an enclosure, such that the following operations are carried out at least once:

- injecting a gas called tracer gas at a point A or A' of the enclosure;
- sampling at a point B of that enclosure the gas present there, point B being different from point A or point A';
- determining the presence of the tracer gas in the gas sampled at B by means of a detection

and analysis equipment;

- measuring *in situ* the response time of the equipment taking the samples at B, called calibration of the method, said measurement consisting in injecting at point B relative to the equipment to be calibrated a quantity of a determined gas and in measuring the time separating said injection and the detection of the above-mentioned gas in the sampling and detection equipment;
- deducting the time required for the tracer gas to go from point A or A' to point B on the basis of the information obtained regarding the tracer gas by the detection means;

in which a calibration is carried out by using a sampling probe with a single tube, this applying in the case where the content in analysed component of the gas of the enclosure sufficiently differs from the content in this component in a gas called draining gas so that the transition from one to the other can be detected by the analysis system, a stop valve being provided on the sampling circuit, **characterised in that** the following operations are carried out:

1) the stop valve provided on the circuit of the sampling equipment is opened so as to connect the latter with the analysis equipment;

2) a draining valve is opened so as to introduce into the above-mentioned sampling circuit a gas called draining gas, that can be distinguished from the gas within the enclosure by one of its components that is selectively detectable by the analysis equipment, said operation being carried out for a period that is long enough for the entire piping section going from the draining valve to the detector incorporated into the equipment for analysing the sampled gas to be drained;

3) the stop valve provided on the sampling circuit is then closed and the draining operation is allowed to resume in the direction of the enclosure for a period that is long enough for the piping and the devices between the stop valve and the sampling probe also to be completely filled with the draining gas so that any trace of gas from the enclosure is eliminated both from the sampling and conditioning circuits of the sampled gas;

4) the draining valve is then closed and one waits until the pressure in the sampling circuit on the draining-valve side is equal to the pressure within the enclosure;

5) the stop valve located on the sampling circuit is opened at the moment t_0 and the moment t_1 is recorded, i.e. the moment when the equipment for analysing the composition of the sampled gas detects the component of the gas from

the enclosure to which it is sensitive;

6) the transfer time in the sampling equipment is determined by the operation $t_1 - t_0$.

6. Method according to Claim 5, **characterised in that** the continuous drain of stage 3) in the preceding method is replaced by a discontinuous drain.

7. Method according to any one of Claims 1 to 6, **characterised in that** a means for measuring the flow rate is used in order to continuously or sequentially determine the flow rate passing through one or several parts used during measurement, **in that** the values recorded over time in the different circuits are compared and **in that** either a new calibration is carried out each time at least one of the measured values differs by more than 10% relative to the value previously measured at the same location or a mathematical interpolation operation is used in order to correct the measures of transfer time obtained on the basis of the values previously measured in the same device;

8. Device for implementing the method for measuring the transfer time of the gases within a blast furnace according to any one of Claims 1, 2 or 4, comprising a means for injecting a tracer gas into the load of the blast furnace, a means for sampling the gas present in the blast furnace and a means for analysing the sampled gas, **characterised in that** it comprises:

- a sampling probe or rod (4) with a double wall, comprising an inner tube (17) used to take samples and an outer tube (16) used to carry a certain amount of calibration gas to the end of the rod (4);
- a tank (20) at over-pressure relative to the enclosure of the blast furnace and comprising a draining gas, the above-mentioned outer tube (16) being connected to it by one first remote-controlled valve (18) on the one hand and on the other hand by a second remote-controlled valve (19) which is incorporated into a circuit designed so as to show a markedly lower loss of load than the circuit of the first valve (18),
- a detector (15) connected to the inner tube (17) of the probe (4) via a unit (13) for treating the sampled gas.

9. Device for implementing the method for measuring the transfer time of the gases within a blast furnace according to any one of Claims 3 or 4, comprising a means for injecting a tracer gas into the load of the blast furnace, a means for sampling the gas present in the blast furnace and a means of analysing the sampled gas, **characterised in that** it comprises:

- a sampling probe or rod (4) with a double wall, comprising an inner tube (17) used for taking samples and an outer tube (16) used for carrying a certain amount of calibration gas to the end of the rod (4),
- on the one hand, a tank (22) comprising a calibration gas connected to the outer tube (16) of the sampling rod (4) via a remote-controlled valve (21) and on the other hand a tank (20) comprising tracer gas also connected to the outer tube (16) via a valve (18),
- a device (13) for conditioning the sampled gas connected to the inner tube (17) of the sampling rod (4) and the exit of which is connected on the one hand to an analysis device (15) and on the other hand to an exhaust (14).

10. Device according to Claim 8 or 9, **characterised in that** the means for injecting the tracer gas into the load of the blast furnace at least comprises one tank (8) comprising the tracer gas, the latter being at a pressure higher than that in the blast furnace, a remote-controlled fast-response valve (9) and an element (10) creating a loss of load in order to control the injected flow rate, the element (10) preferably being a control valve or a calibrated aperture, possibly associated to a non-return valve (11) intended to prevent the backward flow of the gas present at the injection point, i.e. the hot draught if the injection occurs at the level of a nozzle or the gas from the blast furnace if the injection occurs at a point in the wall, preferably via a probe or rod (12) for injecting tracer gas into the blast furnace.

11. Device according to Claim 8 or 9, **characterised in that** the sampling probe or rod (4) with a double wall, the inner tube (17) of which is used to take samples and the outer tube (16) of which is used to carry a certain amount of calibration gas to the end of the rod (4), is replaced by a sampling probe or rod (4) with a double wall, the outer tube of which is used to take samples and the inner tube of which is used to carry a certain amount of calibration gas to the end of the rod.

12. Device according to any one of Claims 8 to 10, **characterised in that** the sampling probe (4) with a double wall comprises an inner tube such that its opening on the side of the gas sampling is set back compared to the outer tube.

13. Device for implementing the method for measuring the transfer time of the gases within a blast furnace according to Claim 5 or 6, comprising a means for injecting a tracer gas into the load of the blast furnace, a means for sampling the gas present in the blast furnace and a means for analysing the sampled gas, **characterised in that** it comprises a sam-

pling probe (4) with a single tube, the probe (4) is connected to a device (13) for conditioning the sampled gas, as well as on the one hand to a tank (22) comprising a draining gas via a valve (21) and on the other hand to a device (15) for analysing the sampled gas and to an exhaust (14) via a valve (23), a pressure gauge (24) being connected to the point that is common to said valves (21, 23).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

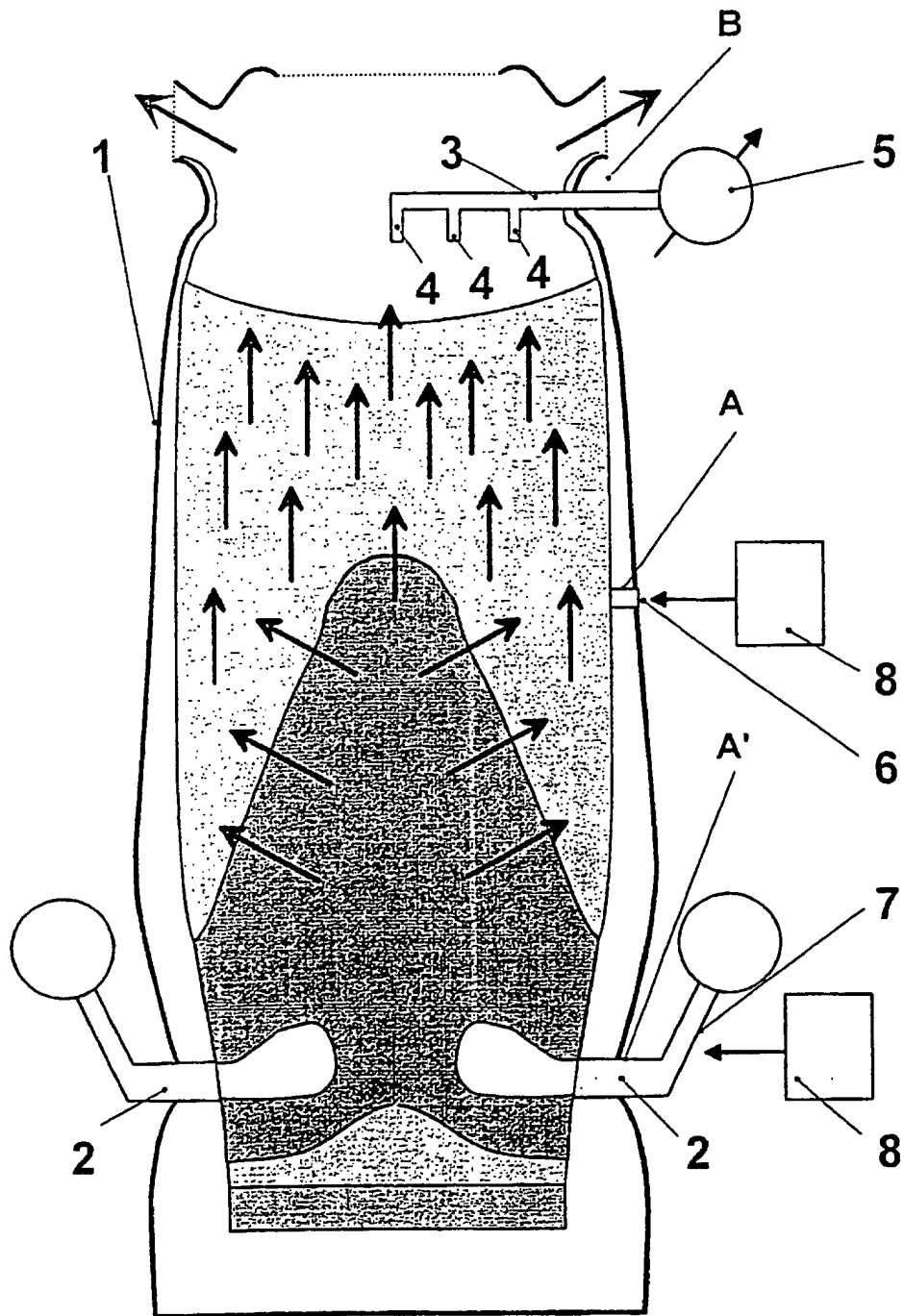


Figure 1

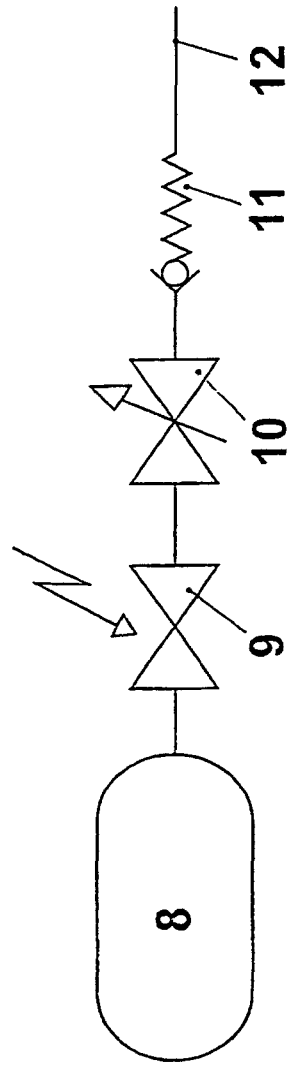


Figure 2

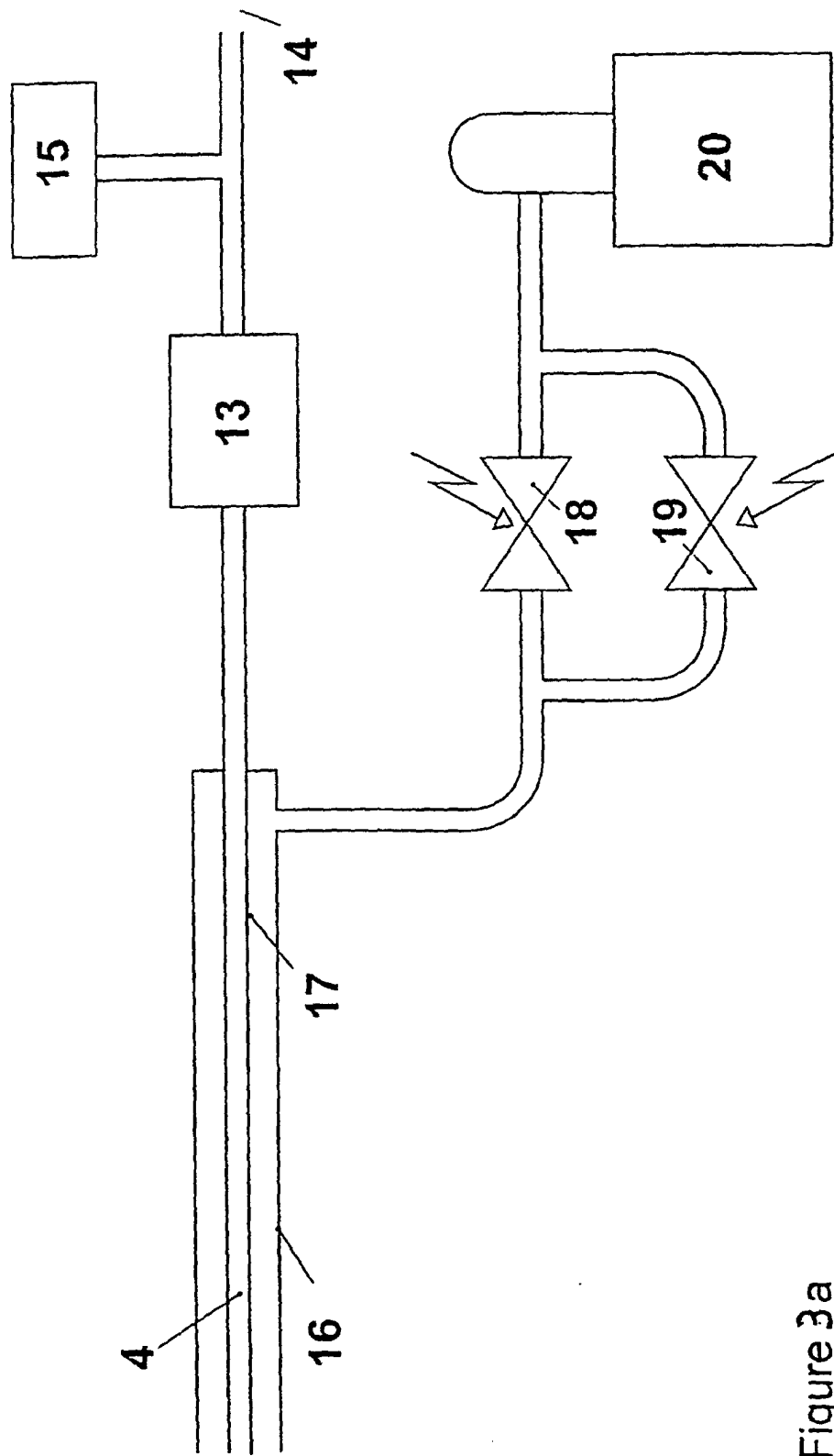


Figure 3a

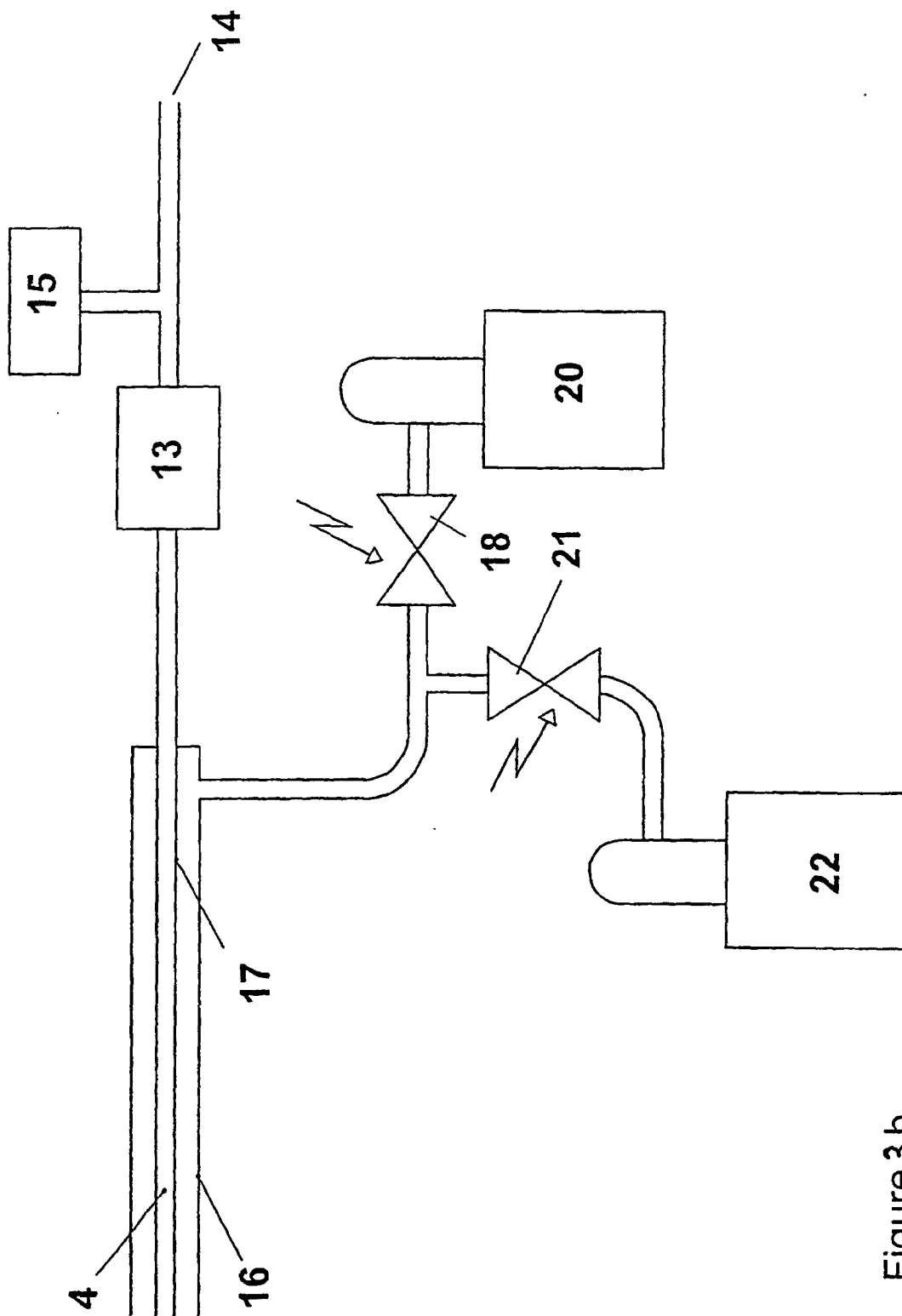


Figure 3b

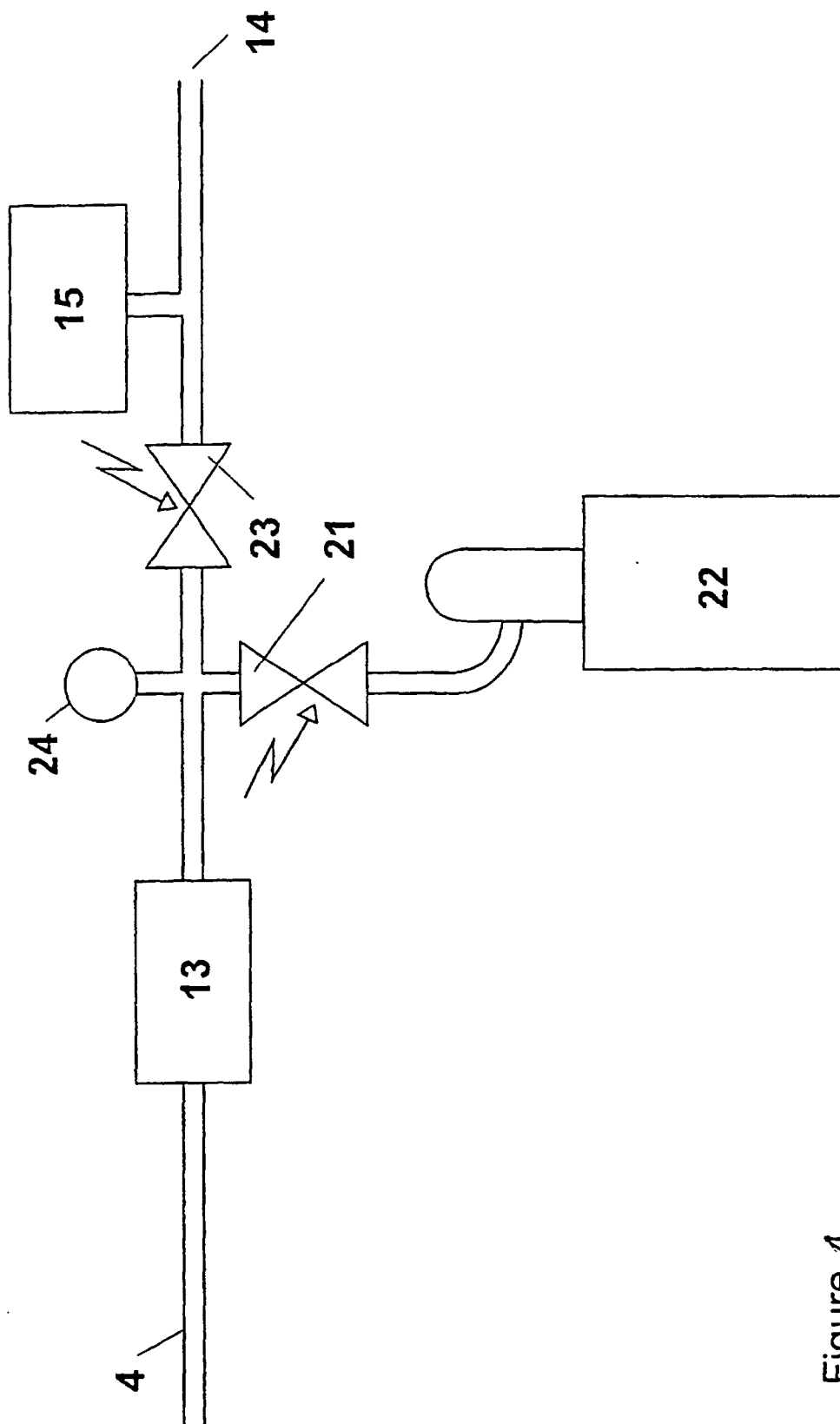


Figure 4