(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
21 juillet 2005 (21.07.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/066727 A1

(51) Classification internationale des brevets[7] : G05B 13/02

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/002365

(22) Date de dépôt international :
20 septembre 2004 (20.09.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0314186 3 décembre 2003 (03.12.2003) FR

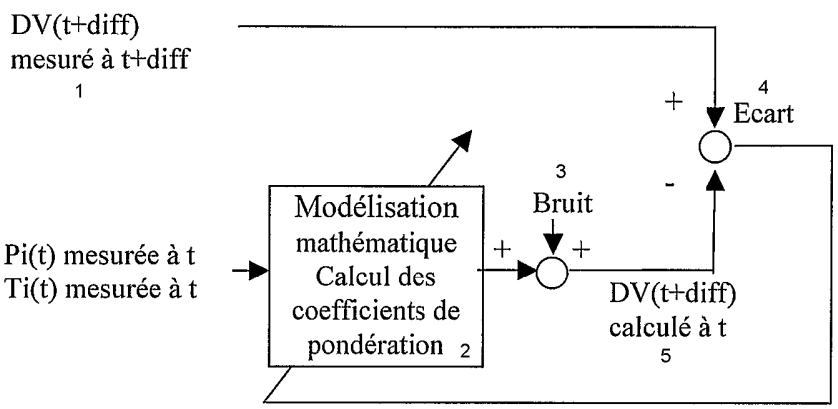
(71) Déposant et
(72) Inventeur : EALET, Jean-Christophe [FR/FR]; 24 bis, avenue de Silvacane, F-13640 La Roque d'Antheron (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PREDICTIVE ASSESSMENT OF THERMAL LOAD FOR SOLID WASTE INCINERATION PLANTS

(54) Titre : METHODE ET DISPOSITIF D'EVALUATION PREDICTIVE DE LA CHARGE THERMIQUE POUR LES USINES D'INCINERATION DE DECHETS SOLIDES



1 MEASURED AT
2 MATHEMATICAL MODELLING CALCULATION OF WEIGHTING COEFFICIENTS
3 NOISE
4 DIFFERENCE
5 CALCULATED AT

(57) Abstract: The invention relates to a method for the predictive assessment of the thermal load generated by solid waste when introduced into incineration furnaces and to the associated device. The invention is based on measuring the air pressure(s) under the first primary air compartment and the temperature(s) of the gases produced upon auto-ignition, said measurements being taken in the first combustion zone located immediately after the feeder that is used to feed the waste into the furnace. The inventive method establishes a relationship between the aforementioned parameters and the steam flow rate which is also measured, said steam being produced by the boiler that is associated with the furnace (or the temperature of the combustion gases) several minutes later during the actual incineration of the waste, resulting from the full combustion thereof at the centre of the furnace. In this way, the difficulty associated with the inertia time between the waste being introduced and the impact of same on the steam flow rate (or of the temperature of the combustion gases) being seen is resolved. Consequently, automatic regulations to equipment can be envisaged in order to control the flow of waste into the solid waste incineration furnace.

(57) Abrégé : Cette invention consiste en une méthode d'évaluation prédictive, et son dispositif associé, de la charge thermique générée par des déchets solides lors de leur introduction dans des fours d'incinération. Son principe repose sur la mesure, dans la toute première zone de combustion immédiatement située après l'alimentateur en charge de l'introduction de ces déchets dans le four, de la (les) pression(s) d'air sous le premier compartiment d'air primaire et de la (les) température(s) des gaz produits par le début de l'auto inflammation. L'invention établit une relation entre ces paramètres et le débit vapeur, également mesuré, produit par la chaudière associée au four (ou la température des gaz de combustion) quelques minutes plus tard, lors de l'incinération proprement dite de ces déchets, résultant de leur combustion pleine au

[Suite sur la page suivante]

WO 2005/066727 A1

MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* **:** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

— *avec revendications modifiées*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

coeur du four. La difficulté due au temps d'inertie entre l'introduction des déchets et la visualisation de leur impact sur le débit vapeur (ou de la température des gaz de combustion) se trouve alors résolue, ce qui permet d'envisager dès lors des véritables régulations automatiques des équipements permettant de contrôler le flux de déchets dans le four d'incinération de déchets solides.

Méthode et dispositif d'évaluation prédictive de la charge thermique pour les usines d'incinération de déchets solides.

La présente invention consiste en une méthode d'évaluation prédictive, et son dispositif associé, de la charge thermique générée par des déchets solides lors de leur incinération dans des fours prévus à cet effet (fours à grille à poussoirs, oscillants, à tapis mobile, ou à rouleaux etc.).

Par la nature même des déchets solides, dont beaucoup de caractéristiques physiques et chimiques sont inconnues en temps réel lors du procédé d'incinération de ces déchets dans des usines de traitement, la combustion de ces derniers constitue une tâche complexe et coûteuse. En effet, ni la composition chimique, ni la teneur en eau, ni le pouvoir calorifique inférieur, ni la granulométrie, ni la densité (compacité), ni même la quantité instantanée des déchets ne sont connus lors de l'introduction de ces mêmes déchets dans le four d'incinération.

Seule une connaissance basée sur des campagnes d'échantillonnage, réalisées sur plusieurs semaines, par des instituts spécialisés, qui donnent une approche statistique moyennée des caractéristiques des déchets solides, est disponible. De même, au niveau du procédé d'incinération, comme celui-ci se déroule de manière continue au cours du temps, la valeur de la charge thermique, au travers du débit de vapeur de la chaudière associée au four, ou de la température des gaz de combustion corrigée par les quantités d'air de combustion injectés pour les installations non munies de générateur de vapeur, est également disponible. Celle-ci permet d'avoir une idée de la valeur moyenne du pouvoir calorifique et de la quantité des déchets au cours des minutes qui ont précédé l'introduction de la portion de déchets à traiter.

Cependant, comme la quantité de déchets solides qui va être introduite par l'alimentateur est limitée, les caractéristiques de cette quantité de produit diffèrent fortement des valeurs moyennes relevées au moyen des deux méthodes précédentes.

En fait, les caractéristiques des déchets solides listés ci-dessus (quantité instantanée, composition chimique, pouvoir calorifique, granulométrie etc.) peuvent être considérées comme des variables aléatoires, dont seule une approche statistique a été jusqu'à présent entrepris : valeur moyenne et écart type. Les quantités de déchets introduits à chaque instant sont alors des réalisations de la variable aléatoire, sur lesquelles il est difficile d'associer des caractéristiques déterminées.

C'est pourquoi la totalité des régulations de fours d'incinération est basée sur des vitesses d'alimentation très constantes et lissées du produit, avec des variations de ces vitesses très faibles et lentes au cours du temps, pour prendre en compte principalement la (les) valeur(s) moyenne(s) du débit vapeur (ou température des gaz de combustion), ainsi qu'accessoirement d'autres paramètres de combustion (températures, pressions des compartiments d'air, taux d'oxygène dans les gaz de combustion relevés au niveau du

générateur de vapeur, taux d'autres gaz polluants etc.). Pour cela, elles incluent un ensemble de points de consigne qui correspondent à un optimum de régulation du four, basé sur des caractéristiques moyennes du procédé d'incinération connues au moment de la mise au point des régulations. Cet ensemble de points de consigne présente l'inconvénient d'être difficile et long à établir, d'être fragile, et d'avoir un domaine de fonctionnement assez réduit.

Ainsi, si les quantités moyennes de déchets introduits et les quantités moyennes de vapeur produites (ou température des gaz de combustion) sont bien maîtrisées, il est constaté au cours du temps des variations incessantes du débit de vapeur produit (ou température des gaz de combustion), spécialement sur les installations de petite capacité (tonnage de déchets inférieur à 10 tonnes par heure).

Ces variations amènent des surdimensionnements des équipements d'incinération (four, chaudière, traitement des fumées etc.) afin d'être absorbées, donc des surcoûts d'investissement, et génèrent des contraintes fortes sur ces mêmes équipements, qui doivent fonctionner avec des points de consigne aux forts écarts-type, ce qui impacte leur coût de maintenance. De même, elles rendent difficile la mise au point des installations et donc allongent les temps de mise en service de ces dernières. De plus, la vapeur est valorisée auprès de clients tiers soit directement sous forme de fluide, soit sous forme de production électrique, et la forte variabilité de son débit ne permet pas d'optimiser les contrats de vente d'énergie.

Ces variations amènent également des difficultés dans la réalisation de l'incinération des déchets, générant des sous-produits qui peuvent être hors norme en terme d'environnement : quantité d'imbrûlés importante, température des gaz de combustion inférieure aux normes en vigueur, variabilité favorable à la formation de polluants indésirables etc.

La présente invention permet donc d'apporter une réponse originale à ce problème de non-connaissance des caractéristiques physiques et chimiques des déchets introduits à chaque instant dans le four d'incinération, ce dès leur introduction par l'alimentateur, et par voie de conséquence d'ouvrir le champ de la régulation dudit alimentateur et des équipements permettant de contrôler le flux de déchets dans le four, de telle manière à limiter l'amplitude des variations du débit vapeur (ou température des gaz de combustion) et de l'ensemble des paramètres de régulation de la combustion des déchets solides d'une ligne d'incinération.

La présente invention est une méthode d'évaluation prédictive de la charge thermique générée par la quantité de déchets introduits par l'alimentateur, ce dès son entrée dans le four d'incinération, et ce avant qu'elle ne se matérialise par la combustion effective de cette quantité de déchets, un certain laps de temps après, lorsque le produit atteint la zone effective de combustion complète. Cette évaluation anticipée de la charge thermique se fait à travers l'évaluation du débit de vapeur générée par la chaudière (ou température des gaz de combustion), avant qu'il ne se constate physiquement par la mesure de débit vapeur (ou

mesure de température), après une durée correspondant au transit des déchets depuis leur arrivée sur la grille de combustion jusqu'à leur arrivée au cœur du four, sur la zone de combustion proprement dite.

Cette évaluation du débit de vapeur (ou température des gaz de combustion) qui va être généré par la quantité de produit introduit se fait au moyen d'un ensemble de capteurs de pression et de température placés dans la zone d'arrivée des déchets sur la grille du four, partie qui se trouve immédiatement dans la proximité de l'alimentateur. Le(s) capteur(s) de pression est (sont) placé(s) sur le(s) compartiment(s) d'air primaire injecté dans la première zone de la grille d'incinération (premier tronçon de la grille, ou premier rouleau). Le(s) capteur(s) de température est (sont) placé(s) sur la voûte supérieure du four ou sur les parois latérales, au droit de la première zone de la grille d'incinération. Ces capteurs permettent donc la mesure d'un ensemble pression/température lié à la quantité de déchets qui vient d'être introduit par l'alimentateur, dans la première zone de la grille de combustion, à proximité immédiate de l'alimentateur.

Les pressions d'air primaire injecté sous cette première zone de la grille du four sont une image de la quantité de produit, ainsi que de sa granulométrie. Ces pressions peuvent éventuellement être corrigées par les débits d'air mesurés, ou mieux être mesurées à débit d'air constant.

Les températures des gaz relevés sur la partie supérieure du four ou sur les parois latérales, au droit de la première zone de la grille du four sont une image de la qualité du produit, notamment de sa teneur en eau ainsi que de son inflammabilité. Ils sont également une image indirecte de la quantité de produit.

Les déchets vont révéler leur réelle charge thermique lors de leur combustion proprement dite, sur la zone de combustion de la grille, zone qui succède à la première zone de la grille du four. Cette charge thermique va se traduire par la génération d'un certain débit de vapeur au niveau de la chaudière (ou température des gaz de combustion), après une certaine durée correspondant au temps nécessaire pour que les déchets introduits atteignent la zone de combustion proprement dite. La charge thermique peut aussi se calculer à partir de la mesure d'oxygène (ou de dioxyde de carbone) contenue dans les gaz de combustion, à partir du moment où les quantités d'air comburant sont connues ou constantes.

L'invention consiste donc en une méthode qui permet d'établir une relation mathématique entre les mesures de pression, de température, prises dans la première zone de la grille du four, et la mesure du débit de vapeur (ou température des gaz de combustion), relevée après une période correspondant au temps de transit des déchets depuis la première zone de la grille à la zone de combustion proprement dite.

Ainsi, l'invention est une méthode d'évaluation prédictive de la charge thermique d'une quantité de déchets solides introduite par un alimentateur sur la grille à l'intérieur du four d'incinération. La figure 1 est une représentation fonctionnelle de l'invention présentant les mesures et les points de mesure sur une coupe type de four d'incinération de déchets solides. Cette invention se décompose donc dans les étapes suivantes (voir figure 1) :

1. Mesure de la (les) pression(s) de l'air primaire injecté sous la zone d'arrivée des déchets sur la grille du four (1), partie qui se trouve immédiatement dans la proximité de l'alimentateur (2), sur le(s) compartiment(s) d'air primaire injecté dans la première zone de la grille d'incinération (3), au plus près de l'alimentateur (premier tronçon de la grille, ou premier rouleau).

2. Mesure de(s) température(s) des gaz de combustion sur la partie supérieure du four ou sur les parois latérales, au droit de la zone d'arrivée des déchets sur la grille du four, partie (4) qui se trouve immédiatement dans la proximité de l'alimentateur.

3. Mesure du débit vapeur (ou température des gaz de combustion) générée par la chaudière (5), après un laps de temps correspondant au temps nécessaire pour que les déchets introduits, dont les caractéristiques ont été mesurées dans 1. et 2., atteignent la zone de combustion proprement dite (6).

4. Construction d'une relation mathématique liant ces mesures de pression, température et débit vapeur (ou température des gaz de combustion).

5. Application de la relation mathématique aux mesures de pression et température effectuées en temps réel pendant le procédé d'incinération, permettant de calculer une valeur estimée du débit vapeur (ou température des gaz de combustion).

Dès lors, la valeur estimée du débit vapeur (ou température des gaz de combustion) est disponible comme donnée d'entrée pour la régulation de la combustion du four d'incinération, et en particulier pour la régulation des pièces mobiles destinées à l'alimentation et au transport des déchets, depuis leur introduction dans la trémie d'alimentation jusqu'à leur évacuation dans l'extracteur à mâchefers.

Il doit être noté qu'avec seulement les mesures de pression(s) et de débit vapeur (ou température des gaz de combustion), ou avec seulement les mesures de température(s) et de débit vapeur (ou température des gaz de combustion), des modèles mathématiques dégradés peuvent être construits, aboutissant à une estimation prédictive dont l'erreur moyenne est plus importante que celle des modèles mathématiques fondés sur le couple d'entrée pression(s)/température(s).

La relation mathématique est une addition des pression(s) et température(s) relevées, pondérés par des coefficients, dont le résultat est le débit vapeur calculé (ou température des gaz de combustion).

La méthode inclut également une remise à jour automatique et périodique de ces coefficients afin de prendre en compte les variations du modèle au cours du temps. Ces variations peuvent venir de changements trop drastiques dans la nature même des déchets solides, mais aussi des variations des conditions de fonctionnement du four d'incinération de déchets solides lors des changements de points de consigne d'un quelconque des paramètres influant sur le procédé d'incinération : variation des quantités d'air comburant, variation des débits vapeur etc. Cette remise à jour est effectuée par des techniques de filtrage auto-adaptatif liées aux techniques de traitement du signal, mais peut également être obtenue par des techniques d'apprentissage, liées à la technique des réseaux neuronaux, ou par des méthodes empiriques type logique floue ou autres. La figure 2 présente cet algorithme, où Pi représente l'ensemble des mesures de pression, Ti l'ensemble des mesures de température, DV le débit de vapeur (peut être remplacé par TGC, la température des gaz de combustion), t la variable de temps et diff le laps de temps correspondant au temps de transit des déchets depuis la première zone de la grille à la zone de combustion proprement dite.

Cette remise à jour automatique des coefficients permet d'obtenir une modélisation du four qui compare en temps réel les valeurs calculées du modèle à celles réelles mesurées, et corrige en ligne (voir figure 2). Cela donne un caractère très robuste à la modélisation, et très simple d'obtention.

L'invention se matérialise à travers l'implantation de la méthode sur le système de contrôle-commande de l'usine, ou bien à travers un équipement indépendant réalisant les mesures et mettant à disposition du contrôle-commande sous forme de signaux normalisés les valeurs estimées du débit vapeur (ou température des gaz de combustion).

Il faut noter également que l'implantation de la méthode sur un équipement indépendant, constitué d'une unité de traitement et d'acquisition de données, d'un (ou de) capteur(s) de pression, d'un (ou de) capteur(s) de température, et d'un capteur de débit de vapeur (ou de température des gaz de combustion), destinés à mesurer ces valeurs de la façon décrite ci-dessus (1., 2., et 3.), ou en interface avec un système de mesure de ces données, ou combinant mesure et interfaçage avec un système de mesure d'une partie de ces données, permet de mettre à la disposition du constructeur de fours d'incinération de déchets solides ou de l'exploitant de fours d'incinération de déchets solides cette valeur estimée prédictive de la charge thermique (débit vapeur, température des gaz de combustion, taux d'oxygène ou CO2 etc.) sans interférer sur le procédé d'incinération en lui-même, sans modifier les régulations ou les stratégies actuelles de conduite de fours d'incinération de déchets solides. La mise en œuvre de cette méthode par ce type d'équipement indépendant s'en trouve particulièrement facilitée.

Due à la structure de la méthode décrite ci-dessus, notamment par la remise à jour automatique des coefficients par la comparaison en temps réel de la valeur de l'estimation prédictive de débit vapeur (ou de température des gaz de combustion), sortie du modèle au débit vapeur (ou de température des gaz de combustion) réel mesuré, les appareils de mesure des température(s), pression(s) et débit vapeur (ou de température des gaz de combustion) ne nécessitent pas des calibrations rigoureuses et régulièrement effectuées dans le temps. Les imprécisions des capteurs sont en effet compensées par la nature même du calcul des coefficients de pondération. La conséquence est une robustesse de l'équipement portant la méthode, et un coût de maintenance faible.

REVENDICATIONS

1. Méthode d'évaluation prédictive de la charge thermique d'une quantité de déchets solides introduite par un alimentateur sur la grille à l'intérieur d'un four d'incinération, indépendant de la technologie du four d'incinération (four à grille, à rouleaux, oscillant ou autres), caractérisée par les cinq étapes suivantes :

- Première étape : Mesure de la (les) pression(s) de l'air primaire injecté sous la zone d'arrivée des déchets sur la grille du four (fig. 1, partie 1), partie qui se trouve immédiatement dans la proximité de l'alimentateur (fig. 1, partie 2), sur le(s) compartiment(s) d'air primaire injecté dans la première zone de la grille d'incinération(fig. 1, partie 3), au plus près de l'alimentateur ; cette (ces) pression(s) peu(ven)t éventuellement être corrigée(s) par le(s) débits d'air mesuré(s), ou mieux être mesurée(s) à débit d'air constant.

- Deuxième étape : Mesure de(s) température(s) des gaz de combustion sur la partie supérieure du four ou sur les parois latérales, au droit de la zone d'arrivée des déchets sur la grille du four, partie (fig. 1, partie 4), qui se trouve immédiatement dans la proximité de l'alimentateur.

- Troisième étape : Mesure de la charge thermique générée par la chaudière (fig. 1, partie 5), après un laps de temps correspondant au temps nécessaire pour que les déchets introduits, dont les caractéristiques ont été mesurées dans 1) et 2), atteignent la zone de combustion proprement dite(fig. 1, partie 6) ; la charge thermique se traduit par la mesure du débit de vapeur ou d'une température des gaz de combustion, mais peut aussi se calculer à partir de la mesure du taux d'oxygène ou du taux de dioxyde de carbone contenu dans les gaz de combustion.

- Quatrième étape : Construction d'une relation mathématique liant ces mesures de pression, température et charge thermique (en général débit vapeur ou température des gaz de combustion).

- Cinquième étape : Application de la relation mathématique aux mesures de pression et température effectuées en temps réel pendant le procédé d'incinération, permettant de calculer une valeur estimée de la charge thermique du débit vapeur (en général débit vapeur ou température des gaz de combustion).

2. Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'une variante peut être mise en œuvre en construisant un modèle mathématique simplifié avec seulement les mesures de pression(s), comme décrit dans la première étape de la première revendication, et de charge thermique (en général débit vapeur ou température des gaz de combustion), comme décrit dans la troisième étape de la première revendication, ou avec seulement les mesures de

température(s), comme décrit dans la deuxième étape de la première revendication et de charge thermique (en général débit vapeur ou température des gaz de combustion) , comme décrit dans la troisième étape de la première revendication.

3. Méthode selon la revendication 1 (ou 2), caractérisée en ce que la relation mathématique est une addition des pression(s) et (ou) température(s) relevées, pondérés par des coefficients, dont le résultat est la charge thermique calculée (débit vapeur ou température des gaz de combustion ou taux d'oxygène ou taux de dioxyde de carbone des gaz de combustion).

4. Méthode selon les revendications 1 (ou 2) et 3, caractérisée en ce que les coefficients de pondération sont remis à jour automatiquement et périodiquement afin de prendre en compte les variations du modèle au cours du temps, ce qui se réalise au travers de la comparaison en temps réel du résultat de la relation à la mesure réelle, et aboutit à une correction en ligne de la relation, cela au travers des techniques de filtrage auto-adaptatif liées aux techniques de traitement du signal (figure 2), ou au travers de techniques d'apprentissage, liées à la technique des réseaux neuronaux, ou au travers des méthodes empiriques type logique floue ou autres.

5. Méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'elle aboutit à la mise à disposition de la valeur estimée de la charge thermique (débit vapeur ou température des gaz de combustion ou taux d'oxygène ou taux de dioxyde de carbone des gaz de combustion) donnée d'entrée pour la régulation de la combustion du four d'incinération, et en particulier pour la régulation des pièces mobiles destinées à l'alimentation et au transport des déchets, depuis leur introduction dans la trémie d'alimentation jusqu'à leur évacuation dans l'extracteur à mâchefers.

6. Dispositif caractérisé en ce qu'il est constitué d'une unité de traitement et d'acquisition de données, dans laquelle est mise en oeuvre la méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

WO 2005/066727 REVENDICATIONS MODIFIEES PCT/FR2004/002365

[Reçues par le Bureau international le 24 février 2005 (24.02.05): revendications originales 1-6 remplacées par les revendications modifiées 1-5 (2 pages)]

REVENDICATIONS

1. Méthode d'évaluation prédictive de la charge thermique d'une quantité de déchets solides introduite par un alimentateur sur la grille à l'intérieur d'un four d'incinération, indépendant de la technologie du four d'incinération (four à grille, à rouleaux, oscillant ou autres), caractérisée par les cinq étapes suivantes :

- Première étape : Mesure de la (les) pression(s) de l'air primaire injecté sous la zone d'arrivée des déchets sur la grille du four (fig. 1, partie 1), partie qui se trouve immédiatement dans la proximité de l'alimentateur (fig. 1, partie 2), sur le(s) compartiment(s) d'air primaire injecté dans la première zone de la grille d'incinération(fig. 1, partie 3), au plus près de l'alimentateur ; cette (ces) pression(s) peu(ven)t éventuellement être corrigée(s) par le(s) débits d'air mesuré(s), ou mieux être mesurée(s) à débit d'air constant.

- Deuxième étape : Mesure de(s) température(s) des gaz de combustion sur la partie supérieure du four ou sur les parois latérales, au droit de la zone d'arrivée des déchets sur la grille du four, partie (fig. 1, partie 4), qui se trouve immédiatement dans la proximité de l'alimentateur.

- Troisième étape : Mesure de la charge thermique générée par la chaudière (fig. 1, partie 5), après un laps de temps correspondant au temps nécessaire pour que les déchets introduits, dont les caractéristiques ont été mesurées dans 1) et 2), atteignent la zone de combustion proprement dite(fig. 1, partie 6) ; la charge thermique se traduit par la mesure du débit de vapeur ou d'une température des gaz de combustion, mais peut aussi se calculer à partir de la mesure du taux d'oxygène ou du taux de dioxyde de carbone contenu dans les gaz de combustion.

- Quatrième étape : Construction d'une relation mathématique liant ces mesures de pression, température et charge thermique (en général débit vapeur ou température des gaz de combustion). Cette relation mathématique est un modèle mathématique, ayant des coefficients pondérés, dont le résultat est la charge thermique calculée (débit vapeur ou température des gaz de combustion ou taux d'oxygène ou taux de dioxyde de carbone des gaz de combustion).

- Cinquième étape : Application de la relation mathématique aux mesures de pression et température effectuées en temps réel pendant le procédé d'incinération, permettant de calculer une valeur estimée de la charge thermique du débit vapeur (en général débit vapeur ou température des gaz de combustion).

2. Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'une variante peut être mise en œuvre en construisant un modèle mathématique simplifié avec seulement les mesures de

FEUILLE MODIFIEE (ARTICLE 19)

pression(s), comme décrit dans la première étape de la première revendication, et de charge thermique (en général débit vapeur ou température des gaz de combustion), comme décrit dans la troisième étape de la première revendication, ou avec seulement les mesures de température(s), comme décrit dans la deuxième étape de la première revendication et de charge thermique (en général débit vapeur ou température des gaz de combustion) , comme décrit dans la troisième étape de la première revendication.

3. Méthode selon les revendications 1 (ou 2), caractérisée en ce que les coefficients de pondération sont remis à jour automatiquement et périodiquement afin de prendre en compte les variations du modèle au cours du temps, ce qui se réalise au travers de la comparaison en temps réel du résultat de la relation à la mesure réelle, et aboutit à une correction en ligne de la relation, cela au travers des techniques de filtrage auto-adaptatif liées aux techniques de traitement du signal (figure 2), ou au travers de techniques d'apprentissage, liées à la technique des réseaux neuronaux, ou au travers des méthodes empiriques type logique floue ou autres.

4. Méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle aboutit à la mise à disposition de la valeur estimée de la charge thermique (débit vapeur ou température des gaz de combustion ou taux d'oxygène ou taux de dioxyde de carbone des gaz de combustion) donnée d'entrée pour la régulation de la combustion du four d'incinération, et en particulier pour la régulation des pièces mobiles destinées à l'alimentation et au transport des déchets, depuis leur introduction dans la trémie d'alimentation jusqu'à leur évacuation dans l'extracteur à mâchefers.

5. Dispositif caractérisé en ce qu'il est constitué d'une unité de traitement et d'acquisition de données, dans laquelle est mise en oeuvre la méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 4.

FEUILLE MODIFIÉE (ARTICLE 19)

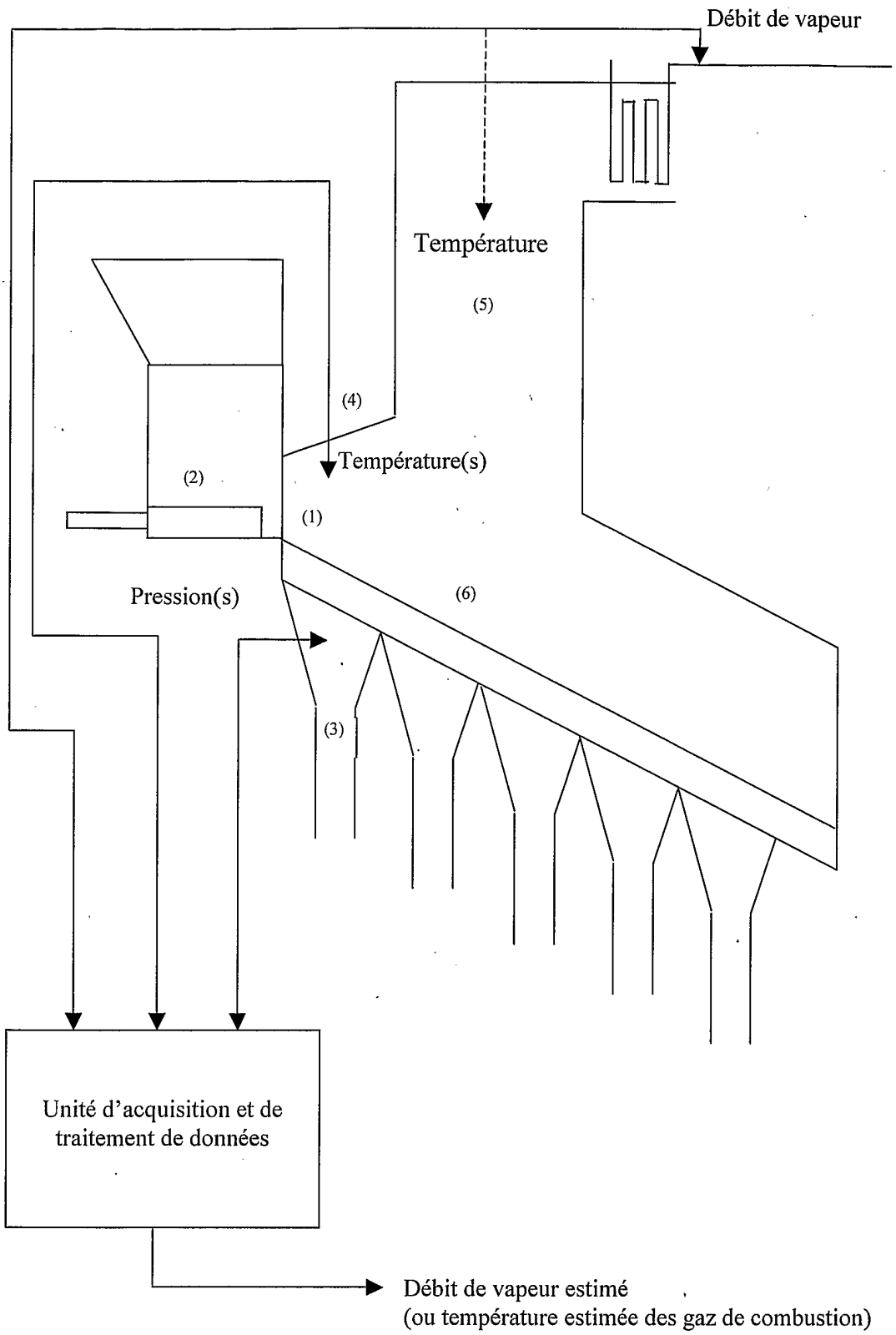

Débit de vapeur
Température
(5)
(4)
Température(s)
(2)
(1)
Pression(s)
(6)
(3)
Unité d'acquisition et de traitement de données
Débit de vapeur estimé
(ou température estimée des gaz de combustion)

Fig. 1

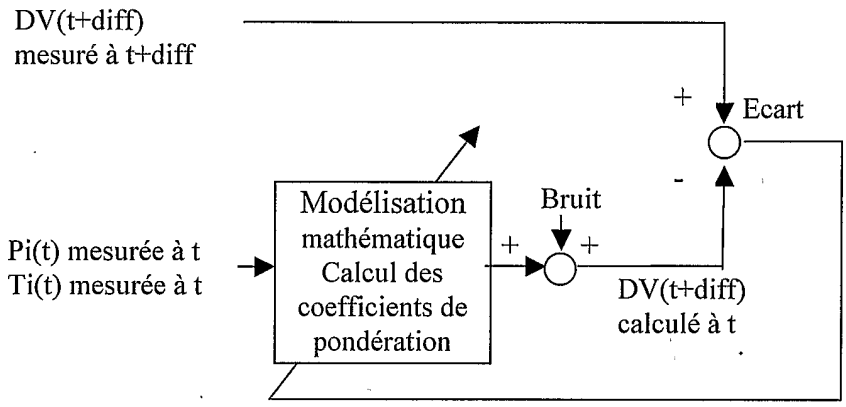

DV(t+diff)
mesuré à t+diff
+
Ecart
-
Modélisation
mathématique
Calcul des
coefficients de
pondération
Bruit
+
+
Pi(t) mesurée à t
Ti(t) mesurée à t
DV(t+diff)
calculé à t

Fig 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/002365

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G05B13/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G05B F23G F23N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 599 820 A (SHELL FRANCE) 11 December 1987 (1987-12-11) page 8, line 29 - page 9, line 27; claim 1	1
A	EP 0 482 201 A (NIPPON KOKAN KK) 29 April 1992 (1992-04-29)	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 January 2005	02/02/2005

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Kelperis, K

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/002365

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2599820 A	11-12-1987	FR 2599820 A1	11-12-1987
EP 0482201 A	29-04-1992	JP 3279703 A	10-12-1991
		JP 7039854 B	01-05-1995
		DE 69124186 D1	27-02-1997
		DE 69124186 T2	21-08-1997
		EP 0482201 A1	29-04-1992
		WO 9114914 A1	03-10-1991
		KR 9511335 B1	30-09-1995
		US 5169268 A	08-12-1992

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/FR2004/002365

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G05B13/02

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

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 G05B F23G F23N

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 599 820 A (SHELL FRANCE) 11 décembre 1987 (1987-12-11) page 8, ligne 29 - page 9, ligne 27; revendication 1	1
A	EP 0 482 201 A (NIPPON KOKAN KK) 29 avril 1992 (1992-04-29)	

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

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

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

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

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

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
24 janvier 2005	02/02/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Kelperis, K

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/FR2004/002365

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2599820 A	11-12-1987	FR 2599820 A1	11-12-1987
EP 0482201 A	29-04-1992	JP 3279703 A	10-12-1991
		JP 7039854 B	01-05-1995
		DE 69124186 D1	27-02-1997
		DE 69124186 T2	21-08-1997
		EP 0482201 A1	29-04-1992
		WO 9114914 A1	03-10-1991
		KR 9511335 B1	30-09-1995
		US 5169268 A	08-12-1992