

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 564 569

②1 N° d'enregistrement national :

84 07507

⑤1 Int Cl* : F 23 G 5/04, 5/24, 5/46; F 23 L 15/04; F 24 J
2/08; F 26 B 17/00, 21/14, 23/10.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 15 mai 1984.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPi « Brevets » n° 47 du 22 novembre 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *TSUNG-HSIEN KUO. — TW.*

⑦2 Inventeur(s) : Kuo Tsung-Hsien.

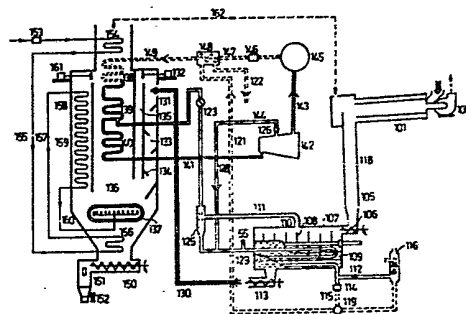
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Novapat, Cabinet Chereau.

⑤4 Procédé et dispositif permettant d'obtenir de l'énergie.

⑤7 Le concept de l'invention réside en ce que la majeure partie de l'humidité contenue dans des déchets humides doit être extraite avant que ceux-ci soient introduits dans un incinérateur 136 pour y être brûlés. A cet effet, deux sources de chaleur sont utilisées, l'une est la vapeur produite pendant le processus de séchage 107 des déchets en soi, puis comprimée 125 et renvoyée au séchoir, qui agit en source principale de chaleur pour le séchage des déchets, l'autre est la vapeur produite par l'utilisation d'énergie solaire. On peut ainsi réduire la perte de l'énergie calorifique qu'on peut tirer de l'incinération de déchets humides; on peut améliorer les conditions de combustion du combustible et élever grandement la température des gaz de combustion.

Application à l'incinération des ordures et des déchets.



FR 2 564 569 - A1

1.

La présente invention concerne un perfectionnement apporté à un système d'incinération de déchets à l'état humide où l'on peut augmenter l'énergie calorifique procurable qui est convertible en énergie mécanique.

5 D'après la construction de l'incinérateur de déchets utilisé couramment au Japon (voir figure 1) et le diagramme de circulation du procédé de fonctionnement d'un incinérateur du type à grille mobile construit par la société dite Taiwan Machinery Company (voir page 38 du n° 194
10 de la revue "Today's Economy" publiée par M. O. E. A., R.O.C.), on peut remarquer que dans un incinérateur classique de déchets, les déchets sont directement introduits à l'état humide dans l'incinérateur pour y être brûlés sans procéder au préalable à l'extraction de la quantité
15 importante d'humidité que contiennent ces déchets. Dans ce cas, le produit gazeux de la combustion entraîne une grande quantité de vapeur avec une chaleur latente considérable qui est perdue lorsqu'il est déchargé par la cheminée sous forme de gaz brûlé. En outre, la moindre grande
20 quantité d'énergie calorifique produite et le plus grand

2.

rapport de l'air en excès auront dans ce cas pour effet de réduire la température du gaz de combustion et ainsi de faire en sorte que le cycle de travail de la vapeur sera un cycle à basse température et basse pression. Par conséquent, on ne peut obtenir qu'un faible rapport de conversion de l'énergie calorifique en énergie mécanique. En outre, la fraction de la matière combustible qui reste imbrûlée dans les déchets est donc plus élevée. Si l'on prend comme exemple l'incinérateur du type continu utilisé au Japon venant d'être cité, le rapport de l'air en excès est d'environ 2,0, la température du gaz de combustion de 750-950°C, la fraction dans les déchets de la matière combustible non brûlée d'environ 7 %.

Bien que les déchets à l'état humide ne soient pas grevés d'un coût initial, les investissements en matière d'installations de transformation de l'énergie calorifique qu'ils renferment en énergie mécanique sont très supérieurs à ceux d'une centrale ordinaire à vapeur à haute température, haute pression, et c'est pourquoi il est rarement bénéfique de produire de l'énergie en faisant brûler des déchets à l'état humide. Néanmoins, le manque d'énergie et l'élimination des ordures ménagères soulèvent actuellement des problèmes très préoccupants.

Après étude des problèmes soulevés par l'incinération des déchets à l'état humide, la demanderesse a fait les constatations suivantes :

1. Il est plus économique de sécher préalablement les déchets humides avant de les introduire dans l'incinérateur pour y être brûlés. On peut utiliser deux sources de chaleur pour sécher les déchets, à savoir qu'une source est la vapeur produite pendant le séchage des déchets en soi, laquelle est ensuite comprimée thermiquement, alors que l'autre est la vapeur produite par l'énergie solaire.

3.

2. Après séchage des déchets humides, leur plus faible valeur calorifique augmentera, alors que la perte de chaleur du gaz brûlé diminuera, et la matière combustible que contiennent les déchets sera brûlée plus complètement. Par conséquent, l'énergie calorifique disponible pour application au cycle de travail de la vapeur sera beaucoup plus grande. D'autre part, la perte de chaleur due aux étapes supplémentaires de séchage de la présente invention est limitée.

Par conséquent, l'adoption des étapes supplémentaires de séchage est avantageuse.

3. En outre, après séchage des déchets humides, étant donné que leur valeur calorifique augmentera, et que la quantité de vapeur entraînée dans le gaz de combustion et le rapport de l'air en excès diminuent, il en résultera que la température du gaz de combustion sera grandement augmentée, d'où un rendement plus élevé du cycle de travail de la vapeur.

4. Un pré-séchage des déchets humides avant leur combustion aura pour effet non seulement d'augmenter l'énergie calorifique pouvant être obtenue par unité de poids des déchets, mais encore d'élever le pourcentage de l'énergie calorifique pouvant être transformée en énergie mécanique.

5. On peut aussi utiliser le gaz de combustion à haute température pour procéder encore au séchage des déchets dont la majeure partie de l'humidité qu'ils renferment a été enlevée par le procédé de séchage cité ci-dessus. Après ce séchage, le rapport de l'air en excès pour la combustion des déchets sera encore réduit,

4.

et donc la température du gaz de combustion peut encore être augmentée. Par conséquent, la combustion du combustible dans les déchets deviendra plus complète . (Cela est différent du cas du courant de retour du gaz brûlé dans une chaudière classique, car celui-ci ne fera rien d'autre que réduire la température du gaz de combustion).

5

10

15

20

25

30

35

6. De plus, l'air qui a été pré-chauffé par le gaz brûlé peut encore être pré-chauffé pour être porté à une température encore plus élevée (c'est-à-dire au-delà du point d'allumage des déchets) par l'utilisation des cendres et du gaz de combustion à haute température de manière à grandement augmenter la température du gaz de combustion et faciliter la combustion plus complète du combustible dans les déchets.

7. En outre, avant le processus de séchage des déchets humides et froids, ceux-ci peuvent être pré-chauffés par le gaz brûlé rejeté dans la cheminée de sorte que la chaleur résiduelle du gaz brûlé peut encore être récupérée.

L'objet principal de la présente invention est un perfectionnement du procédé et du dispositif, dans lesquels les déchets humides sont séchés avant leur entrée dans l'incinérateur pour y être brûlés, par utilisation de la vapeur produite par l'énergie solaire et/ou de la vapeur venant du processus de séchage des déchets humides, laquelle est ensuite comprimée, comme sources de chaleur servant au séchage des déchets humides introduits ultérieurement dans l'incinérateur dans le but d'extraire la majeure partie de l'humidité que contiennent les déchets cités en dernier avant qu'ils soient brûlés. Ainsi, le rapport de transformation de l'énergie calorifique en énergie

5.

mécanique dans le traitement des déchets humides se trouvera grandement amélioré.

Un autre objet de la présente invention est une série de perfectionnements apportés aux étapes supplémentaires qui permettent d'augmenter encore la température du gaz de combustion et de faciliter la combustion complète du combustible dans les déchets, et aussi de réduire la perte de chaleur du gaz brûlé de façon à pouvoir utiliser l'énergie calorifique provenant de ces déchets, de la même manière que l'énergie calorifique pouvant être tirée des combustibles courants tels que le charbon ou le mazout, dans le but de transformer l'eau en vapeur surchauffée à haute pression et obtenir ainsi un rendement thermique plus élevé.

La présente invention sera bien comprise lors de la description suivante faite en liaison avec les dessins ci-joints dans lesquels :

La figure 1 est une représentation schématique du procédé de traitement de déchets dans un incinérateur courant utilisé au Japon;

La figure 2 est une représentation schématique du procédé de traitement de déchets adopté dans l'incinérateur comportant les étapes perfectionnées prévues dans la présente invention; et

La figure 3 est une représentation schématique de la construction d'un mode de réalisation de générateur à énergie solaire utilisé dans la présente invention.

La figure 1 représente le processus de traitement de déchets adopté dans un incinérateur qui est largement utilisé au Japon. Comme représenté, les déchets sont introduits dans un réceptacle 3 à partir d'un camion 2, puis acheminés jusqu'à une trémie 5 par une grue 4. La quantité de déchets introduite dans l'incinérateur est contrôlée par un contrôleur de chargement 6. L'air devant être utilisé pour soutenir la combustion des déchets est

6.

introduit de manière à passer dans un pré-chauffeur d'air 13 du type à vapeur par un ventilateur 12 et pré-chauffé à une température d'environ 200°C, puis traverse une grille 7 de manière à faciliter la combustion des déchets. La cendre
5 produite 8 tombe dans un réceptacle 10 en passant par un moyen de déchargement de cendre 9. Le gaz de combustion produit est transmis à une chaudière pour produire de la vapeur, et la vapeur est introduite dans une turbine à
10 gaz brûlé est déchargé dans l'atmosphère par une cheminée. On notera que ce système ne présente aucun traitement de pré-séchage des déchets.

La figure 2 représente le processus de traitement de déchets adopté dans l'incinérateur de la présente invention. Les déchets humides qui ont été soumis à un pré-
15 traitement tel qu'une séparation magnétique, un broyage et analogue, sont introduits dans un pré-chauffeur 101 de manière à être mélangées directement et suffisamment avec du gaz brûlé perdu qui est aspiré dans le pré-chauf-
20 feur 101 par un ventilateur 100. Les déchets pré-chauffés sont alors introduits dans un réceptacle 105, puis par un convoyeur à vis 106 dans un séchoir cylindrique 107 à agitation continue qui comporte une chemise de vapeur pour le chauffage des déchets. Dans le séchoir 107, les déchets
25 sont lentement agités par une pluralité de lames 108 en forme de rateau pendant leur chauffage; l'humidité que contiennent les déchets s'évapore pour donner de la vapeur qui entre dans un compresseur thermique 125 (ou dans un compresseur où elle est comprimée). Ensuite, la vapeur
30 est renvoyée au séchoir 107 pour servir de source de chaleur pour le séchage des déchets. L'énergie calorifique manquante pour le séchage est obtenue en extrayant de la vapeur d'un étage approprié d'une turbine à vapeur 142. Ayant abandonné son énergie calorifique dans le chauffage
35 des déchets, la vapeur se condense pour donner de l'eau

7.

qui s'échappe par un purgeur 114 pour entrer dans un réservoir d'eau chaude 119. Le gaz incondensable (par exemple l'air) à l'intérieur de la chemise 109 du séchoir est évacué par une soupape 112 de façon qu'une bonne conduction thermique puisse être maintenue à l'intérieur du séchoir.

La construction du séchoir 107 employé dans la présente invention est différente de celle d'un séchoir classique. La moitié inférieure du séchoir 107 est constituée de demi-cylindres sensiblement concentriques (un cylindre intérieur et un cylindre extérieur). Des conduites de vapeur sont montées à l'intérieur de la chemise de vapeur 109 formée entre les deux demi-cylindres. En outre, un milieu de transfert de chaleur ayant un point d'ébullition élevé remplit l'intérieur de la chemise 109 et l'extérieur des conduites de vapeur. Comme la vapeur comprimée pour le séchage des ordures est introduite par une tuyauterie de faible diamètre, la pression (ou la température) de la vapeur peut être portée à une valeur aussi élevée que possible sans crainte de faire éclater les conduites. L'énergie calorifique de la vapeur est conduite par l'intermédiaire du milieu de transfert de chaleur jusqu'aux déchets dans le cylindre intérieur. Comme le milieu de transfert de chaleur a un point d'ébullition élevé, la pression résultant de son chauffage par la vapeur sera assez basse et par conséquent les cylindres intérieur et extérieur du séchoir ne seront pas soumis aux effets d'une haute pression. Ainsi, la différence de température entre la vapeur utilisée comme source de chaleur pour le séchage des déchets et les déchets à sécher peut être augmentée dans une large mesure et l'aire de la surface de chauffage du séchoir peut être grandement diminuée de manière à réduire les coûts d'installation et les pertes de chaleur.

Le gaz incondensable, cité ci-dessus, entre alors dans un absorbeur 116 et la vapeur entraînée dans le gaz incondensable est absorbée par l'eau froide, de sorte

8.

que la chaleur latente que contient la vapeur peut être récupérée. D'autre part, l'eau chaude est introduite dans le réservoir 119 et y est recueillie, puis est envoyée dans un élément chauffant 148 pour le chauffage de l'eau froide d'alimentation de la chaudière. Ayant été séchés, les déchets sont alors acheminés par un convoyeur à vis 115, via un autre convoyeur enfermé et isolé 113, et envoyés à l'entrée 131 de l'incinérateur. L'entrée 131 sert seulement au chargement des ordures et doit être aussi étanche que possible de manière à éviter que de l'air froid n'entre dans l'incinérateur.

Un ventilateur 132 de gaz de combustion sert à aspirer le gaz de combustion à haute température de la chambre de combustion 136. Ce gaz de combustion est ainsi amené à s'élever du fond de la chambre de séchage jusqu'à son sommet, puis entre dans une chambre 135 de retour de gaz de combustion pour revenir à la chambre de combustion. Les déchets qui sont introduits dans l'incinérateur par l'entrée 131 tombent par gravité le long d'une multiplicité de plaques tampons inclinées 134 montées dans la chambre de séchage 133 et espacées les unes des autres dans le sens vertical, et viennent avec le gaz de combustion à haute température s'élevant à contre-courant dans la chambre de séchage 133. Par conséquent, l'humidité résiduelle des déchets est vaporisée, et les déchets deviennent une matière inflammable presque entièrement sèche qui tombe finalement sur une grille 137 de combustion du type mobile.

D'autre part, l'air devant être utilisé pour soutenir la combustion est introduit par un ventilateur 153 dans un pré-chauffeur 154 d'air pour gaz brûlé et y est pré-chauffé par le gaz brûlant sortant, puis cet air traverse une conduite 155 pour entrer dans un pré-chauffeur 156 d'air de cendre et est de nouveau pré-chauffé par la chaleur des cendres, puis traverse une conduite 154

9.

pour entrer dans un pré-chauffeur 159 d'air de gaz de combustion à haute température. Après chauffage par les trois pré-chauffeurs 154, 156 et 159, l'air a atteint une température supérieure au point d'allumage des déchets, généralement de l'ordre de 450°C, et entre dans la grille 137 pour brûler les déchets séchés.

Les déchets sont ainsi brûlés dans la chambre de combustion 136 et le gaz de combustion à haute température produit s'élève et traverse successivement un élément chauffant 140 de vapeur surchauffée à haute pression, un générateur 139 de vapeur à haute pression et un pré-chauffeur 138 d'eau d'alimentation, pour produire du gaz surchauffé à haute pression qui est envoyé via une conduite 141 dans une turbine à vapeur 142 pour y effectuer un travail par détente.

Après détente pour l'exécution de ce travail, la vapeur perdue est déchargée dans un condenseur 145 pour former un condensat qui est alors comprimé par une pompe haute pression 146, et traverse l'élément chauffant 148 pour entrer dans la chaudière à des fins de recyclage.

Ayant exécuté l'échange de chaleur, le gaz de combustion, dont la température a été réduite, devient un gaz brûlé et traverse le pré-chauffeur d'air 154 qui récupère la chaleur résiduelle du gaz. Alors, le gaz est introduit dans un pré-chauffeur 101 de déchets humides de manière à être en contact direct et suffisant avec les déchets humides et froids. Enfin, le gaz est rejeté dans l'atmosphère par la cheminée après avoir subi un traitement classique, tel qu'un recueil électrostatique des poussières, une absorption des gaz dangereux et analogues, ce traitement n'entrant pas dans le cadre de la présente invention et n'étant donc pas décrit en détail. Les cendres restant sur la grille sont recueillies au fond de l'incinérateur de manière à chauffer l'air traversant le pré-chauffeur 156 d'air avec leur chaleur résiduelle. Les cendres sont

10.

5 finalement déchargées par un convoyeur à vis 150 pour entrer dans un réceptacle 151 et sont évacuées par un orifice 152, le cas échéant. L'orifice 152 doit être fermé aussitôt après la fin de l'opération d'évacuation des cendres de manière à éviter l'entrée d'air froid et la réduction de la température à l'intérieur de l'incinérateur.

10 Comme décrit précédemment, pour améliorer encore les performances de l'incinérateur, on peut utiliser aussi l'énergie solaire comme source de chaleur pour la production de vapeur, et la vapeur ainsi produite est envoyée directement à la chemise 109 du séchoir 107 représenté en figure 2; la figure 3 représente la construction d'un mode de réalisation de générateur de vapeur par énergie solaire qui est utilisé dans la présente invention. Comme représenté, de l'eau est introduite par une pompe 50 dans un réservoir 51 dans lequel un contrôleur automatique de niveau 15 52 permet de maintenir le niveau d'eau à une valeur correcte (c'est-à-dire que ce niveau ne sera jamais si élevé qu'il se trouvera au-delà du niveau de la conduite de vapeur 55, ni si bas qu'il pourrait avoir un effet sur l'absorption de l'énergie calorifique). L'énergie solaire est focalisée par une lentille convexe sur des conduites en fer 53 ou sur des plaques en fer noires 56 absorbant la chaleur. Toute la surface extérieure du générateur de 25 vapeur est entourée de plaques d'isolation thermique 57 de manière à éviter que la chaleur absorbée ne se dissipe dans l'environnement. Comme on peut le voir dans cette figure, une partie (par exemple, la partie gauche), de chaque conduite en fer est légèrement surélevée de façon que 30 la vapeur produite par l'énergie solaire puisse s'élever immédiatement et être recueillie dans les conduites de vapeur 55, puis dirigée vers la chemise 109 du séchoir 107.

35 Les étapes du processus de séchage décrit ci-dessus où il y a utilisation de la vapeur provenant du séchage antérieur des déchets humides en soi, laquelle est

11.

ensuite pressurisée de la manière indiquée précédemment, comme source principale de chaleur sont les suivantes :

- 5 1. Les déchets humides sont introduits par le convoyeur à vis 106 pour entrer dans le séchoir 107, puis lentement agités par une pluralité de lames 108 en forme de rateau de façon à être chauffés de manière homogène. Par ailleurs, les déchets sont progressivement dirigés vers le convoyeur à vis 113 situé à
10 la sortie du séchoir (car le séchoir est légèrement incliné), puis introduits dans l'incinérateur par le convoyeur fermé et isolé 30.
- 15 2. La vapeur provenant du séchage des déchets humides dans le séchoir 107 est introduite depuis la sortie 110 du séchoir, après passage dans la conduite 111, dans un compresseur thermique 125, et est pressurisée dans ce compresseur en utilisant la vapeur haute pression comme gaz moteur. La vapeur ainsi produite est employée comme source de chaleur pour
20 le séchage des déchets dans le séchoir à agitation continue 107. L'énergie calorifique manquante dans le processus de chauffage est fournie en extrayant de la vapeur d'un étage approprié de la turbine à vapeur 142. La vapeur
25 sortant du compresseur 125 et la vapeur extraite sont combinées et envoyées à la chemise de vapeur 109 du séchoir 107. La vapeur qui a abandonné son énergie calorifique pour le séchage des déchets humides se transforme en
30 condensat, puis est déchargée par le purgeur 114 dans le réservoir d'eau chaude 119.

Naturellement, au stade initial de fonctionnement de l'incinérateur, les déchets seront envoyés dans
35 le pré-chauffeur 101, le réceptacle de déchets 105, le

12.

séchoir 107 et le convoyeur 130 pour entrer dans l'incinérateur, mais un fonctionnement normal du séchoir 107 ne peut être obtenu, tant que la vapeur n'est pas introduite dans la turbine 142. Cependant, si on utilise l'énergie solaire pour produire de la vapeur, et que cette dernière est envoyée directement dans le séchoir 107 par la conduite 55 de la manière décrite ci-dessus, le fonctionnement normal du séchoir 107 peut alors être démarré plus tôt.

3. La fréquence et la synchronisation de l'échappement du gaz incondensable, etc; doivent être contrôlées correctement de façon que, d'une part, la chaleur latente que contient le gaz d'échappement qui est évacuée par la soupape 112 puisse être récupérée complètement à l'absorbeur 116 et, d'autre part, la concentration de la vapeur dans la chemise puisse être maintenue aussi élevée que possible de manière à obtenir une bonne conduction de la chaleur à l'intérieur de celle-ci.

4. Le gaz incondensable cité ci-dessus qui entraîne la vapeur est évacué par la soupape 112 par une conduite dans l'absorbeur de vapeur 116 où la chaleur latente que contient la vapeur est absorbée par l'eau. L'eau qui a absorbé la chaleur latente de la vapeur et le condensat qui a été évacué par la purge 114 sont recueillis dans le réservoir d'eau chaude 119, puis introduits par pompage dans l'élément chauffant 148 pour procéder au chauffage de l'eau d'alimentation de la chaudière.

5. Les déchets qui ont été séchés dans le séchoir 107 sont introduits par le convoyeur fermé et isolé 130 dans l'incinérateur.

- 5 6. L'air devant être utilisé pour soutenir la combustion est envoyé par le ventilateur 153 dans le pré-chauffeur 154 d'air pour gaz brûlé, dans lequel sa température est portée à environ 200°C, température qui est approximativement la même que dans le cas de la température standard de l'incinérateur largement utilisé au Japon, puis est introduit dans la grille pour la combustion des déchets séchés.
- 10 7. Le gaz de combustion à haute température produit est utilisé pour le chauffage de la vapeur et de l'eau d'alimentation dans l'élément chauffant 140 de la vapeur surchauffée, le générateur de vapeur 139 et le pré-chauffeur 138
- 15 d'eau d'alimentation. La vapeur surchauffée haute pression ainsi produite est introduite dans la turbine à vapeur 142 pour y effectuer un travail par détente. Après détente, la vapeur perdue est déchargée dans le condenseur
- 20 145 pour former un condensat qui est alors récupéré comme eau d'alimentation de chaudière pour un nouvel emploi.
- 25 8. Le gaz brûlé est évacué par la cheminée dans l'atmosphère après avoir traversé le pré-chauffeur d'air 154. Les cendres résiduelles de la grille sont recueillies au fond de l'incinérateur, puis déchargées par un convoyeur à vis 150 dans le réceptacle 151 et évacuées par l'orifice 152, le cas échéant.
- 30 Cependant, dans le but d'augmenter l'énergie calorifique récupérée et d'élever la température du gaz de combustion, il y a plusieurs autres étapes, en dehors des huit étapes venant d'être décrites, que l'on peut adopter. Ces étapes supplémentaires qui ont de fait été mentionnées
- 35 ci-dessus sont résumées ci-après :

14.

(1) Une partie de l'humidité que contiennent les déchets peut être extraite en mettant en marche le ventilateur 132 (figure 2) pour que le gaz de combustion à haute température s'élève lentement à partir du fond de la chambre de séchage 133 et vienne en contact, à contre-courant, avec les déchets tombant vers le bas afin de les sécher.

(2) L'air qui a été pré-chauffé, au pré-chauffeur 154 de gaz brûlé, pour être porté à une température de 200°C peut encore être chauffé jusqu'à une température dépassant 450°C en mettant le ventilateur en marche 161 (figure 2) afin que le gaz de combustion à haute température s'élève vers le haut et traverse le pré-chauffeur 159 pour procéder au chauffage de l'air chaud se trouvant à l'intérieur de ce pré-chauffeur, air qui a été pré-chauffé par le gaz brûlé et/ou les cendres avant d'entrer dans le pré-chauffeur 159.

(3) Le gaz brûlé perdu, qui a une température d'environ 280°C avant de quitter l'incinérateur, peut encore être dirigé vers le pré-chauffeur de déchets 101 afin de chauffer les déchets humides et froids, qui n'ont pas été du tout séchés, par contact direct et suffisant avec ces déchets. Pendant ce processus de chauffage, les déchets et le gaz brûlé perdu se déplacent à contre-courant. Ensuite, le gaz brûlé est évacué par la cheminée à une température d'environ 80°C.

Les étapes supplémentaires citées ci-dessus peuvent être réalisées individuellement ou par combinaison de deux ou plus.

On procèdera maintenant, à une illustration du

15.

rendement thermique amélioré que permet la présente invention.

Il est bien connu que lors de la combustion de déchets, l'énergie calorifique produite qui peut être utilisée dans le cycle de la vapeur sera d'autant plus élevée que la vapeur calorifique inférieure (VCI) des déchets est plus grande, que la quantité de matière combustible restant imbrûlée est plus faible et que la perte de chaleur du gaz brûlé et des cendres est plus faible. Par ailleurs, plus la température du gaz de combustion est élevée, plus le rendement thermique du cycle de la vapeur concerné sera grand. Par exemple, dans une centrale thermique moderne qui utilise du fioul comme carburant et dont la température des gaz de combustion est d'environ 1550°C, le rendement thermique du cycle de la vapeur atteindra une valeur aussi élevée que 44,7 %. Par contraste, dans le cas de la combustion de déchets humides avec une température des gaz de combustion d'environ 850°C, le rendement thermique du cycle de la vapeur due à l'énergie calorifique de combustion ne sera que de quelque 20 %.

Si l'on prend comme exemple le traitement (par incinération) des déchets mélangés de la ville de Taipei, où l'on doit traiter quotidiennement un montant de 600 dollars de déchets mélangés (composition : combustible 29 %, humidité 56 %, et cendres 15 % en poids et VCI $\hat{=}$ 47 J/kg).

Le processus et le dispositif classiques d'incinération qui sont couramment utilisés au Japon ont été utilisés dans ce traitement et les résultats obtenus sont les suivants : la quantité du combustible restant imbrûlé est d'environ 7 %, le rapport de l'excès d'air est d'environ 2,0; la perte de la chaleur rayonnée à l'intérieur de l'incinérateur est de 2 %, la perte de chaleur du gaz brûlé par kg de déchets humides est d'environ 1,3 J (mais, le gaz brûlé quitte l'incinérateur à une

température de 280°C); la perte de chaleur des cendres par kg de déchets humides est d'environ 0,25 J (mais les cendres quittent l'incinérateur à une température de 200°C); l'énergie calorifique nette disponible par kg de déchets pour le cycle de génération de vapeur est d'environ 3 J; la température du gaz de combustion est d'environ 925°C, le rendement thermique pour le cycle de génération de vapeur est d'environ 22,5 %; l'énergie électrique pouvant être produite par un kg de déchets est d'environ 0,1940 KWH, et par conséquent, la puissance électrique globale pouvant être produite par l'incinérateur est de 4850 KW.

Par contraste, si le processus et le dispositif de la présente invention sont employés pour le traitement de la même quantité de déchets que dans le cas de l'incinérateur utilisé couramment au Japon (ce cas sera ultérieurement appelé cas classique) peut importe que les étapes supplémentaires soient adoptées simultanément ou non, l'énergie calorifique produite, la quantité de combustible restant imbrûlé, le rapport de l'air en excès, la perte de chaleur du gaz brûlé et la température du gaz de combustion seront, dans chaque cas, selon la présente invention différents de ceux du type classique.

En outre, comme l'énergie calorifique et l'énergie mécanique supplémentaires qui devaient être utilisées par suite de l'adoption des étapes supplémentaires citées ci-dessus sont également différentes du type classique, l'énergie calorifique nette pouvant être transformée en énergie mécanique (ou énergie électrique) selon la présente invention sera également différente de celle du type classique.

Le tableau 1 représente la comparaison de la puissance électrique pouvant être produite dans plusieurs cas selon la présente invention et dans le type classique.

TABLEAU I

Type de processus d'incinération	C	A	A+S ₁	A+S ₁ +S ₂	A+S ₁ +S ₂ +S ₃	B	B+S ₁	B+S ₁ +S ₂	B+S ₁ +S ₂ +S ₃
Puissance électrique produite (KW)	4850	8480	9300	10810	12070	10900	11860	13730	14990
Rapport de l'augmentation de la puissance élec- trique	1	1,75	1,92	2,23	2,49	2,25	2,45	2,83	3,09

La signification des symboles représentant les divers types de processus d'incinération du tableau I est la suivante :

C : type classique d'incinération dont il a été question précédemment

A : processus principal selon la présente invention, c'est-à-dire processus consistant à utiliser la vapeur provenant des déchets humides en soi, lorsque ces derniers sont séchés dans le séchoir à agitation continue 107 puis soumis à une compression thermique, comme source principale de chaleur pour le séchage des déchets humides.

La quantité d'humidité pouvant être extraite des déchets humides par l'utilisation de ce processus principal est de 0,21 kg par kg de déchets. Bien que la perte de chaleur de rayonnement, la température du gaz brûlé et la température à laquelle les cendres quittent l'incinérateur selon ce type A de type d'incinération soient identiques à celles du type C cité ci-dessus, la VCI du type A a été augmentée à 5 J. La fraction du combustible restant imbrûlé est réduite à 2,5 %. Le rapport de l'air en excès devient 1,7. La perte de chaleur du gaz brûlé devient 1 J. La perte de chaleur des cendres devient 0,25 J. L'énergie calorifique qui doit être fournie au séchoir 107 (rendement thermique = 75 %) est 0,5 J. Mais comme 0,13 J supplémentaire d'énergie calorifique doit être appliqué à l'incinérateur par les déchets par suite du processus de séchage de ces déchets dans le séchoir 107, l'énergie calorifique réelle pouvant être utilisée dans le cycle de production de vapeur sera de 3,6 J. La température du gaz de combustion est 1240°C, et le rendement thermique pour le même cycle de vapeur est d'environ 34 %. Par conséquent, l'énergie électrique pouvant être produite par kg de déchets humides sera 0,3519 KWH. Par conséquent, dans le cas d'un incinérateur dans lequel on traite quotidiennement 600 dollars

19.

de déchets, la puissance électrique produite sera d'environ 8800 KW et, après avoir soustrait de cette valeur une valeur de puissance de 320 KW pour l'agitation dans le séchoir 107, la puissance électrique nette produite deviendra 8480 KW.

5

B: Même processus que pour le type A, sauf toutefois que la vapeur produite par l'énergie solaire sert de source de chaleur pour le processus de séchage dans le séchoir 107. Par conséquent, le fonctionnement à l'intérieur de l'incinérateur est le même que pour le type A cité ci-dessus. Dans ce cas, il n'est plus nécessaire de fournir de l'énergie calorifique au séchoir. Au contraire, comme la vapeur s'échappant des déchets humides peut être utilisée pour le pré-chauffage de l'eau d'alimentation de la chaudière, l'énergie calorifique disponible peut être augmentée d'environ 0,5 J. Par conséquent, l'énergie électrique pouvant être produite par 1 kg de déchets humides deviendra 0,4487 KWH. Dans le cas d'un incinérateur dans lequel on traite quotidiennement 600 dollars de déchets, l'énergie électrique produite sera d'environ 11200 KW et, après avoir soustrait de cette valeur une valeur de puissance de 320 KW, pour l'agitation dans le séchoir 107, l'énergie électrique nette produite sera 10900 KW.

10

15

20

25

30

35

A+S₁ : Même processus que pour le type A, sauf toutefois que l'étape supplémentaire de séchage des déchets par le gaz de combustion à haute température est en outre adoptée de façon que la teneur en humidité d'un kg de déchets humides soit ramenée de la valeur d'origine de 0,56 kg à seulement 0,15 kg avant introduction des déchets dans la grille pour combustion. Dans ce cas, le combustible restant imbrûlé est réduit à 1,9 %, le rapport de l'air en excès à 1,5, la perte de chaleur du gaz brûlé à 1 J. Mais les autres conditions sont les mêmes que pour le type A. L'énergie calorifique

disponible pour le cycle de génération de vapeur devient 3,7 J. De plus, la température du gaz de combustion peut atteindre 1320°C, et le rendement thermique du cycle de vapeur devient 36 %. L'énergie électrique pouvant être produite par un kg de déchets humides devient 0,3847 KWH. Dans le cas d'un incinérateur dans lequel on traite quotidiennement 600 dollars de déchets, la puissance électrique produite sera d'environ 9620 KW et, après avoir soustrait de cette valeur une consommation de puissance électrique de 320 KW pour l'agitation dans le séchoir 107, la puissance électrique nette produite sera 9300 KW. (Remarque : la puissance électrique concernant le ventilateur 132 est négligeable).

15 $B+S_1$: Même processus que pour le type B, sauf toutefois qu'on adopte en outre l'étape supplémentaire de séchage des déchets par le gaz de combustion à haute température. Le fonctionnement à l'intérieur de l'incinérateur est le même que dans le type $A+S_1$. Dans ce cas, l'énergie calorifique disponible pour le cycle de génération de vapeur pouvant être produite par un kg de déchets humides est 4,7 J. Dans le cas d'un incinérateur dans lequel on traite quotidiennement 600 dollars de déchets, la puissance électrique nette produite sera 11860 KW.

25 $A+S_1+S_2$: Même processus que pour le type $A+S_1$, sauf toutefois qu'on adopte en outre l'étape supplémentaire de pré-chauffage, par utilisation du gaz de combustion à haute température, de l'air devant être utilisé pour soutenir la combustion des déchets pour porter sa température de 200°C à 450°C. Dans ce cas, le combustible restant imbrûlé sera réduit à environ zéro, alors que les autres conditions restent les mêmes que pour le type $A+S_1$. Dans cette situation, l'énergie calorifique disponible pour le cycle de

21.

génération de vapeur est 3,8 J, la température du gaz de combustion atteint 1455°C, et le rendement thermique pour le cycle de vapeur est environ 41 %. Dans le cas d'un incinérateur où l'on traite quoti-

5 diennement 600 dollars de déchets, l'énergie électrique productible est d'environ 1125 KW et après avoir soustrait de cette vapeur une consommation en puissance électrique de 320 KW pour l'agitation dans le séchoir 107 ainsi qu'une consommation en puissance

10 électrique de 120 KW pour l'étape supplémentaire de pré-chauffage de l'air par utilisation du gaz de combustion (y compris la puissance électrique de 100 KW nécessaire au ventilateur d'air et la puissance électrique de 20 KW nécessaire au ventilateur de gaz

15 de combustion), la puissance électrique nette pouvant être obtenue devient 10810 KW.

$B+S_1+S_2$: Même processus que pour le type $B+S_1$, sauf toutefois qu'on adopte l'étape supplémentaire de pré-chauffage, par l'utilisation de gaz de combustion à

20 haute température, de l'air devant être utilisé pour soutenir la combustion des déchets. Dans ce cas, le fonctionnement à l'intérieur de l'incinérateur est le même que pour le type $A+S_1+S_2$. Mais la vapeur produite par l'énergie solaire est utilisée comme

25 source de chaleur pour le séchoir. Dans cette situation, l'énergie calorifique disponible pour le cycle de génération de vapeur, qui est produite à partir d'un kg de déchets humides, est 4,8 J. Par conséquent, dans le cas d'un incinérateur dans lequel on

30 traite quotidiennement 600 dollars de déchets, la puissance électrique nette pouvant être obtenue devient 13730 KW.

$A+S_1+S_2+S_3$: Même processus que pour le type $A+S_1+S_2$, sauf toutefois qu'on adopte l'étape supplémentaire de

35 pré-chauffage des déchets humides et froids par

22.

5 utilisation du gaz brûlé. Le gaz brûlé donne son
énergie calorifique résiduelle aux déchets humi-
des et froids jusqu'à ce que sa température soit
tombée à une valeur inférieure à 80°C, puis les
déchets humides sont soumis à un traitement clas-
sique, tel que le recueil électrostatique des
poussières, l'absorption des gaz nocifs et analo-
gue, et finalement il y a évacuation dans l'atmos-
phère par passage dans la cheminée. Ainsi, une éner-
gie calorifique supplémentaire d'environ 0,5 J
10 peut être encore récupérée. Dans ce cas, l'énergie
calorifique disponible pour le cycle de génération
de vapeur devient 4,3 J. La puissance électrique
pouvant être produite est d'environ 12850 KW, et,
15 après avoir soustrait de cette valeur la consomma-
tion en énergie électrique de 320 KW pour l'agita-
tion dans le séchoir 107, et de 120 KW pour le
pré-chauffage de l'air par le gaz de combustion, et
de 340 KW pour le pré-chauffage des déchets humides
20 froids par le gaz brûlé perdu (y compris 160 KW
pour la commande du pré-chauffeur de déchets 101
du type rotatif et 180 KW pour le ventilateur
100), la puissance électrique nette pouvant être
obtenue est 1207 KW.

25 $B+S_1+S_2+S_3$: Même processus que pour le type $B+S_1+S_2$, sauf
toutefois qu'on adopte l'étape supplémentaire de
pré-chauffage des déchets humides et froids par
l'utilisation du gaz brûlé perdu. Dans ce cas,
l'énergie calorifique disponible pour le cycle de
30 production de vapeur devient 5,3 J, la puissance
électrique pouvant être produite est d'environ
15770 KW et, après avoir soustrait de cette valeur
la consommation totale en puissance électrique de
3,1 J pour les étapes supplémentaires, la puis-
sance électrique nette pouvant être obtenue est
35

de 14990 KW.

La présente invention n'est pas limitée aux
exemples de réalisation qui viennent d'être décrits, elle
est au contraire susceptible de modifications et de varian-
5 tes qui apparaîtront à l'homme de l'art.

REVENDEICATIONS

1 - Procédé perfectionné pour obtenir de l'énergie calorifique convertible en énergie mécanique dans un processus d'incinération de déchets humides dans un incinérateur, caractérisé en ce que les déchets humides, qui ont
5 été soumis à un pré-traitement tels qu'un broyage et une séparation magnétique sont introduits dans un séchoir (107) à agitation continue où ils sont agités et, par ailleurs, séchés par une source de chaleur avant leur introduction
10 dans un incinérateur (136) pour brûlage.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la source de chaleur est la vapeur qui s'évapore des déchets humides en soi lorsque ces derniers sont séchés dans le séchoir (107) à agitation continue laquelle est
15 ensuite soumise à une compression thermique (125) de la vapeur à haute pression provenant de la chaudière ou à une compression, et ensuite renvoyée au séchoir pour servir de source de chaleur pour le séchage des déchets humides.

3 - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les déchets sont pré-chauffés dans un pré-chauffeur (101) de déchets par du gaz brûlé avant d'être
20 introduits dans le séchoir à agitation continue (107) pour y être ensuite séchés.

4 - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les déchets sont séchés par le gaz de combustion à haute température après introduction dans l'incinérateur (136), et avant leur chute par gravité sur la grille (137) de l'incinérateur pour y être brûlés.
25

5 - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'air devant être utilisé pour soutenir la combustion des déchets est pré-chauffé (154) par le gaz de combustion à haute température à l'intérieur de l'incinérateur avant de venir en contact avec les déchets à brûler.
30

6 - Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que les déchets sont chauffés par le gaz de
35

combustion à haute température après leur introduction dans l'incinérateur (136) et avant leur chute par gravité sur la grille (137) de l'incinérateur pour y être brûlés.

5 7 - Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'air devant être utilisé pour soutenir la combustion des déchets est pré-chauffé (154) par le gaz de combustion à haute température à l'intérieur de l'incinérateur avant de venir en contact avec les déchets à brûler.

10 8 - Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'air devant être utilisé pour soutenir la combustion des déchets est pré-chauffé par le gaz de combustion à haute température à l'intérieur de l'incinérateur (154) avant de venir en contact avec les déchets à brûler.

15 9 - Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'air devant être utilisé pour soutenir la combustion des déchets est pré-chauffé par le gaz de combustion à haute température à l'intérieur de l'incinérateur (154) avant de venir en contact avec les déchets à
20 brûler.

10 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la source de chaleur est la vapeur qui provient d'un générateur de vapeur par énergie solaire (figure 3).

25 11 - Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que les déchets sont pré-chauffés dans un pré-chauffeur (101) de déchets par du gaz brûlé avant d'être introduits dans le séchoir (107) à agitation continue pour y être de nouveau séchés.

30 12 - Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que les déchets sont séchés par le gaz de combustion à haute température après introduction dans l'incinérateur (136) et avant leur chute par gravité sur la grille (137) de l'incinérateur pour y être brûlés.

35 13 - Procédé selon la revendication 10,

caractérisé en ce que l'air devant être utilisé pour soutenir la combustion des déchets est pré-chauffé par le gaz de combustion à haute température à l'intérieur de l'incinérateur avant de venir en contact avec les déchets à brûler.

5

14 - Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que les déchets sont chauffés par les gaz de combustion à haute température après introduction dans l'incinérateur et avant chute par gravité sur la grille de l'incinérateur par combustion.

10

15 - Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'air devant être utilisé pour soutenir la combustion des déchets est pré-chauffé par le gaz de combustion à haute température à l'intérieur de l'incinérateur avant d'être en contact avec des déchets à brûler.

15

16 - Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'air devant être utilisé pour soutenir la combustion des déchets est pré-chauffé par le gaz de combustion à haute température à l'intérieur de l'incinérateur avant de venir en contact avec les déchets à brûler.

20

17 - Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que l'air devant être utilisé pour soutenir la combustion des déchets est pré-chauffé par le gaz de combustion à haute température à l'intérieur de l'incinérateur avant de venir en contact avec les déchets à brûler.

25

18 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la source de chaleur est la vapeur qui est extraite d'un étage approprié d'une turbine à vapeur (142).

30

19 - Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce que les déchets sont pré-chauffés dans un pré-chauffeur (101) de déchets par du gaz brûlé avant d'être introduits dans le séchoir (107) à agitation continue pour y être de nouveau séchés.

35

20 - Procédé selon la revendication 18,

27.

caractérisé en ce que les déchets sont chauffés par le gaz de combustion à haute température après leur introduction dans l'incinérateur (136) et avant leur chute par gravité sur la grille (137) de l'incinérateur pour combustion.

5 21 - Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'air devant être utilisé pour soutenir la combustion des déchets est pré-chauffé par le gaz de combustion à haute température à l'intérieur de l'incinérateur avant de venir en contact avec les déchets à brûler.

10 22 - Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que les déchets sont chauffés par le gaz de combustion à haute température après leur introduction dans l'incinérateur (136) et avant leur chute par gravité sur la grille (137) de l'incinérateur pour combustion.

15 23 - Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que l'air devant être utilisé pour soutenir la combustion des déchets est pré-chauffé par le gaz de combustion à haute température à l'intérieur de l'incinérateur avant de venir en contact avec les déchets à brûler.

20 24 - Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que l'air devant être utilisé pour soutenir la combustion des déchets est pré-chauffé par le gaz de combustion à haute température à l'intérieur de l'incinérateur avant de venir en contact avec les déchets à brûler.

25 25 - Procédé selon la revendication 22, caractérisé en ce que l'air devant être utilisé pour soutenir la combustion des déchets est pré-chauffé par le gaz de combustion à haute température à l'intérieur de l'incinérateur avant de venir en contact avec les déchets à brûler.

30 26 - Dispositif perfectionné pour obtenir de l'énergie calorifique convertible en énergie mécanique à partir d'un processus d'incinération de déchets humides dans un incinérateur (137) caractérisé en ce qu'il comprend les moyens suivants :

35 A. un moyen (107) de séchage de déchets

comportant :

- 5 (a) un pré-chauffeur (101) de déchets, qui est monté en amont de l'entrée de l'incinérateur (137) pour mélanger directement le gaz brûlé aux déchets humides de façon que ces derniers puissent être pré-chauffés par le gaz;
- 10 (b) un premier convoyeur à vis (106) qui est monté en aval du pré-chauffeur de déchets;
- 15 (c) un séchoir (107) à agitation continue monté en aval du convoyeur à vis, comprenant une chemise (109) de vapeur pour chauffage et des lames (108) pour agitation, et dans lequel de la vapeur, obtenue par un premier chauffage des déchets contenant de l'humidité, puis par compression thermique de la vapeur s'évaporant des déchets, est renvoyée au séchoir pour servir de source principale de chaleur, et de la vapeur provenant
- 20 d'un générateur à énergie solaire (figure 3), et/ou d'une turbine à vapeur (142) est également utilisée comme source de chaleur pour le séchoir;
- 25 (d) un second convoyeur à vis (113), qui est monté en aval du séchoir à agitation continue;
- 30 (e) un convoyeur (130) fermé et isolé monté entre le second convoyeur à vis et l'entrée (131) de déchets de l'incinérateur;
- 35 (f) une chambre de séchage (133) dans laquelle une multiplicité de plaques (134) sont montées entre l'entrée (131) de déchets de l'incinérateur et une grille (137) dans la chambre de combustion, les déchets se déplaçant vers le bas sous l'effet de la

29.

gravité à travers la chambre de séchage étant séchés par le gaz de combustion à haute température qui est amené à s'élever par un ventilateur (161) de gaz de combustion;

5

B. un moyen d'alimentation en air, comportant :

(a) un ventilateur (153);

10

(b) un premier pré-chauffeur d'air (154) dans lequel du gaz brûlé est utilisé pour le pré-chauffage de l'air;

(c) un second pré-chauffeur d'air (156) dans lequel la chaleur résiduelle de la cendre est utilisée pour le pré-chauffage de l'air; et

15

(d) un troisième pré-chauffeur d'air (159) dans lequel le gaz de combustion à haute température est utilisé pour le pré-chauffage de l'air;

20

C. un moyen de fourniture d'énergie calorifique pour le séchoir à agitation continue, comportant :

25

(a) un moyen de pressurisation (125) qui est employé pour pressuriser la vapeur qui s'évapore des déchets contenant de l'humidité pendant leur chauffage par utilisation de la vapeur introduite à partir du générateur de vapeur;

30

(b) un moyen d'alimentation, qui est utilisé pour fournir la vapeur pressurisée citée ci-dessus (125), et/ou la vapeur produite dans le générateur de vapeur à énergie solaire (figure 3), et/ou la vapeur extraite d'une turbine à vapeur (142) pour être introduite dans le séchoir à agitation continue.

35

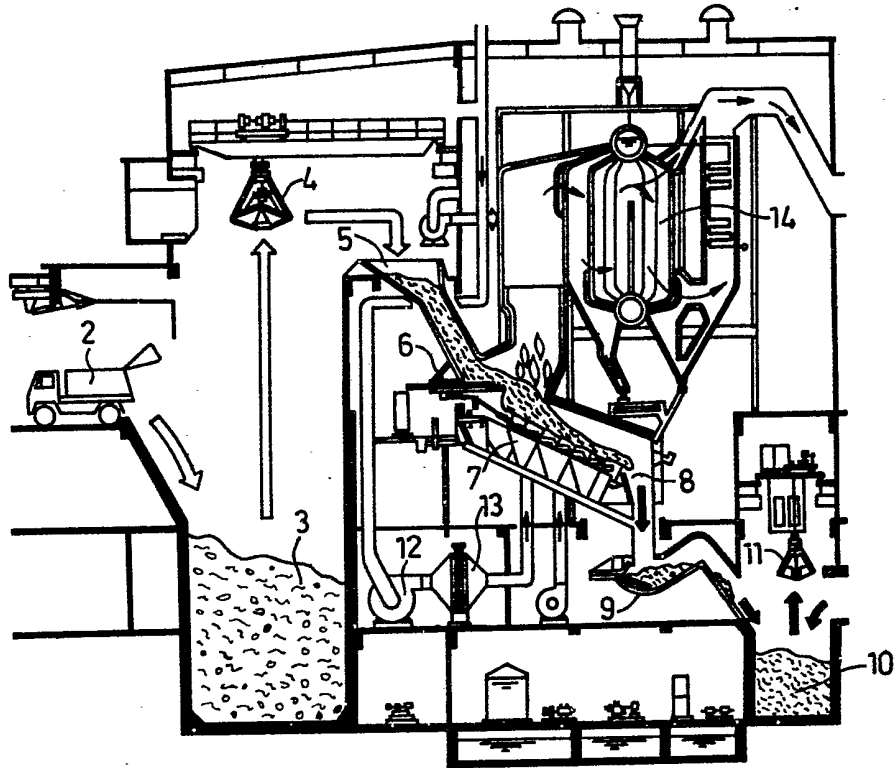


Fig. 1

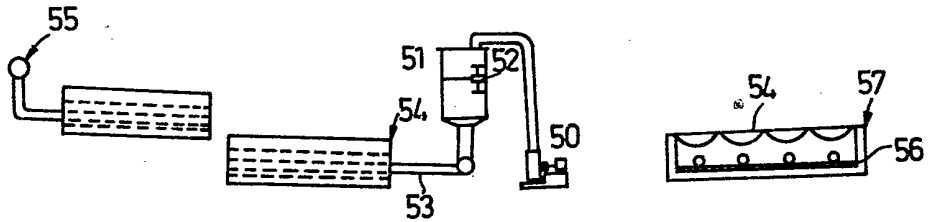


Fig. 3

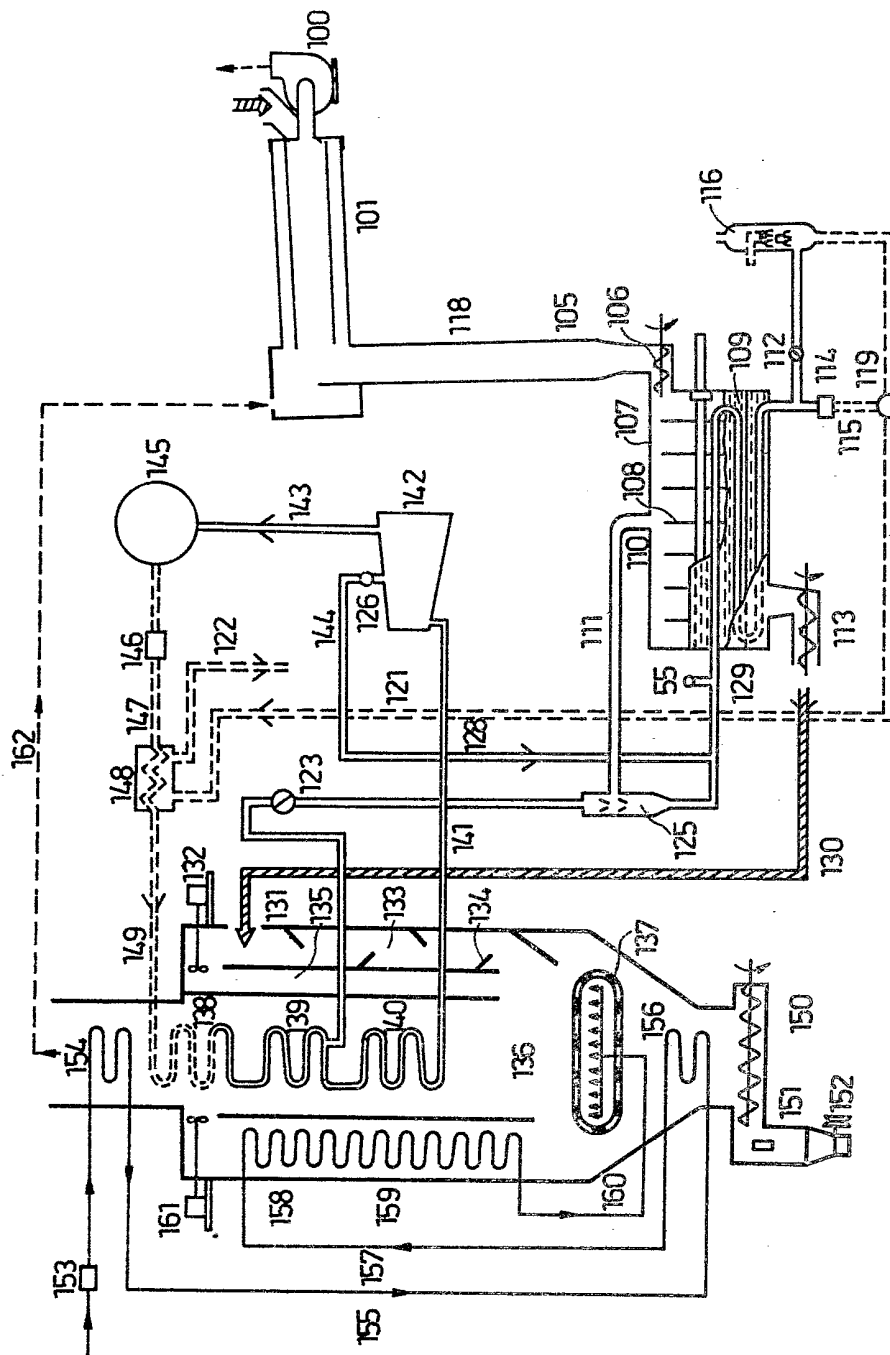


Fig. 2