



CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Int. Cl.³: C 10 B 47/20

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein



FASCICULE DU BREVET A5

(11)

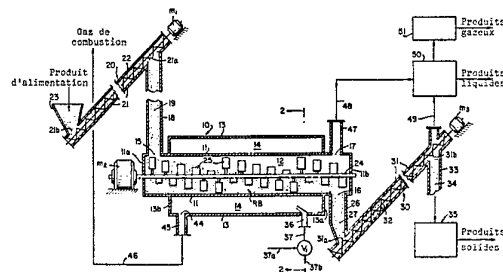
634 097

<p>(21) Numéro de la demande: 9314/78</p> <p>(22) Date de dépôt: 05.09.1978</p> <p>(30) Priorité(s): 06.09.1977 US 830753</p> <p>(24) Brevet délivré le: 14.01.1983</p> <p>(45) Fascicule du brevet publié le: 14.01.1983</p>	<p>(73) Titulaire(s): Energy Recovery Research Group, Inc., Portland/OR (US)</p> <p>(72) Inventeur(s): Franz Rotter, Portland/OR (US)</p> <p>(74) Mandataire: A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG, Patentanwälte, Basel</p>
---	--

(54) Procédé et appareil pour le traitement d'un produit carbonisable solide broyé.

(57) On décrit un procédé et un appareillage pour le traitement d'un produit carbonisable solide broyé pour former des gaz combustibles des hydrocarbures gazeux et un résidu solide dans lequel ledit produit carbonisable solide broyé est introduit et passe sous forme d'un lit à travers une zone de réaction horizontale allongée à l'abri des gaz contenant de l'oxygène et le produit est carbonisé et les produits gazeux et solides de carbonisation sont soutirés de la zone de réaction.

Selon ce procédé on agite ledit lit de produit broyé pendant son passage dans ladite zone de réaction et on introduit un mélange de combustion d'un gaz contenant de l'oxygène et d'un combustible dans une zone de chauffage entourant ladite zone de réaction de manière à faire passer ledit mélange de combustion en spirale à travers ladite zone de chauffage généralement à contre-courant par rapport audit produit carbonisable solide broyé passant à travers ladite zone de réaction, pour carboniser ledit produit carbonisable broyé.



REVENDICATIONS

1. Procédé pour traiter un produit carbonisable solide broyé pour former des gaz combustibles, des hydrocarbures gazeux et un résidu solide dans lequel ledit produit carbonisable solide broyé est introduit et passe sous la forme d'un lit à travers une zone de réaction horizontale allongée à l'abri des gaz contenant de l'oxygène et le produit est carbonisé et les produits gazeux et solides de carbonisation sont soutirés de la zone de réaction, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'on agite ledit lit de produit broyé pendant son passage dans ladite zone de réaction et on introduit un mélange de combustion d'un gaz contenant de l'oxygène et d'un combustible dans une zone de chauffage entourant ladite zone de réaction de manière à faire passer ledit mélange de combustion en spirale à travers ladite zone de chauffage à contre-courant par rapport audit produit carbonisable solide broyé à travers ladite zone de réaction, pour carboniser ledit produit carbonisable broyé.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits gaz de combustion sont soutirés de ladite zone de chauffage en un point situé au-dessous du plan horizontal passant par l'axe de ladite zone de chauffage.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits gaz de combustion sont soutirés de ladite zone de chauffage en un point voisin du point d'introduction dudit produit carbonisable solide broyé.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite zone de réaction est maintenue à une température de 400 à 900°C.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit produit carbonisable broyé solide est choisi parmi les ordures solides municipales broyées, les copeaux de bois, la sciure de bois et autres particules de bois, le charbon et les pneumatiques déchiquetés.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit produit carbonisable broyé solide comprend des copeaux de bois, de la sciure de bois et autres particules de bois et on fait passer ledit produit carbonisable broyé solide à travers ladite zone de réaction en 2 à 5 min.

7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit produit carbonisable broyé solide comprend des ordures municipales broyées et on le fait passer à travers ladite zone de réaction en 4 à 10 min.

8. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit produit carbonisable broyé solide consiste en pneumatiques déchiquetés et on le fait passer à travers ladite zone de réaction en 8 à 16 min.

9. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit produit carbonisable broyé solide consiste en particules de charbon broyé et on le fait passer à travers ladite zone de réaction en 12 à 20 min.

10. Appareil pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1, comprenant un récipient allongé sensiblement horizontal ayant des parois terminales, des conduites d'entrée et de sortie du solide et une conduite de sortie du gaz, formant ainsi une zone de réaction, et dans lequel une enveloppe est disposée autour dudit récipient et comporte des parois terminales formant ainsi une zone de chauffage avec ledit récipient, ladite enveloppe ayant une conduite de sortie de gaz de combustion et ledit appareil comprenant des moyens de combustion pour introduire dans ladite zone de chauffage un mélange d'un gaz contenant de l'oxygène et d'un combustible et le brûler dans ladite zone de combustion, ledit appareil étant caractérisé en ce que lesdits moyens de combustion sont disposés de manière à faire circuler le mélange de combustion en spirale à travers ladite zone de chauffage autour de ladite zone de réaction vers la conduite de sortie de gaz de ladite enveloppe, à contre-courant dudit lit mobile agité dudit produit carbonisable broyé.

11. Appareil selon la revendication 10, caractérisé en ce que ladite conduite de gaz de combustion de ladite enveloppe est disposée en un point inférieur au plan horizontal passant par l'axe de ladite enveloppe.

12. Appareil selon la revendication 10, caractérisé en ce que lesdits moyens de combustion comprennent un ensemble de brûleurs monté sur ladite enveloppe à un angle aigu par rapport à un plan vertical perpendiculaire à l'axe de ladite enveloppe.

13. Appareil selon la revendication 12, caractérisé en ce que ledit ensemble de brûleurs comprend au moins un brûleur brûlant en direction d'au moins deux autres brûleurs pour assurer un mélange intense des gaz résultants.

14. Appareil selon la revendication 12, caractérisé en outre en ce qu'il comprend un dispositif pour agiter ledit produit carbonisable solide broyé, ledit dispositif comprenant un arbre entraîné par un moteur et sur lequel est disposée une série de palettes.

15. Appareil selon la revendication 14, caractérisé en ce que lesdites palettes sont disposées sous la forme d'une hélice brisée.

La présente invention concerne un procédé pour traiter un produit carbonisable solide broyé pour former des gaz combustibles, des hydrocarbures gazeux et un résidu solide dans lequel ledit produit carbonisable solide broyé est introduit et passe sous la forme d'un lit à travers une zone de réaction horizontale allongée à l'abri des gaz contenant de l'oxygène et le produit est carbonisé et les produits gazeux et solides de carbonisation sont soutirés de la zone de réaction. L'invention concerne, de plus, un appareil pour la mise en œuvre de ce procédé.

Un procédé par voie thermique pour traiter les déchets solides, carboniser le charbon et les résidus de bois, qui est en train de gagner un intérêt accru est le procédé de décomposition de la matière solide par pyrolyse, c'est-à-dire la décomposition chimique d'un produit par l'action de la chaleur en l'absence d'oxygène. Comme la pyrolyse s'effectue dans une atmosphère sensiblement exempte d'oxygène, le produit ne brûle pas, mais se décompose en produits comprenant de la vapeur, des gaz, des liquides, des goudrons et des résidus solides comprenant du coke, un produit de carbonisation et des produits non carbonisables.

Les réacteurs de pyrolyse existant à l'heure actuelle ont tendance à être de grandes dimensions pour traiter de grands volumes de déchets et fonctionner pour le traitement des produits en discontinu, ou à posséder des mécanismes compliqués pour rendre le réacteur étanche pendant son fonctionnement afin d'empêcher l'échappement de gaz du réacteur et/ou l'entrée dans le réacteur de gaz contenant de l'oxygène, ce qui contribue à un investissement initial et un coût de fonctionnement élevés.

Le procédé et l'appareil qui font l'objet de la présente invention sont définis dans les revendications 1 et 10.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit en référence aux dessins annexés dans lesquels:

- la fig. 1 est une vue partiellement schématique avec coupe en élévation d'un appareil de pyrolyse pour le traitement de produits carbonisables solides selon l'invention,
- la fig. 2 est une vue en coupe suivant le plan 2-2 de la fig. 1, et
- la fig. 3 est une représentation graphique de la relation entre la densité apparente du produit carbonisable solide déchiqueté, broyé ou particulaire et la durée du traitement.

Selon une estimation de 1973 par l'Agence américaine de protection de l'environnement, les ordures solides ménagères et industrielles comprennent de manière caractéristique: 71,1% de déchets non alimentaires (papier 38,9%, verre 10,3%, métaux 9,9%, matières plastiques 4,1%, caoutchouc et cuir 2,7%, textiles 1,6% et bois 3,6%), 13,3% de déchets alimentaires et 15,6% de terre et de déchets inorganiques divers. Environ 70 à 80% en poids des déchets urbains sont combustibles avec des valeurs indiquées de capacité calorifique variant de 2490 à 3600 kcal/kg. Lorsqu'on a sensiblement éliminé les métaux et le verre par des techniques connues, la densité apparente (broyage à une dimension de 2,54 cm ou moins) est de

l'ordre de 192,5 à 385,0 kg/m³. Les résidus de bois ont tels quels une capacité calorifique de 2220 à 4160 kcal/kg (4606 pour le produit sec) et sont convertibles par pyrolyse en gaz et huiles ayant une capacité calorifique encore plus élevée. La densité apparente est de l'ordre de 96,3 à 192,6 kg/m³. Les déchets de pneumatiques (hachés ou déchiquetés) ont des valeurs de capacité calorifique de l'ordre de 7760 à 8320 kcal/kg avec une densité apparente de 418 à 610 kg/m³. Le charbon, comme produit solide potentiel pour la conversion pyrolytique, possède des capacités calorifiques de l'ordre de 6380 à 7930 kcal/kg. On indique ordinairement que le charbon a une densité apparente moyenne d'environ 674 kg/m³ avec une gamme de 640 à 770 kg/m³.

Les fig. 1 et 2 illustrent un système de réaction de pyrolyse préféré et l'appareil associé d'alimentation en produits solides et de déchargement. Le système de pyrolyse 10 comprend un réacteur de pyrolyse 11 de forme cylindrique allongée ayant des parois terminales 11a et 11b définissant une zone de pyrolyse 12. Un récipient ou chemise 13 ayant des parois terminales 13a et 13b qui définissent avec le réacteur 11 une zone chauffante 14 annulaire entourent le récipient 11 sur la majeure partie de sa longueur. Le réacteur 11 comporte, au voisinage de sa paroi terminale 11a, une tubulure 15 d'introduction du produit d'alimentation. Au voisinage de la paroi 11b du récipient 11 se trouvent une tubulure de sortie 16 du résidu solide et une tubulure de sortie 17 des gaz et des vapeurs. Les récipients 11 et 13 sont construits en alliage ou acier au nickel résistant aux températures élevées ou en autres matériaux convenables capables de supporter la pyrolyse à haute température et ils sont supportés par une structure appropriée (non représentée). Les surfaces externes sont enfermées dans un matériau thermiquement isolant et une structure appropriés (non représentés).

La tubulure 18 d'introduction du produit d'alimentation communiquant avec la zone de réaction 12 est sensiblement verticale et d'une longueur suffisante pour que le produit solide d'alimentation forme une colonne 19 de produit tassé par gravité rendant la tubulure 15 étanche aux gaz contenant de l'oxygène. Il peut être souhaitable d'incorporer un mécanisme rotatif connu d'étanchéité à l'air près de l'extrémité supérieure de la conduite 18 pour éliminer l'entrée du gaz contenant de l'oxygène lorsque la densité apparente est extrêmement faible, parce que le tassement par gravité peut ne pas convenir pour rendre étanche la zone 12.

Un système 20 de stockage et de transport du produit d'alimentation est prévu pour apporter le produit solide à la conduite 18 d'introduction du produit. Ce système 20 comprend une enveloppe 21 comportant une vis d'Archimède de construction courante. L'enveloppe 21 comprend un orifice de sortie 21a des produits en communication avec la conduite 18, le produit d'alimentation étant déchargé par l'orifice 21a dans la conduite 18 pour former la colonne de produit 19. L'enveloppe 21 du convoyeur comporte un orifice 21b de réception du produit en communication avec une trémie 23 de stockage du produit, le produit d'alimentation stocké étant introduit par gravité dans l'enveloppe 11. Selon la demande, la vis d'Archimède 22 est entraînée par le moteur M₁ commandé par un dispositif palpeur non représenté pour maintenir une colonne 19 pleine.

L'arbre rotatif 24 s'étendant partiellement à travers la zone 12 est muni de joints étanches aux gaz et de préférence monté dans des paliers à auto-alignement. L'arbre 24 comporte de préférence sur toute sa longueur plusieurs palettes 25 disposées de manière à former une hélice brisée. Les palettes 25 ont de préférence une longueur telle qu'il y ait relativement peu d'intervalle entre elles et la surface interne du récipient 11. L'espacement et la forme des palettes 25 sont tels que, par rotation de l'arbre 24, toute la surface interne du réacteur 11 est exposée à l'action des palettes 25 pour le transport et l'agitation continue du produit sous la forme d'un lit réactionnel (LR) d'épaisseur décroissante de l'entrée vers la sortie de la zone 12. L'arbre 24 est entraîné par un moteur M₂ à vitesse variable commandé en rapport avec le débit désiré du produit. Les produits solides sont chauffés à des températures de pyrolyse par l'énergie de rayonnement thermique par-dessus la surface supérieure du lit LR et par énergie

thermique de conduction à travers la paroi du réacteur 11 sous la surface du lit. Le résidu carboné solide formé pendant la pyrolyse est soutiré par l'orifice de sortie 16 à travers une conduite 26 de résidu solide et forme une colonne 27 tassée par gravité contribuant à l'étanchéité de la zone 11 aux gaz contenant de l'oxygène.

Le système 30 de transport et stockage du résidu solide reçoit le résidu carbonisé solide de la conduite 26 et comprend une enveloppe allongée 31 contenant une vis d'Archimède 32 de construction courante et comporte un orifice 31a d'entrée du résidu solide en communication avec la conduite 26. La vis d'Archimède 32 entraînée par le moteur M₃ transporte le résidu solide de la conduite 26 par l'orifice 31a vers l'orifice de sortie 31b d'où ce résidu solide passe vers le bas, par gravité, dans la conduite de solide 33 sous la forme d'une colonne tassée 34 dans un système 35 de récupération du solide (représenté schématiquement à la fig. 1). La colonne tassée 34 assure efficacement l'étanchéité de la zone de réaction 12 aux gaz contenant de l'oxygène.

La zone de réaction 12 est chauffée par la combustion d'un combustible dans la zone annulaire 14 de chauffage. Pendant le démarrage, on amène la zone 12 aux températures de pyrolyse en brûlant un combustible dans la zone de chauffage 14 à partir d'une source extérieure. Ainsi donc, un brûleur de démarrage, par exemple 36, est alimenté avec un mélange air-combustible par la conduite 37 réglée par une vanne V₁ de mélange et de réglage qui reçoit le combustible et l'air par les conduites 37a et 37b respectivement. Au début de la conversion du produit avec production de gaz combustibles, on peut utiliser tout ou partie de ces gaz combustibles comme combustible pour maintenir la pyrolyse. Plusieurs brûleurs 38, 39 et 40 sont disposés pour chauffer la zone 14 et allumer les mélanges air-combustible à travers les conduites 41, 42 et 43 réglées par des vannes de mélange et de réglage V₂, V₃ et V₄ respectivement, dont chacune reçoit le combustible et l'air par les conduites 41a, 42a et 43a et 41b, 42b et 43b, respectivement.

Dans une disposition préférée du brûleur (fig. 2), les brûleurs 38 et 39 sont disposés d'un côté du récipient 13 et le troisième brûleur 40 du côté opposé au voisinage de l'orifice de sortie 16 pour projeter des mélanges air-combustible vers la portion inférieure de la zone 14 dans une direction tangentielle et vers l'orifice 15 d'entrée du produit. Le mélange se déplace sur une trajectoire annulaire du brûleur 40 vers les mélanges sortant des brûleurs 38 et 39, qui sont mélangés énergiquement et se déplacent ensemble sur une trajectoire annulaire en un milieu chauffant en mouvement en spirale vers l'orifice d'entrée 15, commandé par la disposition des brûleurs. Il est entendu que le nombre et la disposition particuliers des brûleurs peuvent être modifiés en fonction des variations de volume et de dimensions de la zone 14 et des besoins thermiques. Les points importants sont l'action de mélange intense du combustible et des courants de combustion air-combustible et le développement d'un milieu chauffant à haute température se déplaçant en spirale.

Un orifice de sortie 44 des gaz de combustion pour la zone 14 élimine les gaz complètement brûlés par la conduite 45 et la conduite de décharge dans l'atmosphère ou dans un appareil approprié de contrôle de la pollution de l'air (non représenté), si nécessaire. Ainsi donc, le milieu chauffant se déplace dans une direction en spirale à contre-courant de la direction de mouvement du lit de réaction. Normalement, les gaz de combustion chauds sont soutirés des portions supérieures de la zone chauffante; cependant, on a trouvé que, en plaçant l'orifice 44 de sortie en un point inférieur au plan horizontal passant par l'axe du récipient 13 (de préférence au voisinage de l'orifice d'entrée du produit), les gaz ne polluent pas l'atmosphère, avec tout au plus un traitement simplifié.

Les gaz et les liquides vaporisés, y compris la vapeur d'eau, produits pendant la pyrolyse quittent le réacteur 11 par l'orifice de sortie 17 et sont soutirés par la conduite 47 et la conduite 48 sous une légère dépression pour éviter l'introduction de gaz contenant de l'oxygène. Les gaz ou vapeurs résiduels, le cas échéant, entraînés avec le résidu solide, peuvent être séparés par application d'une dépression sur la conduite 49. Les gaz ou vapeurs des conduits 48 et 49 passent

ensuite dans un système 50 de récupération gaz-liquide pour la séparation en produits liquides (une large gamme d'hydrocarbures liquides) et gazeux (par exemple CO, H₂, CH₄, etc.) que l'on peut faire passer à l'installation de stockage 51.

Le produit carbonisable solide à traiter est amené à une dimension réduite par n'importe quelle technique bien connue de réduction en particules pour amener le produit en morceaux, de préférence de 2,54 cm ou moins. On peut utiliser des morceaux plus gros jusqu'à 10 cm, pourvu qu'ils soient capables de bien s'écouler dans les réservoirs de stockage de produits, etc. On sépare les morceaux de métal et de verre des ordures municipales broyées par des techniques bien connues de séparation avant le traitement. Le séchage et l'aération peuvent être nécessaires pour une partie du refus.

Comme décrit précédemment, le mélange gaz-vapeur comprend des gaz combustibles intéressants, des huiles condensables, de la vapeur d'eau et des particules carbonées solides entraînées. L'huile comprend un mélange complexe d'hydrocarbures aliphatiques, oléfiniques et aromatiques. Dans le système de récupération gaz-liquide, une ou plusieurs fractions d'huiles lourdes, moyennes et légères sont condensées et recueillies pour l'utilisation et/ou un traitement ultérieur par des procédés bien connus.

Le produit se déplace sous la forme d'un lit de réaction LR d'épaisseur décroissante où s'établissent effectivement trois zones de traitement comprenant généralement: une zone de préchauffage du produit dans laquelle le lit est relativement épais (près de l'orifice d'entrée 15); une zone de pyrolyse principale le long de la section moyenne de la zone 12, dans laquelle le lit est chauffé à des températures maximales de pyrolyse; une zone de réaction finale dans laquelle le produit résiduel carbonisé est légèrement agité et entraîné vers l'orifice de sortie 16. Dans la zone de réaction finale se produit la carbonisation à peu près complète du produit d'alimentation à la température de réaction finale (de dimension considérablement réduite par des réactions de pyrolyse ou de distillation destructrice se produisant dans la zone de réaction). De plus, le volume efficace de transport du produit dans la zone de réaction est d'environ la moitié du volume réel de cette zone. Le temps de passage dans le réacteur ou le débit du produit pour la pyrolyse sont établis par chaque produit carbonisable en fonction de sa densité apparente. Les conditions spécifiques de température de pyrolyse (dans la gamme générale de températures préférées) établies dans la zone de réaction 12 par la chaleur produite dans la zone de chauffage 14 (annulaire) qui l'entoure dictent principalement la quantité, la distribution et la nature des produits gazeux et des hydrocarbures liquides et la quantité et la nature du résidu carboné.

La pyrolyse nécessite une température dans la gamme de 400 à 900°C dans la zone 12 et par conséquent une température de chauffage des gaz de 750 à 1000°C avec le chauffage le plus fort de préférence vers la section moyenne de la zone 14. En utilisant des produits de pyrolyse de gaz combustibles propres et en effectuant une combustion pratiquement complète, on peut décharger directement dans l'atmosphère le gaz quittant le système sous la forme d'un courant gaz-vapeur non polluant.

La fig. 3 est une représentation graphique de la relation qui était découverte entre la densité apparente du produit solide carbonisable broyé et la durée de traitement. La fig. 3 illustre la zone de fonctionnement pour les produits carbonisables sur le graphique de la densité apparente en fonction du temps. Ainsi, par exemple, les déchets de pneumatiques déchiquetés ayant une densité apparente de 416 à 609 kg/m³ nécessitent une durée de traitement (ou durée de passage dans le réacteur) de 8 à 16 min dans la gamme préférée de températures de pyrolyse. Pour pyrolyser 18,15 t, par période de 8 h, de déchets de pneumatiques ayant une densité apparente moyenne de 512 kg/m³ avec une durée moyenne de traitement de 12 min, la zone de pyrolyse selon l'invention doit avoir un volume réel d'environ 1,76 m³ et un volume efficace d'environ 0,88 m³. Le récipient de réaction définissant la zone de réaction réelle ci-dessus, pour une longueur efficace d'environ 4,56 m, doit donc avoir un diamètre intérieur d'environ 0,70 m. Le même récipient de réaction utilisé pour

traiter des ordures municipales broyées ayant une densité apparente de 256 kg/m³ et une durée de traitement de 6 min consommerait de manière analogue environ 18,5 t par jour de 8 h.

Les exemples suivants illustrent l'invention sans toutefois en limiter la portée.

Exemple 1

Des pneumatiques généralement représentatifs de pneumatiques de véhicules de transport de passagers et ayant un poids moyen de 11,34 kg sont déchiquetés en petits morceaux d'une dimension maximale d'environ 2,54 cm (mélange normal de pneumatiques à armature en biais, à ceinture en biais et à ceinture radiale contenant des cordes ou bandes en acier) et introduits dans une zone de réaction.

La zone de pyrolyse (définie par un récipient de réaction cylindrique en acier inoxydable) a une longueur efficace de 3,05 m et un diamètre intérieur de 48 cm. Le volume réel calculé de la zone de réaction (compte tenu du volume de déplacement des produits dans l'appareil comprenant un arbre et des palettes) est de 0,483 m³ avec un volume efficace (volume occupé par le produit d'alimentation en lit mobile d'épaisseur décroissante de l'orifice d'entrée à l'orifice de sortie) de 0,244 m³. Selon l'invention, on introduit en continu 621 kg de pneumatiques déchiquetés dans la zone de réaction et on pyrolyse à 875°C en gaz combustibles, hydrocarbures liquides et résidu solide en 1 h. Le produit d'alimentation (ayant une densité apparente d'environ 11,34 kg/m³) a une durée moyenne de séjour de 11,2 min.

On recueille les produits de réaction suivants:

Hydrocarbures liquides	40,7% en poids
Charbon et autres résidus non ferreux	24,7% en poids
Gaz combustibles	30,9% en poids
Déchets d'acier	2,2% en poids
Produits non identifiés	1,5% en poids
	<hr/>
	100,0% en poids

Les gaz combustibles ont un volume de déplacement de 2000 m³ avec une capacité calorifique d'environ 756 kcal/m³. Les huiles moyennes représentent environ 70% des hydrocarbures liquides. On renvoie environ 40% du mélange gazeux produit comme seul combustible pour la pyrolyse.

Exemple 2

On introduit du charbon ayant une densité de 672 kg/m³ dans la zone de réaction à une température de pyrolyse d'environ 600°C pour sa transformation en gaz combustibles, hydrocarbures liquides et coke de haute qualité avec une durée de passage d'environ 15 min.

On obtient les produits suivants:

Goudron et huiles lourdes	16,0% en poids
Huiles légères	1,5% en poids
Coke	67,5% en poids
Gaz combustibles	5,0% en poids
Eau	10,0% en poids
	<hr/>
	100,0% en poids

Les 45,4 kg de gaz combustibles ont un volume de déplacement calculé d'environ 538 m³ et une capacité calorifique d'environ 800 kcal/m³.

La durée de passage des produits carbonisables solides dans la zone de réaction est étroitement liée à la densité apparente de ces produits dans leur forme broyée ou particulaire avec des températures de traitement déterminant la distribution relative et la nature du produit final. Ainsi donc, la pyrolyse de pneumatiques déchiquetés à environ 500°C (limite inférieure de la gamme de températures de traitement) donne principalement des hydrocarbures liquides et du charbon et des quantités limitées d'hydrocarbures gazeux. A la limite supérieure de la gamme de températures, il y a augmentation de la

teneur en charbon et du débit de gaz, mais diminution de la teneur en hydrocarbures liquides.

La pression dans la zone de réaction est généralement maintenue proche de la pression ambiante avec application constante d'une dépression dans la conduite de sortie du mélange gaz-vapeur pour retirer le courant de gaz et de vapeur de la zone de réaction.

Le procédé et l'appareil selon l'invention conduisent à un système pour récupérer les ressources intéressantes en énergie des produits carbonisables solides, ayant les caractéristiques souhaitables suivantes :

1. le système est de fonctionnement continu;
2. la vitesse spatiale ou vitesse dans le réacteur des produits carbonisables solides entrant et traversant la zone de pyrolyse est élevée;
3. les capitaux investis nécessaires pour la construction et l'installation de l'appareil sont faibles et l'appareil possède un facteur de temps de fonctionnement élevé avec de faibles coûts de fonctionnement;

4. le système est thermiquement autosuffisant, c'est-à-dire que la totalité de la chaleur et de l'énergie (autre que le combustible de démarrage) peut être produite dans le système;

5. le système est d'une grande souplesse et peut accepter et pyrolyser une large variété de produits carbonisables solides ayant une gamme raisonnables de dimensions des morceaux;

6. le système, comprenant l'appareil de pyrolyse et le produit d'alimentation associé et les dispositifs de manipulations du produit, est mécaniquement simple et d'un fonctionnement facile;

10 7. l'appareil de pyrolyse fonctionne comme un système fermé à basse pression exempt d'oxygène qui, avec son système de chauffage à combustible gazeux, n'est pas polluant pour l'environnement.

Il est entendu que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation préférés décrits ci-dessus à titre d'illustration et que l'homme de l'art peut y apporter diverses modifications et divers changements sans toutefois s'écarter du cadre et de l'esprit de l'invention.

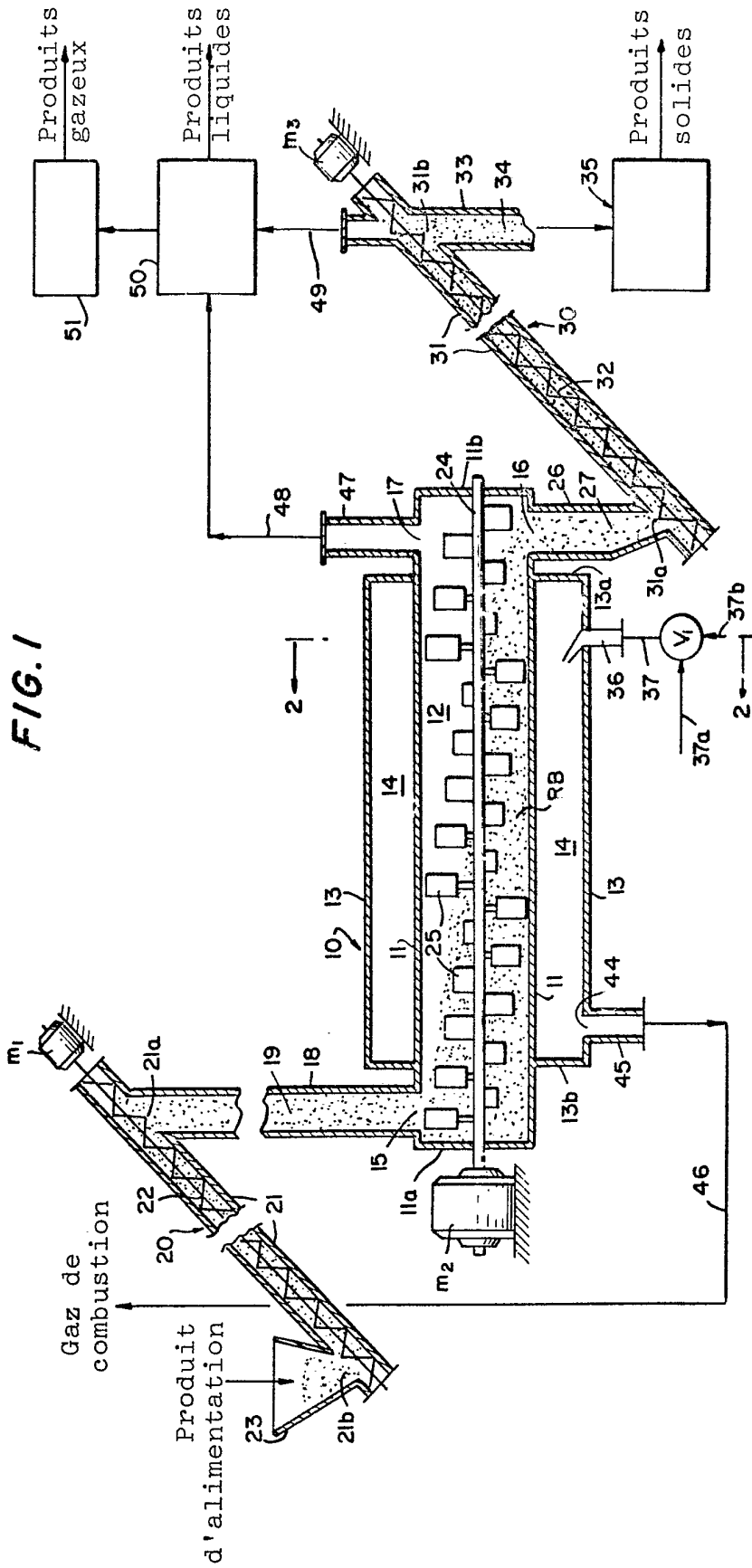


FIG. 2

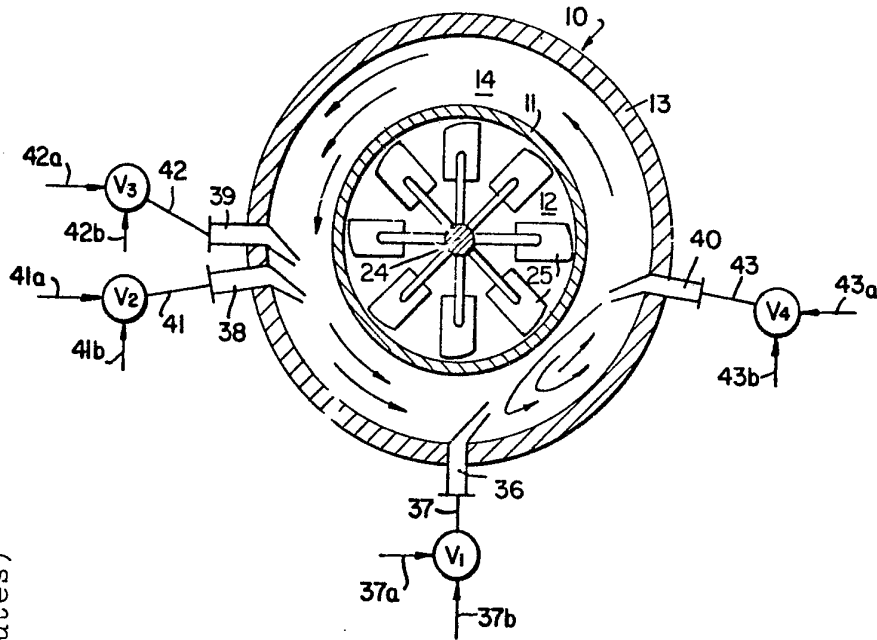
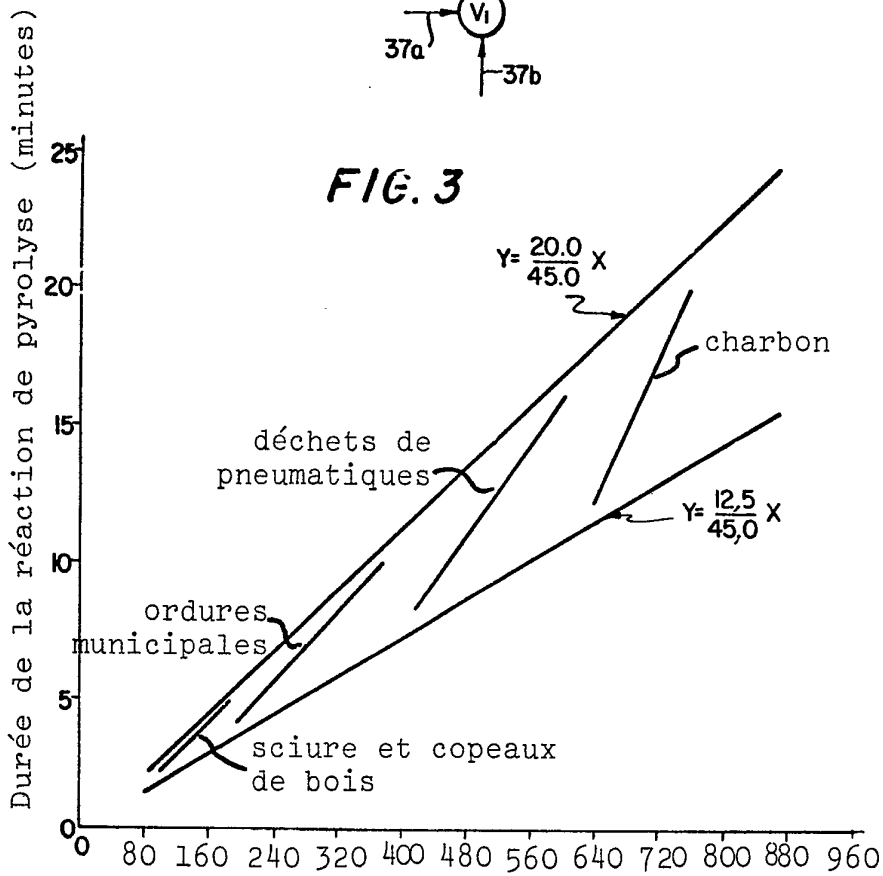


FIG. 3



Densité apparente du produit carbonisable (kg/m³)