

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: **87870042.6**

51 Int. Cl.4: **C 10 J 3/26**

22 Date de dépôt: **01.04.87**

30 Priorité: **01.04.86 FR 8604599**

43 Date de publication de la demande:
07.10.87 Bulletin 87/41

84 Etats contractants désignés:
AT BE DE GB IT LU NL SE

71 Demandeur: **DISTRIGAZ Société anonyme dite:**
31, avenue des Arts
B-1040 Bruxelles (BE)

72 Inventeur: **Ribesse, Jacques**
Avenue J.F. Leemans, 70
B-1160 Bruxelles (BE)

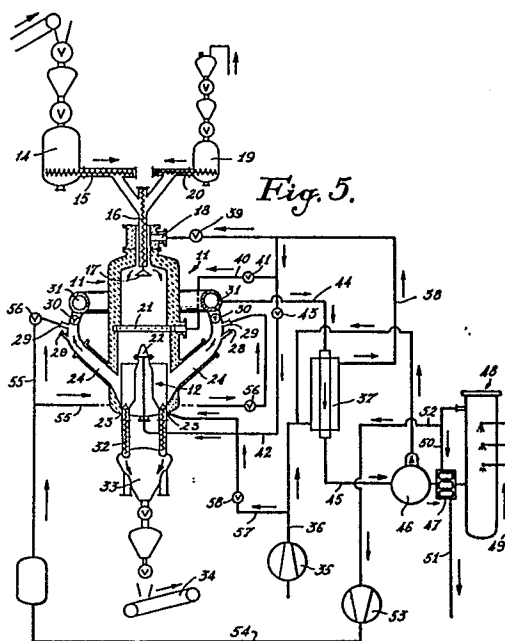
74 Mandataire: **Plucker, Guy et al**
OFFICE KIRKPATRICK 4 Square de Meeûs
B-1040 Bruxelles (BE)

54 **Procédé et appareil de gazéification de charbon en cocourant.**

57 L'invention concerne la gazéification du charbon en cocourant et un gazogène.

Le gazogène (11) comprend une cuve étanche verticale dont le tiers inférieur est divisé en plusieurs compartiments (12) verticaux identiques. Le charbon est chargé au sommet (17). Le gaz réactif chaud, sous pression, est introduit en majeure partie au sommet (18), le reste à des niveaux inférieurs (21, 22). A tour de rôle, on arrête l'évacuation de gaz (24) d'un compartiment (12), on souffle du gaz produit pour décolmater les filtres (25, 26) et détasser les cendres, on extrait les cendres du fond (23) et on souffle du gaz réactif froid en contre-courant pour achever la combustion et refroidir les cendres.

Ce gazogène permet l'utilisation de charbon tout venant et ne nécessite pas de purification en aval.



Description

Procédé et appareil de gazéification de charbon en cocourant.

La présente invention concerne un procédé et appareil de gazéification de charbon par alimentation du charbon et du gaz réactif au sommet d'un réacteur, les flux gazeux et solides se déplaçant vers le bas en cocourant dans la plus grande partie du réacteur, et achèvement de la réaction par introduction d'une quantité de gaz réactif à contre-courant à la base du réacteur. La réaction a lieu en lit fixe, sous pression et à cendres non fondues.

Par charbon, on entend dans le présent mémoire descriptif toute matière carbonée d'une large gamme de granulométries, sans avoir recours en amont à une préparation du charbon tel que concassage, broyage, criblage, etc. D'autre part, le charbon peut avoir une composition quelconque sans avoir recours en aval à un équipement d'épuration ou de récupération des sous-produits (composés sulfurés, goudrons, phénols, hydrocarbures liquides). Le procédé de l'invention permettant l'élimination ou la transformation de toutes les quantités nuisibles des sous-produits "in situ" au cours de la gazéification.

Par "lit fixe", on entend dans le présent mémoire descriptif un lit non turbulent qui ne subit qu'un mouvement descendant lent dû à l'effet de la gravité.

La plupart des procédés de gazéification de charbon à lit fixe, fonctionnant industriellement, à basse ou à haute pression, sont des systèmes à contre-courant.

Un bon exemple représentatif est le procédé LURGI, dont le gazogène est représenté à la Fig. 1. Dans le procédé LURGI, on introduit le charbon calibré à faible pouvoir agglutinant au sommet du réacteur, d'où il se dirige en lit fixe vers le bas sous l'effet de la gravité et on extrait les cendres à la base. On introduit la vapeur d'eau et l'oxygène à la base du réacteur et on les laisse monter à contre-courant et on évacue les gaz produits du sommet du réacteur.

Ce procédé à contre-courant a l'avantage de fournir une assez bonne récupération de la chaleur des gaz issus de la réaction par cession d'une partie de la chaleur aux masses fraîches enfournées. De plus, grâce à la circulation à contre-courant du gaz oxydant frais, la réaction est quasi complète. Il y a donc un minimum de perte de matière active dans les cendres.

Par contre, étant donné que le foyer de réaction se trouve en bas du réacteur et que la température diminue au fur et à mesure qu'on monte dans le réacteur à la rencontre du charbon frais, on arrive à une zone où la température avoisine les 500°C et où l'élévation lente de la température favorise la formation d'une phase liquide qui cause l'agglutination des particules de charbon empêchant une descente régulière des cendres. Pour éviter cette agglutination, le procédé LURGI nécessite, en amont, le choix de charbon à faible pouvoir agglutinant. De plus, à l'intérieur même du gazogène, LURGI a dû prévoir un bras mélangeur, qui doit brasser le lit fixe de charbon.

Si le calibre du charbon est inégal, on assiste à

une distribution irrégulière des gaz, d'où nécessité de choix d'un charbon calibré (par exemple) ayant une granulométrie entre 10 et 30 mm) et d'une installation de criblage et d'évacuation des fines en amont.

Le foyer de réaction, se trouve en bas du réacteur. Afin d'éviter que la température y monte trop haut, il faut refroidir la grille de distribution du gaz oxydant par l'emploi d'un excédent important de vapeur, ce qui résulte en un effet négatif sur le bilan énergétique et économique.

Le gradient de température en diminution dans le réacteur fait que les sous-produits se dégagent graduellement et se mélangent au gaz produit et ainsi on peut trouver 70 à 95% du soufre contenu dans le charbon sous forme de composés gazeux sulfurés dans le gaz évacué au sommet du réacteur. Ce gaz nécessite donc en aval une installation d'épuration qui doit non seulement débarrasser le gaz produit des composés du soufre, mais également d'autres produits non gazeux gênants, tels que goudrons, fractions d'hydrocarbures liquides, ammoniac, etc.

Le brevet US 3.920.417 décrit un gazogène où le charbon et du gaz réactif descendent en cocourant dans la partie inférieure du réacteur. Par contre, la partie supérieure du réacteur consiste en une zone de préchauffage du charbon à contre-courant, avec un foyer très vif à la base de cette zone et une température qui va en diminuant à la rencontre du charbon frais, qui, lui, est introduit tout au sommet du réacteur. On rencontre donc dans cette zone tous les inconvénients du procédé à contre-courant, c'est-à-dire l'agglutination et la formation de goudrons et de gaz sulfurés. En outre, ce procédé est limité à la mise en oeuvre de charbon non agglutinant, d'un calibre bien déterminé, et les goudrons et autres liquides non désirables sont réinjectés dans le réacteur au moyen d'un injecteur à vapeur, liant ainsi les quantités de vapeur à celles du goudron formé.

Le foyer de combustion dans le gazogène de ce brevet dégage une très haute température (environ 1800°C). En effet, on désire y obtenir des cendres en fusion. Mais, étant donné l'introduction de vapeur en aval de celle du gaz oxydant et la réaction endothermique qui s'ensuit, il y a tout lieu de craindre que les cendres liquides engendrées en amont soient refroidies, provoquant inévitablement la solidification des cendres, la formation de mâche-fers de grande dimension et le blocage du réacteur. D'ailleurs, les chicanes de briques servant de filtres pour les cendres liquides en cours de solidification seront vite colmatées et le gaz ne pourra pas trouver un passage homogène à travers le réacteur vers son point d'évacuation. Enfin, le gazogène ne comportant pas de sas, il ne peut pas fonctionner sous pression.

Le brevet allemand 54.995 décrit un gazogène à lit fixe où le charbon ainsi que la majeure partie de gaz réactif sont introduits par le sommet ouvert du

gazogène et descendent en cocourant dans celui-ci. Pour éviter l'agglutination, des quantités complémentaires d'air, de vapeur et de charbon sont injectées à d'autres niveaux inférieurs. Les gaz produits sont extraits à l'aide d'un extracteur d'aspiration des gaz et donc à dépression. Ce gazogène muni de portes à glissière, d'une garde d'eau et de trous d'attisoir pour écarter les mâche-fers bloqués ne peut fonctionner sous pression. Ce brevet décrit la possibilité de chauffer l'air au moyen de vapeur surchauffée, mais le risque d'agglutination implique que la température du gaz reste inférieure à 500° C. Ce gazogène ne fournit donc pas de moyens évitant le collage de mâche-fers et l'agglutination du charbon. D'autre part, le procédé de ce brevet, qui ne prévoit pas une phase finale de réaction à contre-courant, évacue avec les cendres des quantités résiduelles de carbone, qui représentent une perte ou nécessitent un recyclage.

Le brevet français 783.087 décrit un gazogène à bois pour véhicules à moteur OTTO. La combustion y a lieu à lit fixe et à cocourant. Le foyer est divisé en plusieurs compartiments pour une meilleure distribution des buses d'injection d'air et un ameublement du lit incandescent. Outre le compartimentage du foyer, la description de ce brevet insiste sur le compartimentage de la partie supérieure du gazogène en plusieurs chambres (revendication 10), l'une au-dessus de l'autre dont au moins une comporte une zone de dessiccation et une zone de distillation. La zone de distillation dégage des goudrons et autres produits liquides indésirables qui doivent être recyclés pour en assurer l'élimination qui reste partielle, ce qui constitue un inconvénient majeur. De plus, le procédé du brevet français ne peut fonctionner qu'à très faible pression (1,5 bar), ne comporte pas de sas, ne prévoit pas de dispositif d'extraction des cendres en continu et doit donc être arrêté régulièrement pour évacuer les cendres et être nettoyé avant la mise en place d'une nouvelle charge. Conçu pour l'utilisation de bois, si on devait remplacer le bois par du charbon, l'agglutination de celui-ci, dans la zone de dessiccation, serait inévitable, car rien n'est prévu pour l'empêcher.

Le brevet allemand 1.048.658 décrit six réacteurs opérant à cocourant, à cendres sèches et utilisant du charbon à granulométrie fine. Dans chaque réacteur, le charbon est fluidisé tour à tour par soufflage à contre-courant, à travers le lit incandescent, dans le but d'engendrer un tri des particules par gravité, afin de diriger les cendres vers le bas. Ce soufflage est précédé et suivi d'un soufflage de vapeur d'eau au-dessus du lit pour éliminer l'oxygène et éviter la formation de mélanges explosifs. Ce soufflage-ci effectué dans tous les gazogènes simultanément.

Le brevet américain US 1.505.065 décrit une gazéification de charbon gras en vue d'une production d'un gaz à pouvoir calorifique bas, riche en hydrogène et aussi pauvre qu'il est possible en monoxyde de carbone. Le gazogène comprend deux zones : une zone de carbonisation supérieure et une zone de production inférieure. Dans la zone de carbonisation, le charbon est chargé au sommet et s'écoule vers le bas. Le gaz réactif (air + excès de

vapeur d'eau) est introduit principalement entre les deux zones, de sorte qu'il produit un foyer incandescent au milieu du gazogène et que le gaz réactif monte partiellement en contre-courant dans la zone de carbonisation, réchauffant graduellement le lit fixe de charbon au-dessus et qu'une autre partie de ce gaz descend en cocourant avec le charbon incandescent. Dans cette zone inférieure de production, on prévoit l'injection de quantités supplémentaires de gaz réactif. Etant donné que ce procédé comporte une zone supérieure d'échauffement progressif, il ne convient pas aux charbons agglutinants. Il ne peut fonctionner sous pression étant donné l'évacuation latérale des cendres et poussières. Il ne peut empêcher l'entraînement de cendres dans les gaz vers les empilements qui se boucheront rapidement; leur nettoyage est difficile.

La demande de brevet européen 0089329 décrit un procédé de gazéification du charbon sous pression, mais il comporte deux réacteurs qui fonctionnent alternativement en s'inversant. Ce procédé a plusieurs inconvénients. Possédant deux réacteurs et de nombreuses vannes, il est beaucoup plus coûteux à mettre en oeuvre et délicat à exploiter. Fonctionnant à inversion, il nécessite un balayage de vapeur après chaque cycle, soit toutes les 2 à 4 minutes, afin de séparer les gaz réactifs, soit air ou oxygène et vapeur et les gaz de réaction combustibles en purgeant l'installation. L'inversion cyclique et les fluctuations permanentes des températures rendent les réfractaires fragiles, ce qui nécessite leur remplacement plus fréquemment. Enfin, la récupération de la chaleur contenue dans les gaz produits est ici obligatoire, ce qui ne permet pas l'utilisation directe des gaz chauds à la sortie du gazogène, comme par exemple en synthèse ou en production de gaz réducteur en sidérurgie, sans utiliser un réchauffeur indépendant et coûteux.

Afin de remédier à tous les inconvénients de ces procédés connus, les demandeurs ont mis au point un procédé de gazéification de charbon, à lit fixe, par réaction avec un gaz réactif sous pression, dans lequel on charge le charbon dans une zone supérieure de chargement d'un gazogène vertical à un point près de son sommet d'où il s'écoule vers le bas sous l'effet de la gravité, caractérisé en ce qu'on le soumet, dès l'introduction dans le gazogène, à un choc thermique en le faisant réagir avec des gaz réactifs, à une température largement supérieure à la température d'agglutination du charbon et proche de la température de fusion des cendres et sous une pression d'au moins 2 bars (0,2 MPa), lesdits gaz réactifs étant introduits dans le gazogène en majeure partie à un premier niveau proche du point d'introduction du charbon et complémentirement à au moins un niveau inférieur audit premier niveau, les gaz se dirigeant vers le bas en cocourant avec le charbon, une certaine quantité de gaz réactif froid étant introduite dans la zone d'évacuation à la base du gazogène, au point d'extraction des cendres, d'où cette quantité se dirige vers le haut à contre-courant pour achever la gazéification du carbone résiduel et refroidir les cendres, et en ce que le gaz produit par la gazéification est évacué, après filtration, de la zone d'évacuation à un niveau

supérieur au point d'extraction des cendres.

Selon une forme préférentielle de mise en oeuvre du procédé de l'invention, la zone d'évacuation est compartimentée dans le sens de l'écoulement du lit en au moins trois compartiments égaux et le débit d'évacuation du gaz produit est contrôlé de manière à être identique dans tous les compartiments sauf un, à tour de rôle, où l'on arrête l'évacuation de gaz. En effet, on arrête à tour de rôle, dans un compartiment après l'autre, l'évacuation de gaz produit, et on y souffle brièvement et vigoureusement, en sens inverse de l'évacuation, du gaz produit froid et/ou de la vapeur pour nettoyer le filtre et détasser les cendres en amont du filtre dans ledit compartiment. Pendant l'arrêt d'évacuation de gaz, on évacue du fond du compartiment concerné, une quantité déterminée de cendres, identique pour tous les compartiments, et en même temps, on souffle du gaz réactif frais dans l'orifice d'extraction des cendres pour achever la gazéification du carbone résiduel et refroidir les cendres.

Après avoir fait transiter le charbon, tel que défini plus haut, dans un sas étanche, on le charge dans une zone de chargement située près du sommet d'un gazogène vertical. On distribue le charbon uniformément sur le lit fixe et on le laisse s'écouler vers le bas sous l'effet de la gravité.

Si le charbon contient une quantité notable de produits sulfurés, on le mélange avec une matière calcaire ou magnésique, soit avant l'introduction dans le sas du charbon, soit via un sas séparé avant la dispersion du charbon.

Selon le type de gaz que l'on souhaite obtenir en fin de gazéification, le gaz réactif est de l'air ou de l'oxygène et de la vapeur pour la production de gaz combustible, de l'hydrogène et de l'oxygène pour la production de gaz riche, du gaz de haut fourneau et de l'oxygène pour la production de gaz réducteur, ou d'autres gaz oxydants.

Ces gaz réactifs sont mis sous pression. En effet, le procédé de gazéification sous pression présente plusieurs avantages sur la gazéification à la pression atmosphérique ou à pression réduite. Etant donné que la quantité des gaz produits est nettement plus élevée que la quantité des gaz réactifs introduits, une mise sous pression des gaz introduits représente une économie par rapport à la mise sous pression des gaz produits plus volumineux. D'ailleurs, cette dernière mise sous pression est nécessaire pour transporter les gaz dans la tuyauterie vers leur destination. En outre, le transport de gaz sous pression nécessite une tuyauterie moins coûteuse et de diamètre d'autant plus petit que la pression est plus élevée. Enfin, la gazéification sous pression nécessite un volume de gazogène nettement plus petit que la gazéification à la pression atmosphérique, d'où un gain considérable en investissement. Pour ces raisons, les gaz réactifs sont mis sous une pression d'au moins 2 bars, jusqu'à, par exemple, 40 bars, avant leur introduction dans le gazogène.

Ils sont portés à haute température par récupération de chaleur, par exemple entre 600 et 1200°C. On introduit la partie la plus importante de ces gaz (par exemple 50 à 75%) dans la zone de chargement du gazogène à un niveau proche du point de

chargement et de distribution du charbon, de préférence à un niveau supérieur à celui-ci.

De ce fait, le charbon, dès son introduction dans le gazogène, est soumis à un choc thermique, les fines particules s'enflamment spontanément et les morceaux plus gros éclatent par décrépitation en multiples particules plus petites, dégageant ainsi les matières volatiles, et les résidus de distillation, tels que goudrons et phénols, se décomposent sous l'effet de la température et sont récupérés sous forme de gaz utile.

Les gaz formés descendent en cocourant dans le lit de matières solides. Etant donné ce flux en cocourant, le risque d'une réaction inachevée existe. C'est pourquoi on introduit une ou des quantités complémentaires des gaz réactifs à au moins un autre niveau inférieur à la zone de chargement. Par exemple, on introduit une deuxième quantité des gaz réactifs, 10 à 30%, à un deuxième point d'injection, par exemple périphérique, et encore 0 à 20% à un troisième point d'injection, qui peut être central.

Grâce aux injections secondaires et tertiaires, etc., la réaction de gazéification se poursuit avec efficacité dans toute la hauteur de la masse solide et la température du milieu réactionnel est maintenu à un niveau élevé et contrôlé.

Le choc thermique de la première injection et la poursuite de la réaction par les autres injections désagrègent le charbon sans l'agglutiner, quelle que soit sa composition.

Comme cité plus haut, la forme préférentielle d'exécution du procédé de l'invention prévoit le compartimentage, dans le sens de l'écoulement du lit, de la zone d'évacuation en au moins trois compartiments de dimensions identiques, de préférence quatre à huit compartiments, par exemple six compartiments égaux.

Chaque compartiment est pourvu d'un orifice d'évacuation du gaz produit et d'un orifice d'évacuation des cendres. Le débit de ces évacuations est contrôlé. Le débit d'évacuation du gaz est contrôlé de manière à être identique pour tous les compartiments, à l'exception d'un parmi eux, où l'on arrête périodiquement l'évacuation de gaz. En effet, on arrête, à tour de rôle, dans un compartiment après l'autre l'évacuation de gaz produit. Pendant qu'on arrête l'évacuation du gaz du compartiment concerné, on y souffle brièvement et sous pression un coup de gaz produit froid et/ou de la vapeur en sens inverse au sens de l'évacuation normale. Ce coup de souffle sert à nettoyer et décolmater le ou les filtres et à détasser les cendres au-delà du filtre dans le compartiment au repos.

Après soufflage du gaz, on procède à l'évacuation d'une quantité bien déterminée des cendres. Cette quantité sera la même pour tous les compartiments mis au repos à tour de rôle.

La répartition de la matière du lit descendant en compartiments égaux ainsi que le double contrôle du débit d'évacuation de gaz et des cendres assurent une descente régulière en tous points de l'ensemble du lit fixe, malgré une granulométrie variée du charbon au départ, et ce sans avoir recours à un bras mélangeur, coûteux et fonction-

nant difficilement aux hautes températures des gazogènes.

Etant donné qu'on évacue les cendres d'un compartiment à la fois et que ces cendres restent immobiles dans les autres compartiments, le colmatage des filtres pendant l'évacuation des gaz de ceux-ci est réduit au minimum, la masse de cendres formant filtre-masse.

Pendant qu'on évacue les cendres, on injecte, dans le fond du compartiment, dans l'orifice d'écoulement des cendres, du gaz réactif froid. Le but de cette injection est, premièrement, de gazéifier le carbone résiduel contenu dans les cendres, et, deuxièmement de refroidir complètement les cendres avant leur évacuation avec récupération totale de la chaleur sensible dans le réacteur. De ce fait, le charbon est entièrement gazéifié en une seule étape, en un seul gazogène et aucun recyclage des cendres n'est nécessaire.

Le gaz évacué de chaque compartiment à un débit régulier est réuni dans un collecteur commun et quitte le gazogène à haute température. Il peut alors soit céder sa chaleur sensible aux gaz réactifs dans des échangeurs de chaleur et produire la vapeur nécessaire aux réactions dans une chaudière de récupération et puis passer dans un laveur où l'on extrait les impuretés éventuelles, soit être utilisé par un consommateur, directement, tel quel, à haute température, ou réchauffé dans des réchauffeurs indépendants.

En effet, le gaz produit par le procédé de la présente invention ne nécessite aucune installation de purification en aval, étant donné que les produits indésirables : goudrons, hydrocarbures liquides, phénols, composés du soufre, ou bien se trouvent décomposés par le choc thermique du départ, ou bien réagissent avec la matière calcique et sont éliminés avec les cendres.

Comme signalé brièvement plus haut, afin d'éliminer les composés sulfurés dans le gaz fabriqué, surtout lorsqu'on utilise du charbon riche en soufre, dans le procédé de l'invention, on prévoit l'adjonction d'une quantité contrôlée de matières calciques ou magnésiques, par exemple de la chaux. Cette adjonction peut se faire soit en même temps que le charbon, soit séparément. Les composés sulfurés sont ainsi fixés à plus de 90% sous forme solide en combinaison avec les cendres et le gaz sortant du gazogène est exempt de sous-produits et autres éléments nocifs à l'utilisation. Il n'est donc pas nécessaire, dans la plupart des cas d'utilisation, d'installer des équipements d'épuration du gaz.

La présente invention concerne également un appareil approprié pour la mise en oeuvre du procédé décrit plus haut, en l'occurrence un gazogène

L'appareil de gazéification de charbon suivant l'invention comprend, en combinaison, une cuve verticale étanche, dont la partie inférieure est divisée en au moins trois compartiments de dimensions égales au moyen de séparations verticales radiales laissant les sommets de ces compartiments en communication avec la partie supérieure non compartimentée de la cuve, la cuve étant munie :

- d'un moyen étanche de chargement du charbon

près du sommet de la cuve et d'un moyen de sa distribution sur le lit fixe,

- d'un moyen d'introduction de gaz réactif chaud, en majeure partie, à un premier niveau, proche du point d'introduction du charbon dans l'enceinte de la cuve,

- d'au moins un moyen d'introduction de quantité complémentaire de gaz réactif à au moins un niveau inférieur audit premier niveau,

- d'un moyen d'extraction d'une quantité contrôlée de cendres du fond de chaque compartiment, d'un moyen commun et étanche de collection et d'évacuation des cendres et d'un moyen d'introduction dans chaque compartiment d'une dernière partie de gaz réactif dans le moyen d'extraction des cendres,

- d'un moyen d'évacuation du gaz produit de chaque compartiment, lequel moyen est situé à un niveau supérieur à celui de l'extraction des cendres, d'un moyen de filtration du gaz, d'un moyen de contrôle du débit de gaz et d'arrêt de son évacuation, d'un moyen d'introduction de gaz produit froid en contre-courant lors de l'arrêt de l'évacuation, les différents moyens d'évacuation de gaz, un par compartiment, étant raccordés à un moyen collecteur commun.

Le gazogène comprend avantageusement quatre à huit compartiments égaux. Ces compartiments occupent de préférence 20 à 40% de la hauteur totale de gazogène.

Le moyen étanche de chargement du charbon est avantageusement un sas, dont le charbon est amené vers le distributeur au moyen d'un dispositif de dosage, par exemple une vis d'Archimède.

Le moyen d'introduction principal du gaz réactif est de préférence situé à un niveau supérieur à celui de la distribution du charbon sur le lit fixe et il est avantageusement périphérique autour d'un moyen central de distribution du charbon.

Le moyen complémentaire d'introduction de gaz réactif comprend de préférence un moyen périphérique situé environ à mi-hauteur du gazogène et un moyen central au milieu et au sommet du secteur compartimenté.

Le moyen d'extraction des cendres de chaque compartiment comprend de préférence un moyen de broyage des mâchefers éventuels.

Le moyen de filtration du gaz produit comprend de préférence un filtre à large maille, par exemple 3 mm et un filtre spécial en matière réfractaire métallique, ou céramique retenant les fines particules de poussière, par exemple 0,1 mm et plus.

Le moyen d'évacuation du gaz produit est de préférence une tuyère par compartiment munie d'un organe de réglage et d'arrêt de débit et d'un orifice d'introduction de gaz produit froid à contre-courant lors de l'arrêt d'évacuation de gaz, les différentes tuyères étant réunies en aval du moyen de réglage en un moyen collecteur commun périphérique.

Le gazogène est de préférence muni d'un moyen d'adjonction de matière calcique ou magnésique au charbon. Ce moyen comporte l'adjonction de la matière calcique ou magnésique au charbon avant son introduction dans le moyen étanche de chargement (sas) ou bien un sas séparé, les deux chargements solides se mélangeant au milieu du

sommet dans le moyen de distribution et de dispersion homogène, par exemple un disque disperseur.

A l'aide des figures en annexe, dans lesquelles les mêmes numéros réfèrent aux mêmes organes, on décrit un exemple de réalisation du gazogène selon l'invention ainsi que quelques schémas de fabrication illustrant l'utilisation et le fonctionnement du gazogène de l'invention.

La Fig. 1 est un schéma d'un gazogène connu selon le procédé en contre-courant de LURGI.

La Fig. 2 est une coupe verticale d'un gazogène suivant l'invention.

La Fig. 3 est une coupe horizontale le long de la ligne III-III du gazogène de la Fig. 2.

La Fig. 4 est une coupe verticale, à l'échelle agrandie, d'une tuyère d'évacuation de gaz.

La Fig. 5 est un schéma de fabrication de gaz combustible par le procédé et l'appareil de l'invention.

La Fig. 6 est un schéma de fabrication de gaz réducteur en substitution au coke en sidérurgie par le procédé et l'appareil de l'invention.

La Fig. 7 est un schéma de fabrication de gaz de substitution au gaz naturel (SNG) par le procédé et l'appareil de l'invention.

La Fig. 1 est un schéma d'un gazogène connu de LURGI opérant sous pression et à contre-courant.

Le réacteur 1 comprend à son sommet un sas 2 pour charger du charbon calibré qui s'écoule vers le bas, en lit fixe, et qui est distribué par le distributeur 3. Un bras rotatif mélangeur et concasseur 4 brasse le lit fixe et empêche son agglutination. Le gaz réactif (oxygène + vapeur d'eau) est introduit en 5 à la base du réacteur 1 et se dirige vers le haut en contre-courant du flux de charbon. Autour de ce point d'introduction 5 du gaz réactif, le gazogène est muni d'un manteau 6 de refroidissement à l'eau. La réaction à contre-courant épuise le charbon de sa matière combustible et le transforme en cendres qui sont évacuées via la grille rotative 7 et l'orifice 8 au fond du réacteur 1 vers le sas étanche des cendres 9. Le gaz produit est évacué du haut du réacteur 1 par l'orifice 10.

La Fig. 2 montre une coupe verticale d'un gazogène suivant la présente invention. Il comprend un réacteur vertical 11 dont la partie inférieure est divisée en six compartiments verticaux 12 de dimensions identiques (cfr. Fig. 3). Le gazogène 11 est muni d'un orifice 13 de chargement de charbon à son sommet. Le charbon se trouve dans un sas étanche 14 (cfr. Fig. 5), d'où il est chargé par le dispositif de dosage 15 sous forme d'une vis d'Archimède vers un distributeur vertical 16 qui le disperse par le disperseur 17 sur le lit fixe de charbon. Ce disperseur 17 se trouve donc au centre et au sommet de la cavité élargie du réacteur 11. Le gaz réactif est introduit en majeure partie, par exemple 60%, par l'orifice 18 situé à un niveau plus élevé que celui du disperseur 17, d'où le gaz entoure le distributeur 16 et le disperseur 17. Ce gaz réactif est porté préalablement à une température de 600 à 1.200°C par récupération de chaleur ou par réchauffage. Le charbon dispersé au centre par le disper-

seur 17 est donc directement soumis à un choc thermique violent issu de la réaction. Les fines particules s'enflamment spontanément et les morceaux plus gros éclatent par décrépitation en multiples particules plus petites qui tombent sur le lit fixe en ayant dégagé les matières volatiles et les résidus de distillation (goudrons, phénols). Ces produits se décomposent sous l'effet de la température in situ et sont transformés en gaz utile. Lorsque le charbon utilisé contient une quantité notable de produit sulfuré, on charge une matière calcique ou magnésique, par exemple du carbonate de calcium dans le réacteur en même temps que le charbon. Ceci peut être effectué de deux manières : ou bien on mélange la matière calcique ou magnésique au charbon dans le même sas, ou bien on charge cette matière dans un sas étanche séparé 19, comme montré à la Fig. 5, et via un dispositif de dosage séparé 20, on amène la matière calcique ou magnésique vers le distributeur central vertical 16 d'où il est dispersé en 17 en même temps que le charbon. Etant donné que les flux gazeux et solides (charbon + matière calcique ou magnésique) se déplacent à cocourant, la matière calcique ou magnésique réagit avec le soufre pour former finalement du sulfate de calcium (ou de magnésium) qui est évacué avec les cendres. Ainsi, le gaz produit se trouve également débarrassé de toute matière sulfurée et il ne nécessite plus aucune installation d'épuration ou de récupération en aval. Le charbon et éventuellement la matière calcique ou magnésique et le gaz réactif descendent en cocourant dans le réacteur. Afin d'assurer une bonne réaction de toute la matière active dans le charbon, on introduit une quantité supplémentaire de gaz réactif chaud, par exemple 25%, à mi-hauteur du réacteur 11 par des orifices périphériques 21. Il est préférable d'introduire encore une quantité finale de gaz réactif chaud, par exemple 15%, par un orifice central 22 au milieu et au sommet de la partie compartimentée du réacteur. Toutes ces quantités de gaz réactifs descendent en cocourant avec le charbon.

Enfin, pour achever complètement la réaction du carbone résiduel dans les cendres, on injecte une certaine quantité de gaz réactif froid, cette fois-ci en contre-courant, dans l'orifice d'extraction des cendres 23. Cette quantité finale assurera, en outre, le refroidissement des cendres.

Comme décrit plus haut, la partie inférieure du réacteur est divisée en six compartiments verticaux de dimensions identiques, au moyen de séparations verticales radiales (cfr. Fig. 3). Chaque compartiment 12 est en communication avec la partie supérieure non compartimentée du réacteur 11. Ainsi, le lit fixe qui descendait jusque là en une masse solide unique se divise en six parties égales dans les six compartiments. Cette division du lit fixe est un facteur important de répartition homogène et de descente régulière de la masse de charbon et de cendres.

La masse de charbon et de cendres et les gaz sont donc répartis en quantités identiques dans les six compartiments 12 où l'on procède à leur évacuation. Le gaz produit est évacué de cinq des six compartiments 12 par une tuyère 24 (voir plus

particulièrement Fig. 4). Chaque tuyère contient deux filtres, l'un 25, sous forme de grille à large maille pour retenir les particules plus importantes, qui ont un diamètre supérieur à 3 mm et l'autre 26, en matière réfractaire métallique ou céramique pour retenir les particules de poussière ayant un diamètre entre 0,1 mm et 3 mm. En prolongation des filtres 25 et 26, la tuyère 24 comporte un orifice 27 avec bouchon 28, par lequel on peut introduire ou sortir le ou les filtres pour nettoyage ou remplacement. Plus loin, la tuyère 24 est munie d'un orifice 29 par lequel on souffle, brièvement et vigoureusement, un coup de gaz produit froid et/ou de la vapeur. La tuyère comporte également une vanne 30 qui règle ou arrête le débit d'évacuation de gaz. Enfin, les six tuyères débouchent dans un collecteur 31 commun d'où le gaz produit quitte le gazogène à haute température. Sa destination dépend du type de gaz produit et de son utilisation, comme expliqué dans les schémas de fabrication des Fig. 5 à 7.

Les cendres et ce qu'elles contiennent encore comme carbone descendent d'une manière homogène dans les six compartiments. Chaque compartiment 12 comporte à son fond un orifice 23 d'extraction des cendres. Dans cet orifice un broyeur-extracteur 32 (cfr. Fig. 5) pénètre dans le compartiment, broie les cendres si elles sont agglomérées et les extrait de manière contrôlée vers le sas étanche commun des cendres 33 d'où l'on évacue les cendres, par exemple au moyen d'un transporteur à bande 34. L'orifice de dégagement des cendres 23 est pourvu d'un moyen d'introduction à contre-courant, d'une certaine quantité de gaz réactif froid comme déjà décrit plus haut.

Les vannes 30 des tuyères 24 contrôlent le débit d'évacuation de gaz de telle sorte que ce débit se fasse identique dans toutes les tuyères sauf une, où l'on arrête l'évacuation de gaz. En effet, on arrête, à tour de rôle, dans un compartiment après l'autre, l'évacuation du gaz produit par fermeture de la vanne 30. Pendant qu'on arrête l'évacuation de gaz du compartiment 12 concerné, on y souffle, par l'orifice 29, en contre-courant, un coup bref et vigoureux de gaz produit froid sous pression et/ou de la vapeur d'eau. Ce coup de souffle nettoie et décolmate les deux filtres 25 et 26 de la tuyère 24 en question et détasse les cendres au-delà du filtre 25 dans le compartiment 12 concerné.

Après soufflage du gaz, on procède à l'évacuation d'une quantité déterminée de cendres de l'orifice 23 au moyen du broyeur-extracteur 32. Cette quantité sera la même pour tous les compartiments pendant l'arrêt, à tour de rôle, de l'évacuation de gaz. Pendant qu'on extrait les cendres, on introduit par l'orifice 23 d'extraction des cendres une certaine quantité de gaz réactif froid qui monte à contre-courant et achève la combustion du carbone résiduel dans les cendres et refroidit celles-ci.

Ce double contrôle du débit d'évacuation de gaz et des cendres qui, sera identique pour tous les compartiments, assure une répartition homogène et une descente régulière de l'ensemble du lit fixe, réparti en six compartiments, et ce, quelle que soit la granulométrie ou la composition du charbon au départ.

Etant donné qu'on évacue les cendres d'un compartiment 12 à la fois et que ces cendres restent pendant ce temps là immobiles dans les cinq autres compartiments, on réduit le colmatage des filtres dans ceux-ci au minimum et l'évacuation de gaz de ces cinq compartiments se fait sans entraves.

La Fig 5 représente un schéma de fabrication de gaz combustible et illustre ainsi un exemple de l'utilisation et du fonctionnement du gazogène de l'invention.

On charge du charbon dans le sas étanche 14, puis on le transporte par le dispositif doseur 15 vers le distributeur 16 où il rencontre la matière calcique qu'on avait chargé dans le sas 19 et transporté par le dispositif 20 vers le même distributeur 16. Le charbon et la matière calcique se mélangent et sont dispersés ensemble par le disperseur 17 sur le lit fixe.

Le compresseur 35 envoie du gaz réactif, de l'air ou de l'oxygène, par le tuyau 36 vers l'échangeur de chaleur 37. On y introduit au même point de la vapeur d'eau provenant de la chaudière 46. Les gaz réactifs sont réchauffés à environ 700°C. Ils quittent l'échangeur par le tuyau 38 qui se divise en trois tuyaux munis chacun de sa vanne, à savoir : la continuation du tuyau 38, muni de la vanne 39, alimente le sommet du réacteur 11, le tuyau 40, muni de la vanne 41 alimente le milieu du réacteur 11 et le tuyau 42, muni de la vanne 43 débouche au centre et au sommet de la partie compartimentée. On règle le débit des vannes de telle sorte que la plus grande partie du gaz réactif chaud, par exemple 60%, alimente le sommet du réacteur par l'orifice 18, qu'une deuxième partie, par exemple 25%, alimente la périphérie à mi-hauteur du réacteur par les orifices périphériques 21 et une troisième partie, par exemple 15%, alimente le centre de la partie compartimentée par l'orifice 22.

Le charbon et la matière calcique dispersés par le disperseur 17 sont soumis dès leur entrée dans la cavité du réacteur à un choc thermique par réaction avec les gaz réactifs chauds et la température atteint environ 1.000°C. Ces gaz sont introduits via l'orifice 18 situé à un niveau plus élevé que le disperseur et entourant celui-ci. Les petites particules s'enflamment et les gros morceaux éclatent et l'ensemble du lit fixe et le flux gazeux descendent lentement en cocourant.

Contrairement aux procédés à contre-courant, cette descente en cocourant ne peut pas seule garantir un épuisement de la matière combustible dans le charbon. C'est pourquoi on introduit la deuxième quantité de gaz réactif de manière périphérique à mi-hauteur du réacteur et une troisième quantité au centre au sommet de la partie compartimentée.

Les cendres descendent dans les compartiments et sont évacuées vers le sas commun 33, puis éliminées.

Le gaz produit, du gaz combustible, quitte le réacteur 11 via les tuyères 24, les vannes 30 de régulation de débit, le collecteur 31 et le tuyau 44 vers l'échangeur de chaleur 37. Il y cède sa chaleur par échange thermique au gaz réactif et le réchauffe. Le gaz produit quitte l'échangeur de chaleur 37 par

le tuyau 45, réchauffe la chaudière de récupération 46 et l'échangeur 47 et est lavé dans le laveur 48 qui reçoit de l'eau froide par le tuyau 49. Le gaz lavé et refroidi passe par le tuyau 50 à l'échangeur 47 et de là par le tuyau 51 vers l'utilisateur. Une partie de ce gaz refroidi quitte le tuyau 50 par le tuyau 52 vers le surpresseur de gaz 53. Le gaz comprimé en 53 passe par le tuyau 54 et est divisé en six tuyaux 55, muni chacun d'une vanne 56. Lorsqu'on arrête l'évacuation de gaz dans un compartiment à la fois, à tour de rôle, par fermeture de la vanne 30, on ouvre la vanne 56 correspondante et on souffle brièvement et violemment à contre-courant, du gaz produit froid sous pression pour décolmater les filtres et détasser les cendres dans le compartiment concerné.

Notons qu'une partie du gaz réactif, après compression mais avant réchauffement dans l'échangeur de chaleur 37, est conduite par le tuyau 57 muni de sa vanne 58, vers l'orifice d'extraction des cendres 23. Lors de l'arrêt d'évacuation de gaz dans un compartiment donné, on introduit par ce tuyau 57 du gaz réactif frais à contre-courant dans le compartiment concerné où il achève la combustion du carbone résiduel et refroidit les cendres.

La Fig. 6 représente un schéma de fabrication de gaz réducteur en substitution au coke en haut fourneau et illustre ainsi un autre exemple de l'utilisation et du fonctionnement du gazogène de l'invention.

Dans ce schéma, le système de chargement du charbon et de la matière calcique et le système d'évacuation des cendres sont identiques à celui de la Fig. 5 et ne seront donc plus décrits une seconde fois ici. D'ailleurs, tous les éléments qui correspondent à ceux de la Fig. 5 portent le même numéro.

Le schéma de la Fig. 6 diffère de celui de la Fig. 5 principalement par le système d'alimentation de gaz réactif et d'évacuation de gaz produit.

Dans la Fig. 6, une partie du gaz produit par le haut fourneau (gaz réactif) et qui consiste essentiellement en CO, CO₂ et N₂ est envoyée par le tuyau 59, vers le compresseur 60 et par le tuyau 61 vers le réchauffeur de gaz 62, alimenté en gaz combustible par le tuyau 63 et dont les fumées de combustion sont évacuées en 64. Le gaz de haut fourneau chaud quitte le réchauffeur 62 par le tuyau 38 qui se divise en deux ou trois tuyaux munis chacun de sa vanne pour alimenter le gazogène. Par la continuation du tuyau 38 et de la vanne 39, la plus grande partie de ce gaz réactif chaud, par exemple 60%, alimente le sommet du réacteur par l'orifice 18 situé au-dessus du point de dispersion du charbon 17. Par le tuyau 40 et la vanne 41, une autre partie du gaz réactif, par exemple 25%, alimente la mi-hauteur du réacteur par les orifices périphériques 21. Enfin, par le tuyau 42 et la vanne 43, une dernière partie du gaz réactif chaud, par exemple 15%, alimente le centre 22 du réacteur au sommet de la partie compartimentée.

Quant à l'oxygène, nécessaire à la réaction, il est introduit en trois points proches de l'introduction du gaz de haut fourneau, à savoir en tête à 118, à mi-hauteur à 121 et au centre à 122.

Le gaz réducteur produit par réaction du gaz du haut fourneau avec le charbon et qui consiste

essentiellement en CO, H₂ et N₂ quitte les compartiments 12 par les tuyères 24, les vannes 30, le collecteur 31 et le tuyau 44 et alimente à son tour le haut fourneau dans la zone d'élaboration en gaz réducteur. L'utilisation du gaz de haut fourneau dans le gazogène et la réalimentation du haut fourneau en gaz réducteur permet une économie en coke qui peut atteindre 50%.

La Fig. 7 représente un schéma de fabrication de gaz de substitution au gaz naturel (Substitute Natural Gas SNG) et illustre ainsi un troisième exemple de l'utilisation et du fonctionnement du gazogène de l'invention.

Dans ce schéma, le système de chargement du charbon et de la matière calcique et le système d'évacuation des cendres sont identiques à celui de la Fig. 5 et ne seront donc pas décrits une nouvelle fois ici. D'ailleurs, tous les éléments qui correspondent à ceux de la Fig. 5 portent le même numéro.

Le schéma de la Fig. 7 diffère essentiellement de la Fig. 5 par le système d'alimentation en gaz réactif et le système d'évacuation de gaz produit.

Dans la Fig. 7, de l'hydrogène passe par le tuyau 65 vers le réchauffeur 66, alimenté en combustible par le tuyau 67 et dont les produits de combustion sont évacués par le tuyau 69. L'hydrogène réchauffé alimente le réacteur par le tuyau 38 qui se divise en trois tuyaux munis chacun de sa vanne. Par la continuation du tuyau 38 et la vanne 39 la plus grande partie d'hydrogène, par exemple 60%, alimente le sommet du réacteur par l'orifice 18 situé au-dessus du point de dispersion du charbon 17. Par le tuyau 40 et la vanne 41, une autre partie de l'hydrogène, par exemple 25%, alimente la mi-hauteur du réacteur par les orifices périphériques 21. Enfin, par le tuyau 42 et la vanne 43, une dernière partie de l'hydrogène chaud, par exemple 15%, alimente le centre 22 du réacteur au sommet de la partie compartimentée.

D'autre part, de l'oxygène passe par le tuyau 69 qui se divise en deux ou en trois tuyaux munis chacun de sa vanne. Le tuyau 70 et sa vanne 71 alimente le sommet du réacteur de la plus grande partie d'oxygène. Il rejoint l'alimentation en hydrogène chaud par un orifice indépendant 118. Une deuxième partie de l'oxygène alimente via le tuyau 72 et la vanne 73 la mi-hauteur du réacteur et y rejoint l'hydrogène chaud par des orifices périphériques indépendants 121. Eventuellement, une troisième partie d'oxygène est introduite au centre par un orifice indépendant 122.

Le gaz produit consiste essentiellement en un mélange de CH₄, CO, H₂, CO₂. Il quitte les compartiments 12 par les tuyères 24, les vannes 30, le collecteur 31 et le tuyau 44 et est envoyé à la chaudière de récupération 76 d'où il est envoyé au convertisseur de CO 77, au lavage de CO₂ 78, d'où le CO₂ est éliminé par le tuyau 79. Ensuite, le gaz débarrassé de CO₂ passe par le séparateur d'hydrogène 80, d'où une partie de l'hydrogène pur passe par le surpresseur 81 et est recyclée vers le réacteur par le tuyau 65. Le gaz résiduel passe par le tuyau 82 et le surpresseur 83 vers le réacteur de méthanation final 84. De là, le gaz sortant, consistant principalement en méthane, est envoyé vers le réseau de

distribution de gaz naturel. Une certaine quantité de gaz brut, prélevé à la sortie de la chaudière 76, est envoyée vers le compresseur 53 et par le tuyau 54, qui se divise en six tuyaux 55 munis de leurs vannes 56 pour introduire des coups de souffle brefs sous pression dans les tuyères 24, chaque fois qu'on arrête l'évacuation du gaz d'un compartiment à la fois, pour décolmater les filtres et détasser les cendres dans le compartiment concerné.

Les trois schémas de fabrication représentés par les Fig. 5, 6 et 7 montrent que les différents gaz produits sortant du gazogène peuvent être utilisés directement, tels quels, sans nécessiter une installation de purification ou de récupération en aval du réacteur. De même, le charbon chargé peut être de n'importe quel calibre ou de n'importe quelle composition. Même s'il est riche en produits sulfurés, il suffit de charger une quantité de matière calcique pour que le flux qui se déplace en cocourant favorise la réaction du soufre avec la matière calcique et permette son évacuation avec les cendres.

Le choc thermique que le charbon subit dès son introduction dans le réacteur, le fait éclater, volatilise les matières volatiles et les décompose en sorte qu'ils sont transformés en gaz utile. Il n'y a donc plus de sous-produits nuisibles dans le gaz produit.

La réaction en cocourant et à haute température évite tous les problèmes d'agglutination, propres à tous les procédés qui comportent au moins une phase initiale de réaction à contre-courant. D'autre part, la phase finale à contre-courant de la présente invention achève complètement la réaction du carbone résiduel dans les cendres et assure en même temps le refroidissement de ces cendres avec récupération totale de la chaleur dans le réacteur.

De plus, le gazogène selon l'invention possède des avantages économiques considérables. Il consiste en une seule cuve verticale. Fonctionnant sous pression, son volume est réduit, les gaz sont comprimés avant l'augmentation de volume due à la réaction dans le gazogène, le rendement net en énergie est très élevé et ses besoins en fluides et énergie sont très limités. Si on le compare, par exemple, au réacteur LURGI, qui est commercialement très répandu, on constate qu'on n'a pas besoin de modérer la réaction exothermique de combustion comme le fait LURGI par injection de vapeur d'eau. Ceci représente une pure perte en énergie, qui n'existe pas dans le présent procédé. De plus, le procédé LURGI exige le choix d'un charbon calibré, de propriété non agglutinante et pauvre en produits sulfurés. Malgré ces exigences strictes de la qualité du combustible, LURGI doit prévoir un énorme bras concasseur-broyeur dynamique pour assurer une certaine descente régulière du lit fixe. Par contre, dans le gazogène de la présente invention le compartimentage statique de la partie inférieure du gazogène et la régulation du débit d'évacuation de gaz et des cendres décrits plus haut assurent une répartition homogène et une descente régulière, sans problèmes, de la masse du lit fixe.

Ahoutons enfin un facteur non négligeable d'économie qui consiste en la liberté d'utiliser du charbon

tout venant, meilleur marché, sans limitation ni du point de vue de ses caractéristiques physiques (granulométrie), ni chimiques (pouvoir agglutinant, teneur en soufre). Tous ces facteurs permettent de fabriquer des gaz épurés à faible coût et satisfaisant aux règlements anti-pollution les plus récents.

Revendications

1.- Procédé de gazéification de charbon, à lit fixe, par réaction avec un gaz réactif sous pression, dans lequel on charge le charbon dans une zone supérieure de chargement d'un gazogène vertical à un point près de son sommet (13) d'où il s'écoule vers le bas sous l'effet de la gravité, caractérisé en ce qu'on le soumet, dès l'introduction dans le gazogène, à un choc thermique en le faisant réagir avec des gaz réactifs, à une température largement supérieure à la température d'agglutination du charbon et proche de la température de fusion des cendres et sous une pression d'au moins 2 bars (0,2 MPa), lesdits gaz réactifs étant introduits dans le gazogène en majeure partie à un premier niveau (18) proche du point d'introduction du charbon et complémentirement à au moins un niveau inférieur (21, 22) audit premier niveau (18), les gaz se dirigeant vers le bas en cocourant avec le charbon, une certaine quantité de gaz réactif froid étant introduite dans la zone d'évacuation à la base du gazogène, au point d'extraction des cendres (23), d'où cette quantité se dirige vers le haut à contre-courant pour achever la gazéification du carbone résiduel et refroidir les cendres, et en ce que le gaz produit par la gazéification est évacué, après filtration, de la zone d'évacuation à un niveau (24) supérieur au point d'extraction des cendres.

2.- Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la zone d'évacuation est compartimentée dans le sens de l'écoulement du lit en au moins trois compartiments (12) égaux et le débit d'évacuation du gaz produit est contrôlé de manière à être identique dans tous les compartiments sauf un, à tour de rôle, où l'on arrête l'évacuation de gaz.

3.- Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce qu'on arrête, à tour de rôle, dans un compartiment (12) après l'autre l'évacuation de gaz produit et qu'on y (29) souffle brièvement et vigoureusement, en sens inverse de l'évacuation, du gaz produit froid et/ou de la vapeur pour nettoyer le filtre (25, 26) et détasser les cendres en amont du filtre (25, 26) dans ledit compartiment (12).

4.- Procédé suivant la revendication 3, caractérisé en ce que pendant l'arrêt d'évacuation de gaz, on évacue du fond (23) du compartiment concerné, une quantité déterminée de cendres, identique pour tous les compartiments, et, en même temps, on souffle du gaz réactif frais dans l'orifice d'extraction des cendres (23)

pour achever la gazéification du carbone résiduel et refroidir les cendres.

5.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on ajoute de la matière calcique ou magnésique au charbon.

6.- Appareil (11) de gazéification de charbon comprenant, en combinaison, une cuve verticale étanche, dont la partie inférieure est divisée en au moins trois compartiments (12) de dimensions égales au moyen de séparations verticales radiales laissant les sommets de ces compartiments en communication avec la partie supérieure non compartimentée de la cuve, la cuve étant munie :

- d'un moyen étanche (14) de chargement du charbon près du sommet de la cuve et d'un moyen de sa distribution (17) sur le lit fixe,

- d'un moyen d'introduction (18) de gaz réactif chaud, en majeure partie, à un premier niveau, proche du point d'introduction (17) du charbon dans l'enceinte de la cuve,

- d'au moins un moyen d'introduction (21) de quantité complémentaire de gaz réactif à au moins un niveau inférieur audit premier niveau,

- d'un moyen d'extraction (32) d'une quantité contrôlée de cendres du fond de chaque compartiment, d'un moyen commun et étanche de collection (33) et d'évacuation (34) des cendres et d'un moyen d'introduction (57) dans chaque compartiment d'une certaine quantité de gaz réactif froid dans l'orifice d'extraction des cendres (23),

- d'un moyen d'évacuation (24) du gaz produit de chaque compartiment (12), lequel moyen est situé à un niveau supérieur à celui de l'orifice d'extraction des cendres (23), d'un moyen de filtration (25, 26) du gaz, d'un moyen de contrôle (30) du débit de gaz et d'arrêt de son évacuation, d'un moyen d'introduction (29) de gaz produit froid en contre-courant lors de l'arrêt de l'évacuation, les différents moyens d'évacuation de gaz, un par compartiment, étant raccordés à un moyen collecteur (31) commun.

7.- Appareil suivant la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend quatre à huit compartiments (12) égaux et en ce que ces compartiments occupent 20 à 40% de la hauteur totale de gazogène.

8.- Appareil suivant l'une quelconque des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que le moyen étanche (14) de chargement du charbon est un sas, dont le charbon est amené vers le distributeur (16) au moyen d'un dispositif doseur (15).

9.- Appareil suivant l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que le moyen d'introduction principal (18) du gaz réactif est situé à un niveau supérieur à celui de la distribution du charbon (17) sur le lit fixe et il est périphérique autour du moyen de distribution (17) du charbon qui est central.

10.- Appareil suivant l'une quelconque des revendications 6 à 9, caractérisé en ce que le

moyen complémentaire d'introduction (21) de gaz réactif comprend un moyen périphérique (21) situé environ à mi-hauteur du gazogène et un moyen central (22) au milieu et au sommet du secteur compartimenté.

11.- Appareil suivant l'une quelconque des revendications 6 à 10, caractérisé en ce que le moyen d'extraction des cendres (32) de chaque compartiment comprend un moyen de broyage des mâchefers éventuels.

12.- Appareil suivant l'une quelconque des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que le moyen de filtration (25, 26) du gaz produit comprend un filtre à large maille (25) et un filtre spécial (26) en matière réfractaire métallique ou céramique retenant les fines particules de poussière.

13.- Appareil suivant l'une quelconque des revendications 6 à 12, caractérisé en ce que le moyen d'évacuation du gaz produit est une tuyère (24) par compartiment, munie d'un organe de réglage (30) et d'arrêt de débit et d'un orifice d'introduction (29) de gaz produit froid à contre-courant lors de l'arrêt d'évacuation de gaz, les différentes tuyères (24) étant réunies en aval du moyen de réglage (30) en un moyen collecteur (31) commun périphérique.

14.- Appareil suivant l'une quelconque des revendications 6 à 13, caractérisé en ce que le réacteur est muni d'un moyen d'adjonction (19) de matière calcique ou magnésique au charbon.

15.- Appareil suivant la revendication 14, caractérisé en ce que le moyen d'adjonction de la matière calcique au charbon est un moyen situé en amont de l'introduction du charbon dans le moyen étanche (14) de chargement.

16.- Appareil suivant la revendication 14, caractérisé en ce que le moyen d'adjonction de matière calcique ou magnésique est un sas (19) séparé, et en ce que les deux chargements solides, le charbon et la matière calcique ou magnésique, se mélangent au milieu du sommet dans le moyen de distribution (16) et de dispersion (17) homogène.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

10

0240483

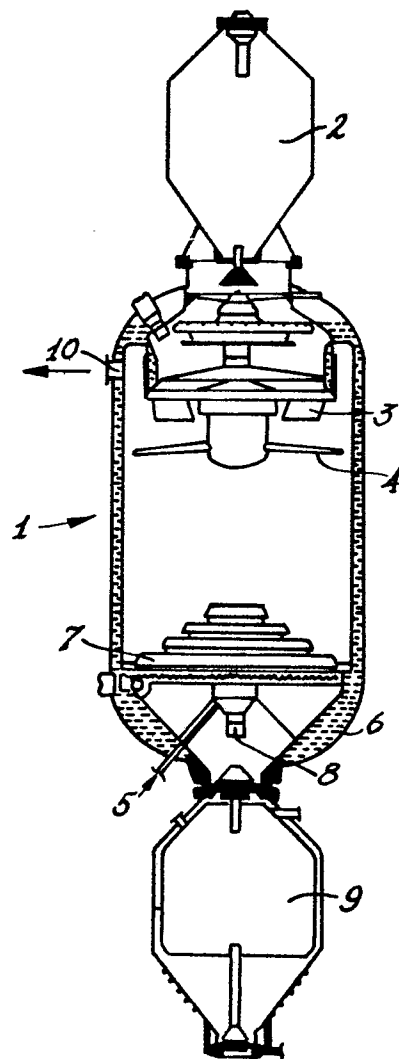
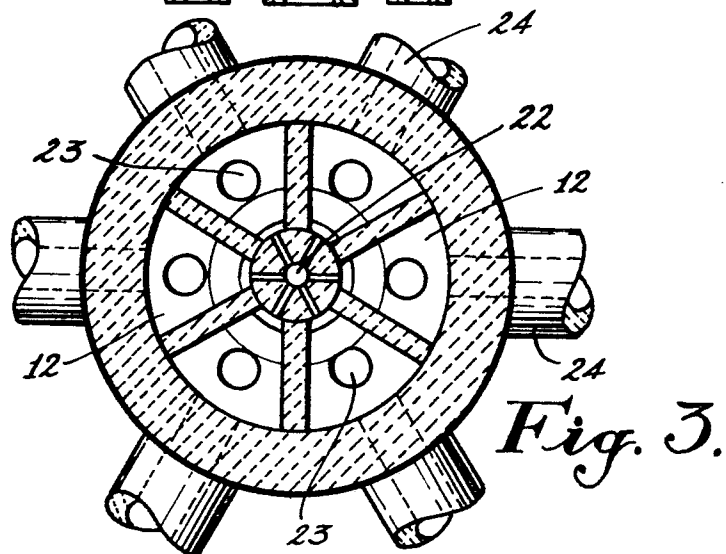
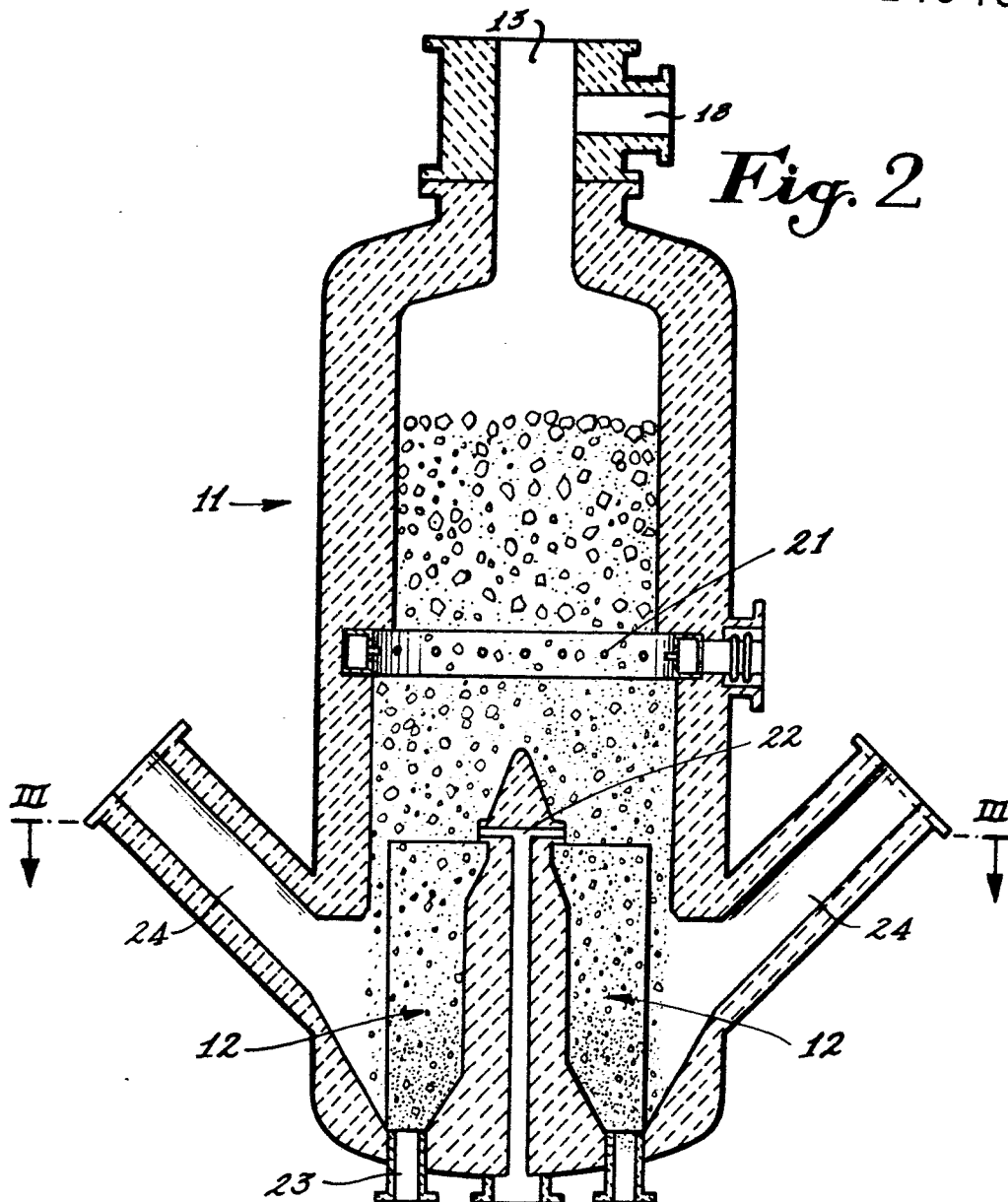
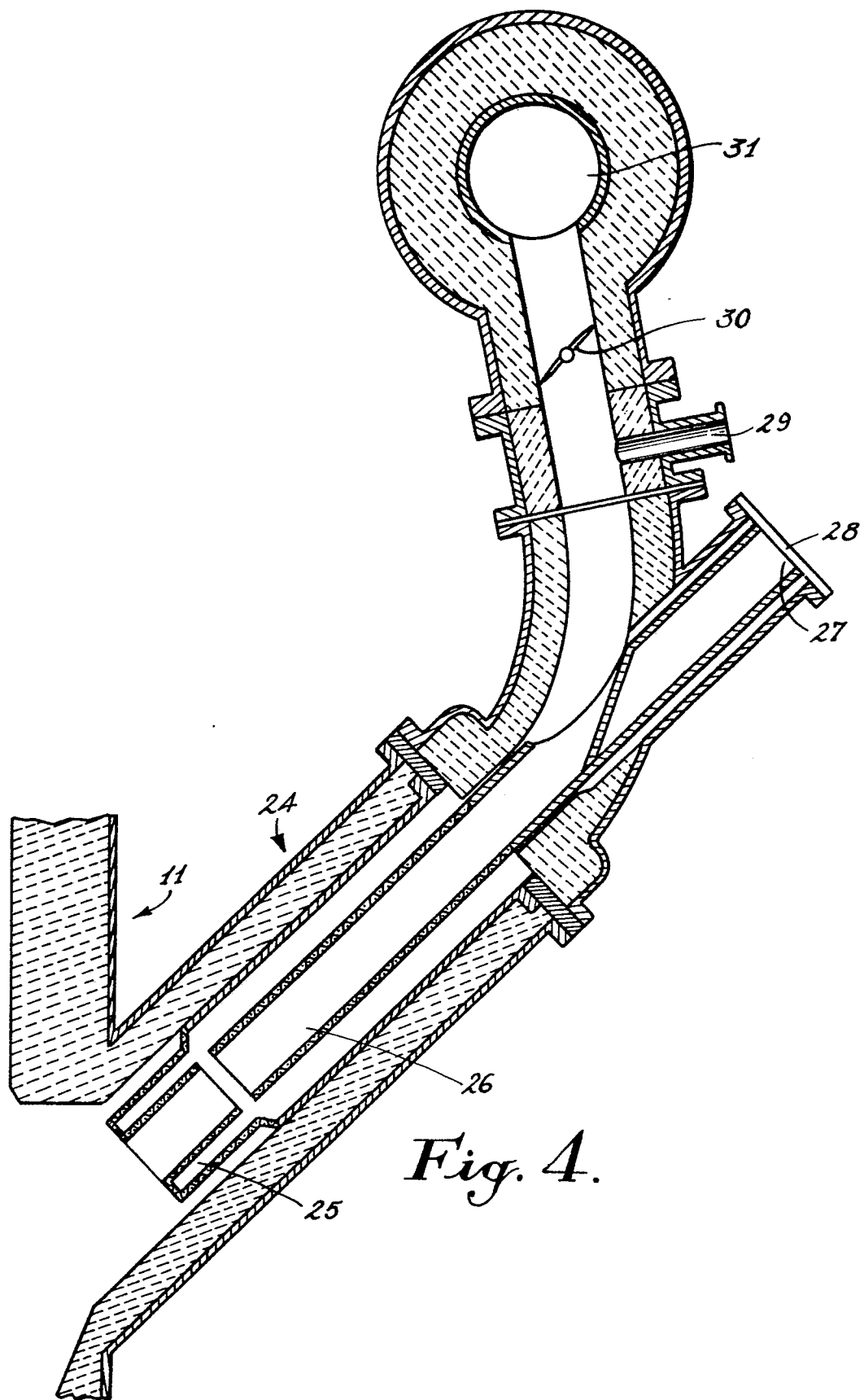


Fig. 1



*Fig. 4.*

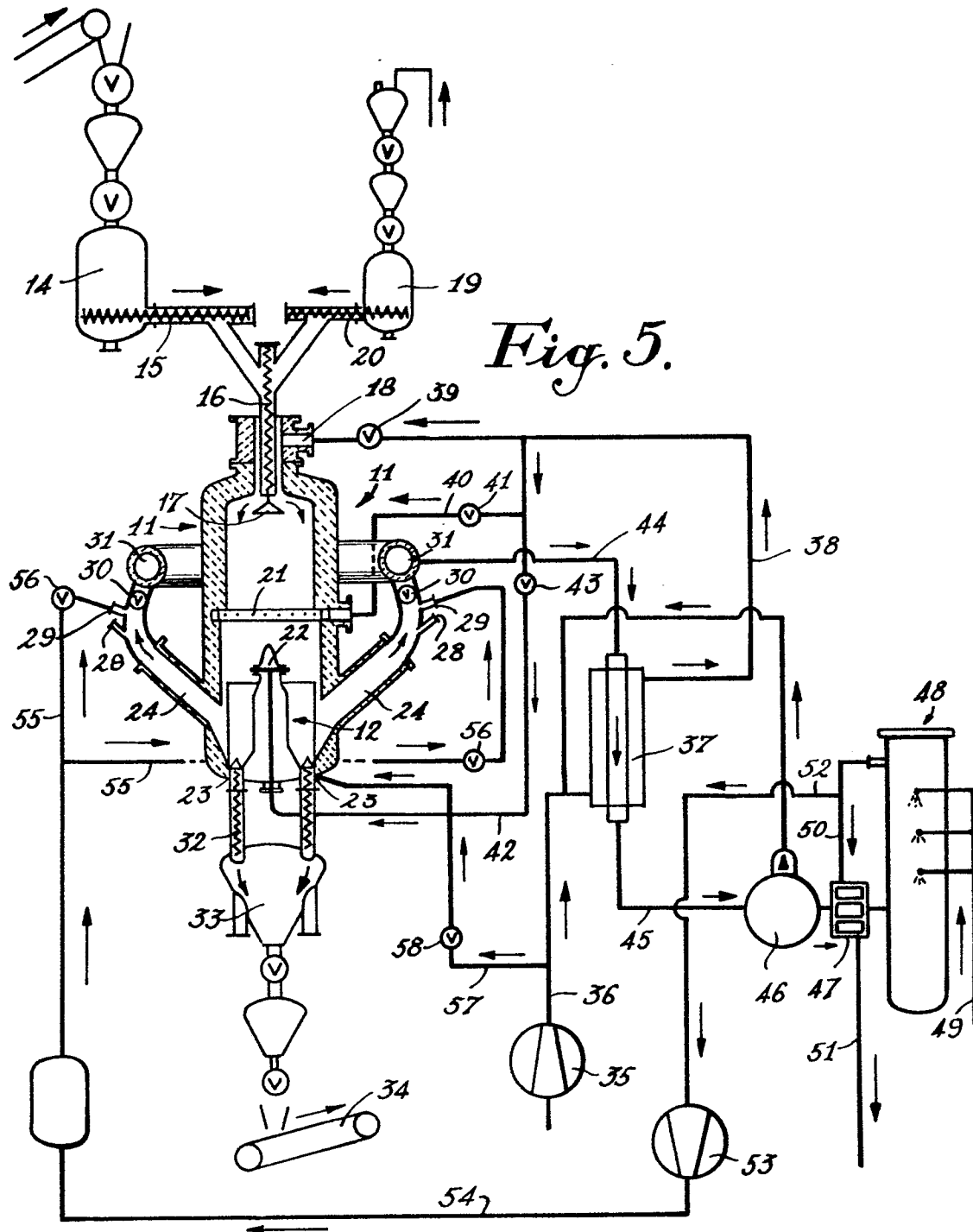


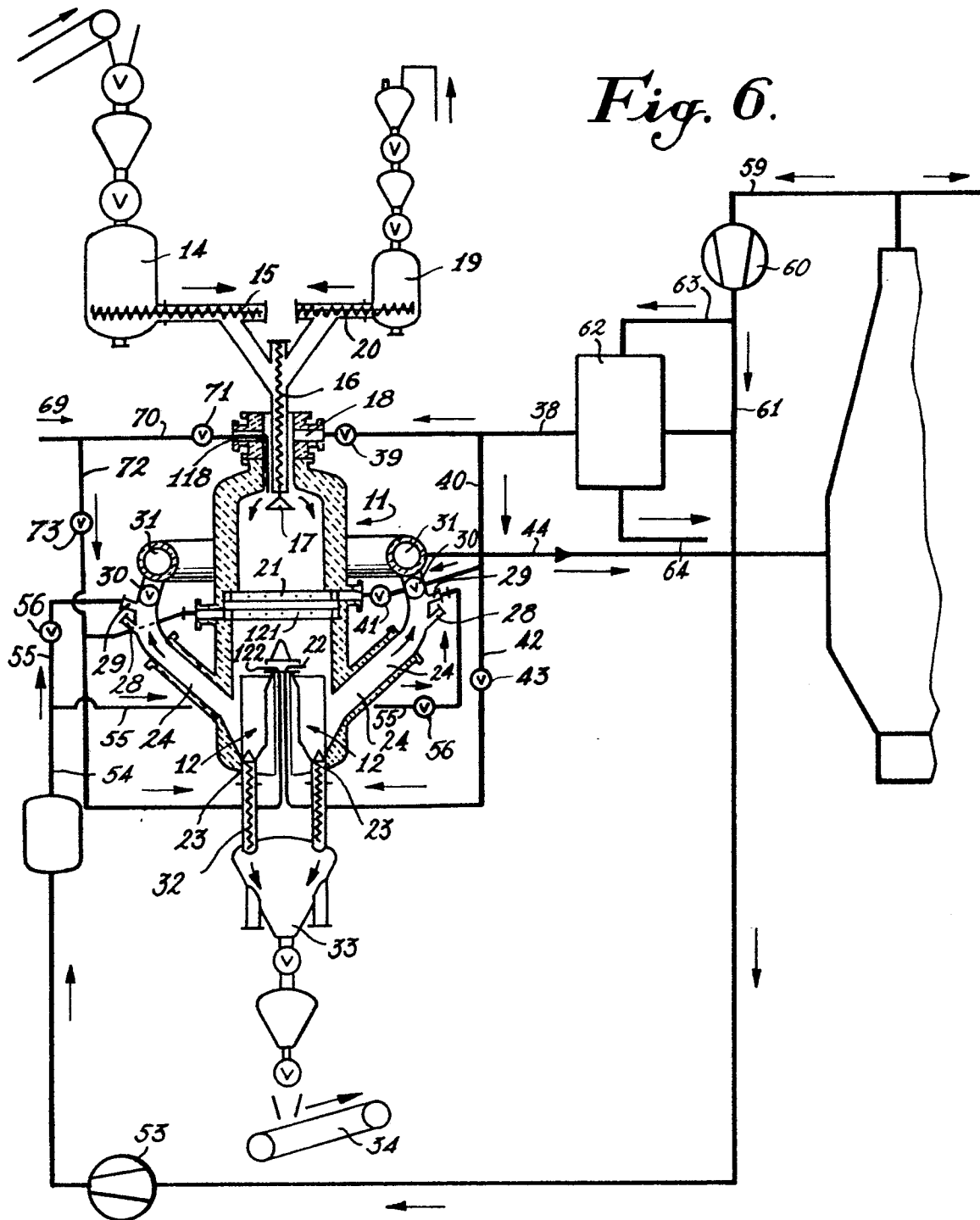
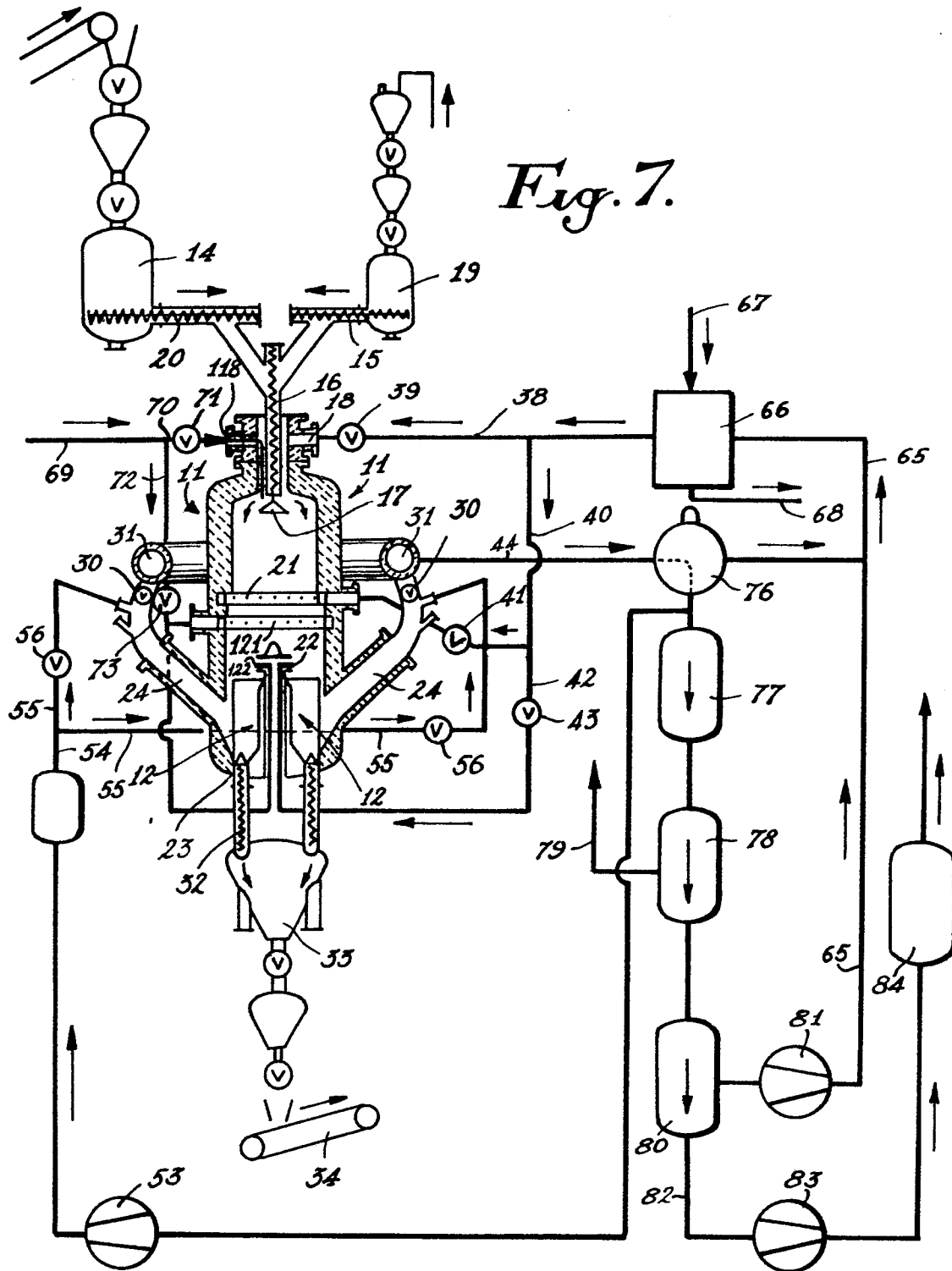
Fig. 6.

Fig. 7.





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS							
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)				
A	US-A- 375 220 (FERNANDES) * Colonne 7-8; revendications 1-8 * & US-A-3 920 417 (Cat. D,A)	1,5,6	C 10 J 3/26				
D,A	EP-A-0 089 329 (DISTRIGAZ) * Page 13, lignes 10-25; pages 20-23 *	1,8,9					
A	FR-A-2 390 495 (VEBA-CHEMIE) * Page 5 *	9					
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)				
			C 10 J				
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications							
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 01-07-1987	Examineur WENDLING J.P.				
<table><tr><td>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</td><td>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</td></tr><tr><td>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</td><td></td></tr></table>				CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant						
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire							