

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

**0 122 846**  
**B1**

(12)

## FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet:  
**17.09.86**

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>: **C 10 L 1/32**

(21) Numéro de dépôt: **84400666.8**

(22) Date de dépôt: **04.04.84**

(54) **Produit fluide à vocation énergétique et son application à l'alimentation d'une chambre de réaction en matière combustible.**

(30) Priorité: **08.04.83 FR 8305787**

(73) Titulaire: **CREUSOT-LOIRE, 42 rue d'Anjou,  
F-75008 Paris (FR)**

(43) Date de publication de la demande:  
**24.10.84 Bulletin 84/43**

(72) Inventeur: **Antonini, Gérard, 283, rue de Charenton,  
75012 Paris (FR)**

(45) Mention de la délivrance du brevet:  
**17.09.86 Bulletin 86/38**

Inventeur: **Francois, Olivier, 5bis, rue des Sablons,  
F-60200 Compiègne (FR)**  
Inventeur: **Touret, Alain, Résidence du Parc, Bât. A2 rue  
Victor Hugo, F-60200 Margny-les-Compiègne (FR)**  
Inventeur: **Wang, Robert, 33 avenue Eric Morlet,  
F-91320 Wissous (FR)**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE**

(74) Mandataire: **Polus, Camille et al, c/o Cabinet  
Lavoix 2, Place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris  
Cedex 09 (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP - A - 0 123 592**  
**DE - C - 520 487**  
**FR - A - 1 162 246**  
**FR - A - 2 262 774**

**EP 0 122 846 B1**

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

## Description

L'invention a pour objet un produit fluide à vocation énergétique contenant une matière combustible finement divisée, un dispositif de préparation d'un tel produit et une application particulière du produit à l'alimentation en matière combustible d'une chambre de réaction.

On connaît divers procédés de combustion ou de gazéification utilisant une chambre de réaction alimentée en matière combustible solide telle que du charbon finement divisé.

Le combustible doit normalement être introduit de façon continue dans la chambre de réaction et il est utile, à cet effet, de le préparer sous forme d'un produit fluide susceptible d'être véhiculé dans des conduites d'alimentation par des moyens simples. On peut utiliser par exemple un transport pneumatique, les particules étant mises en suspension dans un courant d'air, mais il en résulte un risque d'autoinflammation et d'explosion. Si l'on ne dispose pas de gaz inerte à bon marché, on préfère généralement disperser les particules dans une phase liquide pour former un mélange ayant la consistance d'une boue et pouvant être véhiculé par exemple au moyen d'une pompe volumétrique. Généralement, le charbon est mis en suspension dans l'eau mais, dans ce cas, on retarde les réactions de combustion, ce qui oblige à accroître les chambres de combustion et on diminue fortement le rendement thermique de la réaction puisqu'une partie importante de l'énergie fournie ne sert qu'à vaporiser l'eau. On cherche donc à diminuer autant que possible la proportion d'eau par rapport à la proportion de matière solide. Cependant, à mesure que la concentration en solide augmente la viscosité du produit augmente également et l'on doit utiliser plus d'énergie pour le pompage du produit. La viscosité du mélange pour une proportion minimale d'eau peut être diminuée au moyen d'additifs chimiques mais ceux-ci sont onéreux et en outre peuvent être corrosifs.

On connaît dans le EP-A-123 592 un procédé de conditionnement de matière riche en carbone, notamment de charbon, à l'état de particules solides finement divisées, dans lequel le conditionnement se présente sous la forme d'une mousse au carbone formée par un mélange homogène et aéré de matière carbonée à 70% en poids au moins, d'eau et d'un adjuvant tensio-actif moussant à environ 1% en poids.

On a aussi envisagé de jouer sur la granulométrie des particules solides car on sait que l'on obtient un mélange plus dense en utilisant des particules appartenant à au moins deux intervalles dimensionnels. On est alors amené à ajouter aux particules normalement employées d'autres particules, plus fines, en des proportions déterminées, mais la constitution de tels mélanges à granulométrie multimodale est onéreuse et de toutes façons, la quantité de matière solide contenue ne peut dépasser 70 à 75% selon la nature du solide.

Or la valorisation du combustible est d'autant plus efficace que sa granulométrie est fine puisque le temps nécessaire à la réaction est fonction de la dimension des grains. Il est donc intéressant de cher-

cher à utiliser des combustibles de granulométrie aussi fine que possible, ce qui interdit l'utilisation de filtres et conduit à réduire au maximum la teneur en liquide sans atteindre cependant une compacité qui interdirait le pompage en vue de l'introduction du mélange dans le réacteur.

Le problème de l'introduction de la matière combustible dans un réacteur est encore compliqué par le fait que le rendement de la réaction est meilleur lorsque le réacteur fonctionne sous pression, ce qui impose de mettre également le produit sous pression si l'on désire l'introduire dans le réacteur en continu. Les difficultés d'introduction d'un mélange peu humide sont alors augmentées.

Il résulte de ces difficultés que, généralement, les produits fluides réalisés jusqu'à présent pour l'alimentation de réacteur en matière combustible contiennent une proportion de liquide d'au moins 30%. Bien entendu, on peut diminuer les inconvénients énergétiques de l'utilisation d'une telle proportion de phase liquide si celle-ci est constituée par un combustible liquide mais, dans ce cas, on diminue également l'intérêt économique du procédé.

L'invention a pour objet un nouveau produit fluide à vocation énergétique dans lequel la proportion en poids de phase liquide par rapport à celle des particules solides est sensiblement diminuée par rapport au produit connu et qui permet en outre d'utiliser des particules très fines.

Le produit fluide selon l'invention est constitué par une mousse stable réalisée par mélange d'une phase gazeuse avec la phase liquide additionnée de produits stabilisants et émulsifiants et à l'intérieur de laquelle sont dispersées de façon homogène les particules solides, la phase liquide étant constituée uniquement par de fines pellicules reliant entre elles les particules solides et limitant des bulles gazeuses qui occupent les espaces entre les particules solides.

Dans un tel produit selon l'invention, les particules solides peuvent avoir une distribution granulométrique quelconque et la proportion en poids de phase solide peut dépasser 75%.

Selon une caractéristique de l'invention, la phase gazeuse peut être un gaz neutre, un gaz comburant ou bien un gaz combustible.

Dans une application particulière, l'invention concerne également un procédé d'introduction dans une chambre de réaction d'une matière combustible solide finement pulvérisée et dispersée de façon homogène dans une mousse stable dans laquelle la phase liquide est constituée uniquement par les pellicules reliant entre elles les particules solides et limitant des bulles gazeuses qui occupent les espaces entre les particules, ladite mousse étant ensuite mise en circulation dans une conduite d'alimentation de la chambre de réaction.

Pour préparer le produit fluide selon l'invention, de préférence on réalise tout d'abord la mousse par brassage énergétique de la phase liquide en présence de la phase gazeuse et l'on disperse ensuite les particules solides dans la mousse ainsi préparée, celle-ci pouvant être stockée à l'avance pour une utilisation ultérieure.

Selon une caractéristique avantageuse, avant son introduction dans la chambre, le produit fluide peut

être soumis à une augmentation de pression conduisant à un accroissement de la proportion de matière solide par unité de volume, jusqu'à une pression inférieure à la pression limite à partir de laquelle le volume du produit comprimé reste constant.

La description suivante d'un mode de réalisation particulier donné à titre d'exemple et représenté sur les dessins annexés, permettra de mieux comprendre l'invention.

La figure 1 est un schéma représentant à grande échelle un échantillon du produit.

La figure 2 est un schéma du produit après compression jusqu'à la pression limite.

La figure 3 représente schématiquement une installation de préparation et d'utilisation du produit.

La figure 4 représente schématiquement un autre exemple d'installation de préparation et d'utilisation du produit.

Sur la figure 1 on a représenté schématiquement un échantillon du produit 1 qui est constitué d'une mousse formée de bulles 11 limitées par des particules de liquide 12 en forme de ménisque et à l'intérieur de laquelle sont dispersées de façon homogène des particules solides 13 reliées entre elles par les pellicules liquides 12. Sur le dessin les particules solides 13 ont été symbolisées par des sphères mais peuvent évidemment avoir des formes quelconques. La largeur moyenne des grains est de l'ordre de 50 microns mais peut même descendre au-dessous de 20 microns. Les bulles gazeuses 11 peuvent avoir des dimensions de l'ordre d'un millimètre mais peuvent également être plus petites, l'utilisation de bulles fines permettant d'augmenter la proportion de particules solides incorporées dans la mousse.

On voit que, dans un tel produit, la phase liquide est constituée uniquement par les pellicules 12 de liaison entre les particules 13 et que, par conséquent, la proportion en poids du liquide dans le produit peut être très réduite. Cependant, étant donné que les particules sont éloignées les unes des autres par les bulles, le mélange est pompable et peut être véhiculé à l'intérieur de conduites par tout moyen connu et il se comporte comme un fluide compressible.

Sur la figure 3, on a donné à titre d'exemple un schéma de préparation d'un tel produit. La phase liquide, par exemple de l'eau, est introduite dans un bac 2 dans lequel elle est brassée énergiquement avec un produit épaississant 21, introduit par un dispositif de dosage et qui permet de réaliser une sorte de gel 20. Celui-ci est alors conduit dans un deuxième bac 23 dans lequel on introduit également de l'eau par une entrée 24 et un produit émulsifiant du genre tensio actif par une conduite 25. L'ensemble est brassé énergiquement jusqu'à ce que toute la phase liquide soit émulsionnée avec le gaz présent dans l'enceinte.

La mousse 10 ainsi réalisée est dirigée vers un troisième bac 4 dans lequel sont déversées les particules solides 13 au moyen d'une trémie doseuse 44. L'ensemble est brassé énergiquement pour disperser les particules solides de façon homogène à l'intérieur du produit 1 qui se présente alors schématiquement sous la forme représentée sur la figure 1.

Le produit épaississant 21 introduit dans le bac 2 permet de stabiliser l'émulsion en supprimant les

ruptures spontanées des pellicules de liquide assurant le cloisonnement de la mousse et assure ainsi le maintien en suspension des particules solides. On peut utiliser des produits solubles hygroscopiques non volatils comme, par exemple, la carboxyméthylcellulose, le glycérol, le dodécane, ou bien le polyvinylalcool.

Le produit émulsifiant 25 est un tensio-actif qui permet d'émulsionner le gaz dans l'eau. On peut utiliser un alkylarylsulfonate ou bien un autre agent moussant connu, par exemple un acide gras saponifié, une amine, de l'ammonium quaternaire, un alkylpolyéthoxyétherphosphate etc...

A titre d'exemple, on a réalisé un produit dans lequel la phase liquide préparée avant l'incorporation du gaz contenait 1 % de tensio-actif et 0,2 % de stabilisant.

Étant donné que l'écartement des particules solides assurant la fluidité du produit est obtenu par la présence de bulles gazeuses de poids négligeable, on peut en effet incorporer dans le produit une proportion très importante en poids de phase solide sans être obligé d'associer des particules de granulométries différentes.

C'est ainsi que l'on a pu préparer un produit fluide contenant 75 % en poids de charbon pulvérisé dont les particules étaient à 80 % d'un diamètre inférieur à 80 microns.

Il faut remarquer d'autre part que, sous forme de bulles gazeuses, la présence d'air dans le mélangeur, même en proportion importante, n'est pas dangereuse, puisque les particules de charbon sont enrobées dans les pellicules liquides limitant les bulles et que celles-ci diminuent les risques d'oxydation des particules pouvant provoquer une élévation de température.

Pour utiliser la mousse, on peut la mettre en circulation au moyen d'une pompe 27 dans un circuit fermé 28 sur lequel la mousse nécessaire est prélevée par des pompes doseuses 29. On peut aussi mettre le circuit 28 sous pression et remplacer les pompes doseuses par de simples vannes d'admission permettant par exemple d'alimenter les brûleurs d'une chambre de réaction 6.

En effet, selon une caractéristique avantageuse, le produit fluide constitué par la mousse stabilisée peut subir une augmentation de pression qui détermine une diminution de la dimension des bulles et le rapprochement des particules et par conséquent une augmentation de la densité du produit.

Lorsque le produit est à la pression atmosphérique, les particules de charbon, dispersées au hasard dans la mousse sont pratiquement sans contact entre elles. Le mélange est alors aisément pompable.

Si l'on augmente la pression P appliquée sur le produit, les particules se rapprochent les unes des autres, les bulles diminuant de diamètre. Cependant, le produit reste pompable tant que les particules restent suffisamment écartées les unes des autres.

Il existe donc une pression limite à partir de laquelle, comme on l'a représenté sur la figure 2, les particules de charbon s'arrangent suivant un empilement compact. Dans ce cas, le mélange n'est plus pompable, les frottements entre les particules s'opposant à leurs mouvements.

Il en résulte que l'accroissement de pression appliqué au produit fluide doit rester inférieur à la limite à partir de laquelle le volume spécifique du produit ne diminue plus lorsqu'on augmente la pression.

Cette limite dépend de la concentration en particules solides et peut être déterminée soit empiriquement, par une série d'essais, soit par le calcul.

On sait par exemple qu'un empilement compact de répartition granulométrique unimodale comportant 80% de particules de dimension inférieure à 80 microns correspond à une porosité de 0,4 environ. Cela signifie que, dans un empilement compact, le volume occupé par les particules solides est de 60% de l'ensemble.

Par ailleurs, on a pu déterminer expérimentalement que, pour une proportion de particules solides de 75% en poids, un kilogramme de produit occupe un volume d'environ deux litres. En assimilant le gaz à un gaz parfait et en appliquant la loi de Mariotte, on peut donc, à partir de ces données, déterminer, en partant de la pression atmosphérique, l'augmentation de pression limite à partir de laquelle le volume occupé par une masse déterminée de produit ne varie plus. Par exemple, dans le cas d'un produit à base de charbon, d'air et d'eau et contenant 75% de charbon en poids la pression limite est de l'ordre de 9 bars. On verra donc, dans le circuit d'utilisation 27, 28 et 29, à ne pas atteindre cette pression pour laquelle on déterminerait l'obstruction définitive des conduites.

Cette pression peut se révéler trop faible pour l'alimentation d'un réacteur de gazéification. Cependant, elle a été calculée pour un produit préparé à la pression atmosphérique et à la température ambiante. Or on peut montrer que si le produit est préparé à une pression absolue supérieure à la pression atmosphérique, par exemple de 5 bars, la pression limite peut atteindre 45 bars. D'autre part, la pression limite est fonction également du rapport entre la température d'utilisation et la température de préparation. Ainsi, dans le cas où le produit est préparé à 20°C, on peut augmenter de 10% la pression limite si, au moment de l'utilisation la température est portée à 50°C dans la mesure évidemment, où la mousse reste stable à une telle température.

Sur la figure 4, on a représenté à titre d'exemple une installation de préparation sous pression d'un produit fluide à base de charbon, d'air et d'eau.

La solution aqueuse préparée, comme dans le cas de la figure 3, par mélange de l'eau avec un épaississant puis un émulsifiant, est amenée par une pompe 31 dans un dispositif 3 de préparation de la mousse constitué d'un tube au milieu duquel est placé un venturi 30. L'air est insufflé par un compresseur 32 dans le venturi et s'incorpore ainsi à la solution aqueuse pour former une mousse qui est dirigé vers le mélangeur 4. Celui-ci, qui peut comprendre plusieurs parties en ligne, est constitué essentiellement par un agitateur en forme de ruban hélicoïdal 41 entraîné en rotation autour de son axe par un moteur 42 à l'intérieur d'un fourreau cylindrique 4 muni d'un orifice 43 d'introduction de la mousse, placé à l'extrémité amont dans le sens de circulation du produit résultant de la rotation du ruban hélicoïdal 41. Ce dernier limite d'autre part un espace axial libre dans lequel pénètre un doseur à vis de type connu, com-

prenant une trémie munie à sa base d'une vis entraînée en rotation autour de son axe et qui se prolonge dans un tube 45 débouchant dans l'espace libre délimité par le ruban hélicoïdal 41 dans l'axe du fourreau 4.

De la sorte, la mousse préparée dans le dispositif 3 et introduite par l'orifice 43 dans le fourreau 4 est entraînée vers l'aval le long de la périphérie interne du fourreau par la rotation du ruban 41 et prend en charge le charbon finement divisé, déversé dans la trémie 44 et qui s'incorpore donc à l'intérieur de la mousse avec un débit réglé par la rotation de la vis. On peut ainsi obtenir une dispersion parfaitement homogène des particules solides à l'intérieur de la mousse.

Un tel mélangeur peut fonctionner à une pression faible inférieure à la pression limite, par exemple de trois à six bars et alimenter ainsi une cuve principale 5 maintenue à la pression voulue.

Le produit ainsi préparé peut être stocké à l'avance dans une cuve maintenue sous une pression faible.

Si le produit doit être injecté dans le réacteur sous une pression plus forte, il est intéressant de passer par l'intermédiaire d'une cuve tampon 51 se trouvant sous une pression supérieure à la pression d'utilisation, par exemple dix bars. La cuve tampon 51 est alimentée à partir de la cuve principale 5 par une pompe volumétrique munie d'un dispositif de gavage. En effet, la proportion importante de gaz contenu dans le produit stocké dans la cuve 5 pourrait entraîner un refoulement discontinu et aléatoire. Le dispositif de gavage pourrait être constitué, de façon très simple par une vis d'archimède placée dans le fond de la cuve de stockage 5 et alimentant une pompe volumétrique 52.

A partir de la cuve tampon 51, il est possible d'introduire le produit fluide directement dans le réacteur 6 au moyen d'une conduite d'alimentation 61 munie d'une vanne de laminage 62 assurant la détente du produit jusqu'à la pression voulue.

Si la cuve tampon 51 se trouve à une pression supérieure à la pression d'utilisation, la détente du gaz comprimé contenu dans les bulles au moment de l'injection dans le réacteur favorise la pulvérisation du produit fluide et disperse très efficacement les particules de charbon dans l'enceinte du réacteur. Compte tenu de la finesse des particules qui peut être atteinte grâce au procédé selon l'invention, on obtient une véritable atomisation de la matière combustible dans le réacteur.

D'ailleurs, d'une façon générale, la possibilité d'utiliser, grâce à l'invention, du charbon de granulométrie particulièrement fine représente un avantage important, la valorisation du combustible étant d'autant plus efficace que sa granulométrie est fine puisque le temps nécessaire à la réaction est fonction de la dimension des grains.

On notera aussi que la constitution triphasique du produit, à forte proportion de gaz, diminue les probabilités de chocs des particules contre les parois, puisque les particules sont maintenues à l'intérieur des bulles constituant la mousse et par conséquent diminuent l'érosion des organes d'injection.

Par ailleurs, la possibilité de fabriquer à l'avance le produit sous une forme stable, stockable et di-

rectement utilisable est un avantage important car elle permet de séparer l'installation de fabrication du produit des utilisateurs, ceux-ci n'ayant à prévoir que les dispositifs de mise sous pressions et d'injection dans le réacteur d'un produit fluide déjà préparé.

En outre, pour une même teneur en poids de charge solide, l'utilisation d'un produit sous forme de mousse diminue la perte de charge dans les conduites de transport. Il pourrait donc être intéressant de préparer le produit combustible en un endroit éventuellement très éloigné du lieu d'utilisation, par exemple près d'un lieu de production ou d'importation de charbon et de véhiculer le produit moussieux dans une conduite jusqu'à l'installation de combustion qui pourrait même être distante de plusieurs centaines de km. Grâce à la faible perte de charge, la consommation d'énergie pour le transport serait réduite.

A titre d'exemple on a comparé, pour différents débits massiques, les pertes de charge résultant du transport dans une même conduite d'un produit fluide selon l'invention et d'un mélange classique charbon-eau contenant la même proportion de charbon (constitué à 80% de particules de diamètre inférieur à 80 microns).

Dans cet exemple, le produit selon l'invention avait la composition (en poids) suivante:

charbon:	70%
eau:	28,5%
tensio-actif:	1,5%
stabilisant:	0,07%

la perte de charge augmente assez peu avec le débit massique puisque, dans une conduite de diamètre de 25,5 mm, elle varie de 0,12 à 0,20 Bar/m lorsque le débit passe de 0,10 à 0,25 kg/s.

En revanche, pour un mélange charbon-eau classique contenant 70% de particules de charbon, la perte de charge augmente très rapidement avec le débit et passe de 0,20 à 1,10 Bar/m pour les mêmes débits.

Cette réduction de perte de charge permet donc de transporter sur une longue distance un produit très concentré directement utilisable dans le réacteur.

Bien entendu, les dispositions qui viennent d'être décrites, n'ont été données qu'à titre d'exemple et l'on pourrait utiliser d'autres appareils permettant de réaliser une mousse et d'y incorporer des particules solides.

Par ailleurs, si l'on a décrit le produit dans le cas d'un mélange charbon eau air, il est bien évident que l'on pourrait utiliser un combustible solide différent avec une phase liquide et une phase gazeuse d'autre nature. On notera que, généralement, la proportion de phase liquide doit être aussi faible que possible puisque l'utilisation d'eau diminue le rendement énergétique et qu'un liquide combustible est plus onéreux. En revanche, la phase gazeuse est généralement utile à la réaction et l'on pourrait par exemple utiliser comme phase gazeuse soit un gaz comburant soit un gaz combustible.

## Revendications

1. Produit fluide à vocation énergétique contenant une matière combustible solide finement divi-

sée mise en suspension dans au moins une phase liquide, et susceptible d'être mis en circulation dans une conduite d'alimentation d'une chambre de traitement, caractérisé par le fait que les particules solides (13) sont dispersées de façon homogène à l'intérieur d'une mousse stable réalisée par mélange d'une phase gazeuse avec la phase liquide additionnée de produits stabilisants et émulsifiants, et que la phase liquide est constituée uniquement par de fines pellicules (12) reliant entre elles les particules solides (13) et limitant des bulles gazeuses (11) qui occupent les espaces entre les particules solides (13).

2. Produit fluide énergétique selon revendication 1, caractérisé par le fait que la proportion en poids de phase solide peut atteindre au moins 75%.

3. Produit fluide énergétique selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait que la matière combustible solide est un charbon pulvérisé.

4. Produit fluide énergétique selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que la phase gazeuse est un gaz comburant.

5. Produit fluide énergétique selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que la phase gazeuse est un gaz combustible.

6. Produit fluide énergétique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le produit stabilisant est une carboxyméthylcellulose et le produit émulsifiant un tensio-actif du genre alkylarylsulfonate.

7. Procédé d'alimentation d'une chambre de réaction (6) par une matière combustible solide finement divisée mise en suspension dans au moins une phase liquide pour former un produit fluide susceptible d'être mis en circulation dans une conduite d'alimentation (61) débouchant dans la chambre de réaction (6), caractérisé par le fait que l'on disperse de façon homogène les particules (13) de matière solide dans une mousse stable (1) réalisée par mélange d'une phase gazeuse avec la phase liquide additionnée d'un produit stabilisant et d'un produit émulsifiant et ne contenant que la quantité de phase liquide nécessaire à la formation des pellicules (12) reliant entre elles les particules solides (13) et limitant les bulles gazeuses (11) occupant les espaces entre les particules (13), ladite mousse (1) étant ensuite mise en circulation dans la conduite d'alimentation de la chambre de réaction.

8. Procédé selon la revendication 7 d'alimentation en matière combustible, caractérisé par le fait que l'on réalise tout d'abord une mousse par brassage énergétique de la phase liquide avec la phase gazeuse et que l'on disperse ensuite les particules solides dans la mousse ainsi préparée, celle-ci pouvant être stockée à l'avance pour une utilisation ultérieure.

9. Procédé selon l'une des revendications 7 et 8 d'alimentation en matière combustible d'une chambre de réaction (6), caractérisé par le fait qu'avant son introduction dans la chambre (6), le produit fluide (1) est soumis à une augmentation de pression susceptible d'augmenter la proportion de matière solide (13) par unité de volume jusqu'à une pression inférieure à la pression limite à partir de laquelle le volume du produit comprimé reste constant.

10. Procédé selon l'une des revendications 7, 8 et 9 d'alimentation d'une chambre de réaction (6) en

matière combustible, caractérisé par le fait que l'on prépare le produit fluide en un endroit éloigné du lieu d'utilisation, la chambre de réaction étant reliée au dispositif de préparation par un circuit d'alimentation de grande longueur.

## Patentansprüche

1. Energiehaltiges fließfähiges Produkt, enthaltend einen fein verteilten festen Stoff, der in wenigstens einer flüssigen Phase suspendiert ist und in einer Speiseleitung einer Behandlungskammer umgewälzt werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass die festen Teilchen (13) in einem stabilen Schaum gleichmässig verteilt sind, der durch Mischen einer gasförmigen Phase mit der zugesetzten flüssigen Phase von stabilisierenden und emulgierenden Produkten hergestellt wird, und dass die flüssige Phase ausschliesslich durch dünne Häute (12) gebildet ist, die die festen Teilchen (13) miteinander verbinden und Gasbläschen (11) begrenzen, die die Räume zwischen den festen Teilchen (13) einnehmen.

2. Energiehaltiges fließfähiges Produkt nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Gewichtsanteil der festen Phase wenigstens 75% erreichen kann.

3. Energiehaltiges fließfähiges Produkt nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der feste brennbare Stoff Kohlenstaub ist.

4. Energiehaltiges fließfähiges Produkt nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die gasförmige Phase ein sauerstofftragendes Gas ist.

5. Energiehaltiges fließfähiges Produkt nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die gasförmige Phase ein verbrennbares Gas ist.

6. Energiehaltiges fließfähiges Produkt nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das stabilisierende Produkt eine Carboxymethylcellulose und das emulgierende Produkt ein Tensid nach Art des Alkylarylsulfonats ist.

7. Verfahren zur Speisung einer Reaktionskammer (6) mit einem fein verteilten festen brennbaren Stoff, der in wenigstens einer flüssigen Phase suspendiert ist zur Bildung eines fließfähigen Produkts, das in einer in der Reaktionskammer (6) mündenden Speiseleitung (6) umgewälzt werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass man die Teilchen (13) aus festem Stoff in einem stabilen Schaum (1) gleichmässig verteilt, der hergestellt wird durch Mischen einer gasförmigen Phase mit der flüssigen Phase, der ein stabilisierendes Produkt und ein emulgierendes Produkt zugesetzt wird und die nur die Menge an flüssiger Phase enthält, die zur Bildung der Häute (12) erforderlich ist, die die festen Teilchen (13) miteinander verbinden und die Gasbläschen (11) begrenzen, die die Zwischenräume zwischen den Teilchen (13) einnehmen, wonach der Schaum (1) in der Speiseleitung der Reaktionskammer umgewälzt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7 zur Speisung mit einem brennbaren Stoff, dadurch gekennzeichnet, dass man zunächst einen Schaum herstellt durch

heftiges Umrühren der flüssigen Phase mit der gasförmigen Phase, und dass man dann die festen Teilchen in dem auf diese Weise bereiteten Schaum verteilt, der zunächst zur späteren Verwendung gespeichert werden kann.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 und 8 zur Speisung einer Reaktionskammer (6) mit einem brennbaren Stoff, dadurch gekennzeichnet, dass das fließfähige Produkt (1) vor seiner Einführung in die Kammer (6) einer Druckerhöhung unterworfen wird, die den Anteil an festem Brennstoff (13) je Volumeneinheit bis zu einem Druck erhöhen kann, der kleiner als der Grenzdruck ist, ab welchem das Volumen des zusammengedrückten Produkts konstant bleibt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7, 8 und 9 zur Speisung einer Reaktionskammer (6) mit einem brennbaren Stoff, dadurch gekennzeichnet, dass man das fließfähige Produkt an einem vom Verbrauchsort entfernten Ort bereitet, wobei die Reaktionskammer über eine Speiseleitung von grosser Länge mit der Aufbereitungsvorrichtung verbunden ist.

## Claims

1. Energetic fluid product containing a finely divided solid combustible matter suspended in at least one liquid phase and capable of being circulated in a duct for feeding a treatment chamber, wherein the solid particles (13) are homogeneously dispersed within a stable foam produced by mixing a gas phase with the liquid phase to which stabilizing and emulsifying products have been added, and the liquid phase consists solely of fine films (12) connecting the solid particles (13) together and confining the gas bubbles (11) which occupy the spaces between the solid particles (13).

2. Energetic fluid product as claimed in claim 1, wherein the proportion by weight of solid phase can reach approximately 75%.

3. Energetic fluid product as claimed in one of claims 1 or 2, wherein the solid combustible matter is a powdered coal.

4. Energetic fluid product as claimed in one of claims 1 to 3, wherein the gas phase is a combustible gas.

5. Energetic fluid product as claimed in one of claims 1 to 4, wherein the gas phase is a fuel gas.

6. Energetic fluid product as claimed in claim 1, wherein the stabilizing product is a carboxymethylcellulose and the emulsifying product is a surfactant of the alkylarylsulfonate type.

7. Process for supplying a reaction chamber (6) with a finely divided solid combustible matter suspended in at least one liquid phase to form a fluid product capable of being circulated in a feed line (61) opening out in the reaction chamber (6), wherein the particles (13) of solid matter are dispersed homogeneously in a stable foam (1) produced by mixing a gas phase with a liquid phase to which a stabilizing product and an emulsifying product have been added and containing only the quantity of liquid phase required for the formation of films (12) con-

necting the solid particles (13) together and confining the gas bubbles (11) occupying the spaces between the particles (13), the said foam (1) being then made to circulate in the line for supplying the reaction chamber.

8. Process as claimed in claim 7 for supplying a combustible matter, wherein a foam is first produced by vigorous mixing of the liquid phase with the gas phase and the solid particles are then dispersed in the foam thus prepared, the latter being capable of being stored in advance with a view to subsequent use.

9. Process as claimed in one of claims 7 and 8 for supplying a reaction chamber (6) with a combustible

matter, wherein, before its entry into the chamber (6), the fluid product (1) is subjected to a pressure rise capable of increasing the proportion of solid matter (13) per unit volume up to a pressure below the limiting pressure beyond which the volume of the compressed product remains constant.

10. Process as claimed in any one of claims 7, 8 and 9 for supplying a reaction chamber (6) with a combustible matter, wherein the fluid product is prepared in a place located very far from the place of utilization, the reaction chamber being connected with the preparation device by a very long supply pipe.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

7

Fig 1

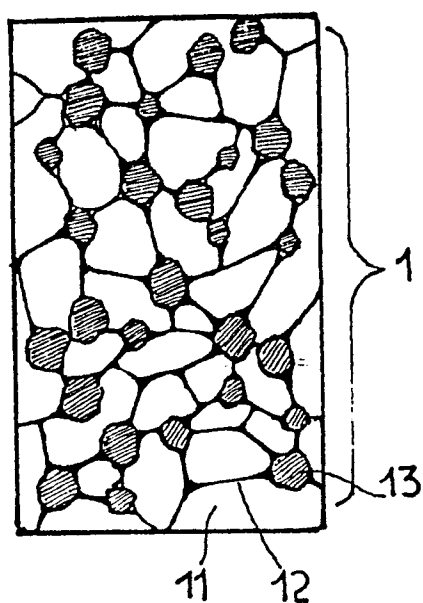


Fig 2

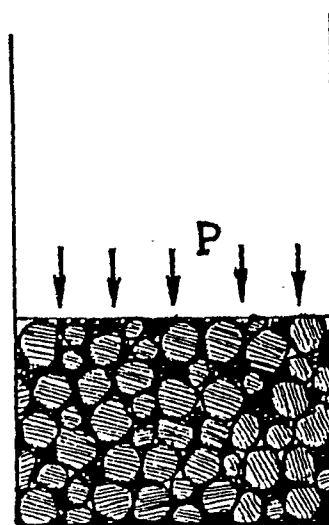


Fig 3

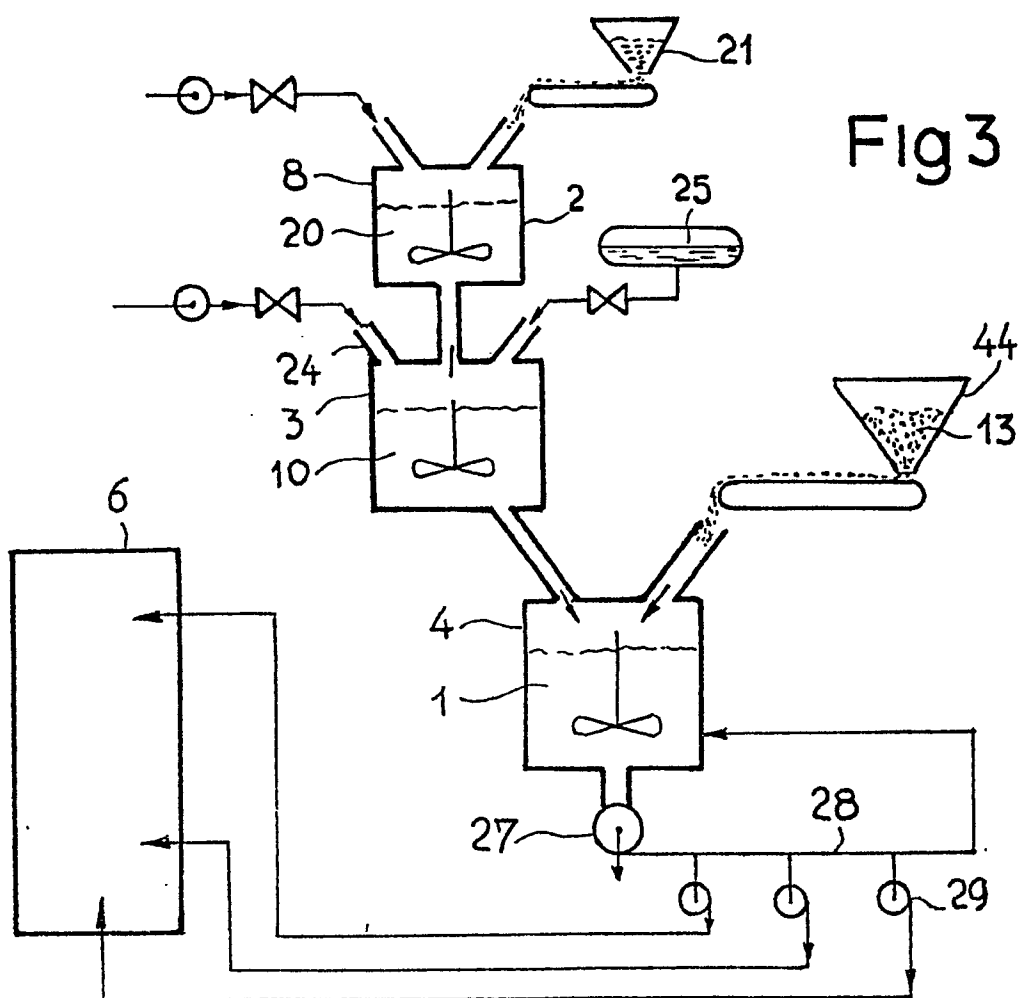




Fig 4

