



SPF ECONOMIE, P.M.E.,  
CLASSES MOYENNES & ENERGIE

NUMERO DE PUBLICATION : 1015083A3  
NUMERO DE DEPOT : 2002/0503  
Classif. Internat. : C21B  
Date de délivrance le : 07 Septembre 2004

Le Ministre de l'Economie,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 26 Août 2002 à 15H00 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

## ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES ASBL  
Avenue Ariane 5, B-1200 BRUXELLES(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : VAN MALDEREN MICHEL, OFFICE VAN MALDEREN, BD. DE LA  
SAUVENIERE 85/043 - B 4000 LIEGE.

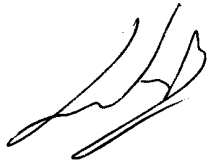
un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PROCEDE POUR ACCROITRE LA QUANTITE DE CHARBON CONSOMME AUX TUYERES D'UN HAUT-FOURNEAU.

INVENTEUR(S) : Munnix René, rue de Maestricht 124, B-4051 Battice (BE); Danloy Gérard, allé des Rouges-Gorges 5, B-4031 Liege (BE)


ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Pour expédition certifiée conforme

Bruxelles, le 07 Septembre 2004  
PAR DELEGATION SPECIALE :



L. WUYTS  
CONSEILLER



L. WUYTS  
CONSEILLER

2002/0503

5

PROCEDE POUR ACCROITRE LA QUANTITE DE CHARBON  
CONSOMMEE AUX TUYERES D'UN HAUT-FOURNEAU

Objet de l'invention

10 [0001] La présente invention se rapporte à un procédé pour augmenter la quantité de charbon consommée aux tuyères d'un haut-fourneau dans le but final de réduire sa consommation de coke.

15 Arrière-plan technologique et état de la technique

[0002] La majeure partie des aciers vendus dans le monde sont élaborés à partir d'une fonte produite dans des hauts-fourneaux.

[0003] Cette fonte est obtenue en soufflant des gaz réducteurs chauds à travers un lit poreux de matières ferrifères et de coke. Les matières ferrifères contiennent des oxydes de fer, essentiellement  $Fe_2O_3$  et  $Fe_3O_4$ , et sont utilisées sous forme de minerai rocheux, d'aggloméré ou de pellet. Les gaz réducteurs chauds sont obtenus par la  
20 combustion du coke, ce dernier pouvant être partiellement remplacé par d'autres combustibles hydrocarbonés, ladite combustion s'effectuant au contact de l'air chaud injecté par des tuyères situées dans la partie inférieure du haut-  
25 fourneau.

30 [0004] Le haut-fourneau est un réacteur dans lequel des gaz et des solides circulent à contre-courant. En effet, les solides sont introduits au sommet du haut-fourneau et ils descendent lentement vers la partie inférieure de l'enceinte formant ledit haut-fourneau. Ces

solides sont progressivement échauffés et réduits par les gaz réducteurs chauds qui circulent de bas en haut dans l'enceinte.

[0005] On a aussi observé que tant que la  
5 température des solides est inférieure à environ 950 °C, la réduction des oxydes de fer, successivement en  $Fe_3O_4$ , puis en  $FeO$  et partiellement en  $Fe$ (métal), est totalement réalisée par les gaz, sans aucune consommation de coke, car le  $CO_2$  présent est à une température insuffisante pour  
10 réagir significativement avec le carbone du coke.

[0006] Cependant, dès que la température des solides dépasse le niveau d'environ 950 °C, la réduction des oxydes de fer, essentiellement réduction de  $FeO$  en  $Fe$ (métal), se poursuit de la même façon, mais elle s'accompagne d'une  
15 réaction supplémentaire car le  $CO_2$  réagit partiellement ou totalement avec le carbone du coke et génère ainsi du  $CO$ . Cette dernière réaction est relativement préjudiciable dans le bilan énergétique global, car elle est fortement endothermique et nécessite par conséquent la combustion de  
20 grandes quantités de coke aux tuyères.

[0007] Lorsque la température des solides atteint environ 1200 °C, les matières ferrifères ramollissent et fondent, et si la réduction n'est pas complètement terminée, elle se poursuit essentiellement par réaction du  
25  $FeO$  liquide avec le coke.

[0008] Après fusion et réduction complète des matières ferrifères, deux liquides se forment et se séparent : d'une part, la fonte qui est essentiellement constituée de fer et de carbone d'une teneur d'environ 4,5  
30 % quand elle est extraite du creuset et, d'autre part, le laitier qui contient les matières minérales de la gangue généralement associée aux oxydes de fer ainsi que les cendres du coke et/ou des combustibles de substitution consommés. Ces deux phases liquides décantent dans le

creuset du haut-fourneau car leurs densités sont très différentes, respectivement  $2,6 \text{ kg/dm}^3$  pour le laitier et  $6,7 \text{ kg/dm}^3$  pour la fonte. En cours de fonctionnement du haut-fourneau, la fonte et le laitier sont extraits  
5 périodiquement du creuset par un ou plusieurs trous de coulée prévus à cet effet.

[0009] Bien que le haut-fourneau soit un réacteur très performant, tant du point de vue chimique qu'énergétique, son bon fonctionnement requiert toutefois  
10 des quantités importantes de coke, environ 470 kg par tonne de fonte, lorsque tout l'agent réducteur est fourni uniquement sous forme de coke.

[0010] Or, il s'avère que la production de coke est coûteuse car d'une part, elle nécessite de gros  
15 investissements au niveau des installations, et d'autre part, elle engendre une importante pollution de l'environnement tant au niveau de l'atmosphère que de l'eau, ce qui en augmente les frais d'exploitation.

[0011] Dès lors, la tendance actuelle des hauts-  
20 fournistes est de réduire leurs besoins en coke en injectant aux tuyères du haut-fourneau des matières de substitution telles que du charbon, du fuel-oil ou du gaz naturel. Ainsi, à l'heure actuelle, l'injection de charbon est particulièrement intéressante d'un point de vue  
25 économique.

[0012] Le charbon à injecter aux tuyères est préparé dans une installation située généralement à proximité du haut-fourneau. La préparation consiste d'une part à sécher le charbon pour ramener son humidité aux alentours de 1% et  
30 d'autre part à le broyer à la granulométrie désirée. Classiquement, il est ainsi broyé à moins de 100 microns environ (charbon pulvérulent) ou aussi, dans certains cas, à moins de 3 mm environ (charbon dit "granulaire").

[0013] La préparation du charbon est généralement limitée aux opérations de broyage et de séchage. Cependant, un procédé récent, protégé d'ailleurs par une demande de brevet internationale (WO-A-99/20 800), est actuellement en phase d'expérimentation industrielle en Allemagne. Ce procédé consiste essentiellement à préchauffer un agent réducteur, c'est-à-dire du charbon, dans un échangeur de chaleur avant son injection par des moyens pneumatiques dans le haut-fourneau. Le courant de distribution pneumatique est subdivisé selon une pluralité de lignes parallèles comprenant chacune un échangeur. L'intérêt de préchauffer le charbon réside d'une part dans l'apport d'un supplément de chaleur (chaleur sensible) dans le bas du haut-fourneau, et d'autre part, dans une diminution du temps d'échauffement du charbon à l'intérieur du haut-fourneau, résultant en une augmentation de sa vitesse de gazéification, et donc en une gazéification plus complète.

[0014] Dans la suite de l'exposé, on entendra par "gazéification" toute réaction partielle ou totale d'un agent hydrocarboné avec de l'oxygène pour donner du CO et/ou du CO<sub>2</sub>. En outre, une gazéification est dite d'autant plus complète que la teneur en carbone et en hydrogène dans le résidu solide est plus faible.

[0015] Le charbon ainsi préparé est ensuite injecté dans le courant de vent chaud 3 pénétrant à l'intérieur du haut-fourneau 1 par les tuyères 2, tel qu'illustré à la figure 1. Cette injection se fait au moyen d'une lance 4, quelquefois appelée canne d'injection, introduite obliquement dans la tuyère, et généralement constituée d'un simple tube dans lequel circule le charbon transporté par un courant d'azote ou d'air sous pression. Dès sa sortie de la lance d'injection, le charbon est donc mis en contact et mélangé plus ou moins bien avec le courant de vent chaud, à une température de l'ordre de 1000 °C à 1300 °C, qui

l'emporte au travers de la tuyère à l'intérieur du haut-fourneau. Vu sa grande énergie cinétique, ce mélange vent-charbon crée une cavité 5 à l'intérieur du massif de coke présent à cet endroit. Des morceaux de coke circulent à l'intérieur de cette cavité 5, appelée pour cette raison "cavité tourbillonnaire".

[0016] Au cours de son trajet dans la tuyère et dans la cavité tourbillonnaire, le charbon injecté subit les phénomènes suivants :

- 10 - un échauffement ;
- une évaporation de l'humidité ;
- un dégagement de matières volatiles, appelé pyrolyse ;
- des réactions de craquage et d'oxydation de certains composants de ces matières volatiles tels que CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et autres hydrocarbures. Le CO<sub>2</sub> et le H<sub>2</sub>O ainsi formés réagissent cependant tôt ou tard avec le carbone du charbon ou du coke pour donner CO et H<sub>2</sub>. Au total, on parle donc d'oxydation partielle des matières volatiles ;
- 15 - une gazéification du charbon résiduel, appelé souvent "semi-coke" ; cette gazéification est le résultat de plusieurs réactions chimiques, les principales étant l'oxydation du carbone par l'oxygène du vent susmentionné en CO et CO<sub>2</sub>, ainsi que la réaction du CO<sub>2</sub> avec le carbone du charbon et du coke pour donner du CO.

25 [0017] Dans la cavité tourbillonnaire, le semi-coke est donc en compétition avec le coke pour réagir avec l'oxygène du vent, si bien qu'aux taux d'injection élevés, il n'est pas gazéifié complètement et des particules de semi-coke pénètrent dans le massif de coke entourant la cavité. Tant que le taux d'injection de charbon reste inférieure à une certaine limite, qui est de l'ordre de 200 kg de charbon par tonne de fonte dans les conditions actuelles d'injection, ces particules de semi-coke 6 sont

consommées par divers phénomènes métallurgiques se produisant dans le haut-fourneau. Parmi ceux-ci, citons la dissolution dans la fonte, la réaction avec le FeO du laitier et la réaction avec le CO<sub>2</sub> produit par réduction  
5 des oxydes de fer. Pour des taux d'injection de charbon supérieurs à cette limite, des particules 7 contenant du carbone sont rejetées par le gaz de gueulard, ce qui constitue un gaspillage de charbon coûteux.

[0018] Il faut aussi signaler que même lorsque le  
10 taux d'injection de charbon reste inférieur à la limite précitée, les particules de semi-coke réduisent, par leur simple présence, la perméabilité du lit de coke présent dans la partie basse du haut-fourneau, ce qui peut conduire à une modification de l'écoulement des gaz, des liquides et  
15 des solides éventuellement préjudiciable à la bonne marche de l'installation. De plus, ces particules peuvent, par moments, s'accumuler en des endroits préférentiels et, pour les mêmes raisons, obliger l'opérateur à réduire le taux d'injection de charbon.

20 [0019] En pratique, les taux d'injection réalisables sur de longues périodes, en marche stable, c'est-à-dire sans perturber la descente des solides, l'écoulement des gaz et les phénomènes de réduction et de fusion des matières ferrifères et aussi en évitant une dégradation  
25 trop rapide de l'installation, s'élèvent au maximum à environ 200 kg de charbon par tonne de fonte, ce qui est la valeur précitée. Dans ces conditions, on doit constater que les besoins en coke s'élèvent encore à environ 300 kg par tonne de fonte.

30 [0020] Comme expliqué ci-dessus, cette limite résulte notamment de l'impossibilité, dans les conditions d'injection de l'état de la technique, d'enflammer et de gazéifier complètement des quantités plus élevées de charbon. Parmi ces conditions d'injection, l'une des plus

importantes est le temps de résidence des particules de charbon dans la cavité tourbillonnaire. Ce temps de résidence, qui est de l'ordre de 10 à 30 millisecondes, est un facteur important de limitation du déroulement des phénomènes précités.

[0021] De plus, il est connu qu'il est difficile d'augmenter la consommation de charbon par préchauffage à des températures supérieures à 300 °C environ. En effet, entre 300 et 600 °C typiquement, le charbon se ramollit et forme des goudrons dont la présence est prohibitive vu qu'ils souillent l'appareillage et bouchent les tubulures, conduits, etc.

#### Buts de l'invention

15 [0022] La présente invention vise à fournir une solution qui permette de s'affranchir des inconvénients et limitations de l'état de la technique.

[0023] L'invention a pour but d'augmenter la quantité de charbon consommée aux tuyères du haut-fourneau en vue de réduire finalement la consommation de coke dans ledit haut-fourneau, avec comme conséquence une réduction des besoins massiques en coke par tonne de fonte produite, par rapport aux limites actuelles de l'état de la technique.

25 [0024] L'invention vise ainsi à réaliser une partie des phénomènes de gazéification du charbon en dehors du haut-fourneau afin de consacrer au phénomène de gazéification du semi-coke une part plus importante du temps de résidence des particules dans la zone  
30 tourbillonnaire.

#### Principaux éléments caractéristiques de l'invention

[0025] Un premier aspect de la présente invention se rapporte à un procédé pour augmenter la quantité de charbon

consommée aux tuyères d'un four à cuve, de préférence un haut-fourneau, ledit charbon étant préparé et chauffé dans une installation distincte du four à cuve à une température supérieure à 600 °C, puis injecté via les tuyères sous  
5 forme d'un mélange avec un courant d'air chaud à l'intérieur du four à cuve où ledit mélange crée, grâce à son énergie cinétique, une cavité, appelée cavité tourbillonnaire. Selon l'invention, des réactions de gazéification du charbon, de préférence au moins un  
10 dégagement total ou partiel des matières volatiles ainsi que des réactions de craquage et d'oxydation partielle de certains composants de ces matières volatiles, sont réalisés en dehors dudit four à cuve dans un réacteur pressurisé, à la sortie duquel ledit charbon a été  
15 transformé en un mélange de particules de charbon résiduel, appelé semi-coke et de gaz, pour consacrer une part plus importante du temps de résidence desdites particules dans la cavité tourbillonnaire au phénomène de gazéification du semi-coke.

20 [0026] Le fait de convertir le charbon en semi-coke par un chauffage préalable à haute température permet ainsi d'obtenir une gazéification plus poussée, et partant une plus grande consommation, du semi-coke au sein de la cavité tourbillonnaire, une plus grande fraction du temps de  
25 séjour total dans cette cavité, typiquement 10 à 30 millisecondes, étant consacrée à cette gazéification.

[0027] Avantagement, la chaleur nécessaire à la réalisation desdites réactions de gazéification du charbon est produite dans le réacteur lui-même par oxydation  
30 partielle d'une partie dudit charbon par un gaz comburant injecté et/ou brûlé dans ledit réacteur, ledit gaz comburant étant de préférence de l'oxygène pur de qualité technique ou de l'air, froid ou préchauffé, éventuellement enrichi en oxygène. L'oxygène de qualité technique sera

défini de manière opérationnelle comme étant de l'oxygène mélangé à moins de 20% d'azote ou d'autres gaz.

[0028] Le procédé de l'invention se révèle particulièrement performant pour un mélange de semi-coke et  
5 des gaz résultant desdites réactions de gazéification porté à une température ( $T_s$ ), comprise entre 600 °C et 1600 °C, et de préférence entre 900 °C et 1300 °C. Le choix de ces plages de température est dicté par la nécessité de se  
10 trouver en dehors de la zone de formation de goudrons, telle que susmentionnée. Le fonctionnement à des températures encore plus élevées impliquerait des problèmes prohibitifs de pertes thermiques et de tenue des réfractaires.

[0029] La pression régnant dans le réacteur  
15 pressurisé est avantageusement supérieure à la pression régnant dans la cavité tourbillonnaire ou encore à celle régnant dans la conduite d'amenée de l'air chaud dans la tuyère.

[0030] Le charbon injecté se présente de préférence  
20 sous la forme de charbon pulvérisé ou granulaire. On peut également remplacer le charbon par un autre combustible solide hydrocarboné dont la granulométrie permet un transport pneumatique, de préférence un combustible à base de matières plastiques ou de déchets ménagers.

25 [0031] Selon une forme d'exécution préférée, le réacteur est équipé d'un brûleur au gaz naturel pour faciliter le démarrage desdites réactions de gazéification.

[0032] Un second aspect de l'invention concerne un  
30 dispositif pour la mise en œuvre du procédé, caractérisé en ce qu'il comprend un réacteur pressurisé :

- équipé d'un brûleur, de préférence au gaz naturel ;
- connecté en entrée à au moins un conduit d'amenée de charbon et au moins un conduit d'amenée de gaz comburant ;

- connecté en sortie aux tuyères d'entrée d'un four à cuve, de préférence un haut-fourneau, contenant des oxydes de fer et du coke dans lequel est créée une cavité tourbillonnaire, ladite liaison en sortie se faisant, de préférence, via une lance ou canne d'injection, branchée sur un conduit d'amenée de vent chaud.

[0033] Selon un mode de réalisation préféré, la pression du gaz comburant à l'intérieur du réacteur est comprise entre 1 et 5 bars relatifs. Le mélange réactionnel de charbon et de vent chaud à l'entrée des tuyères est à une température comprise entre 1000 et 1250 °C. La température du charbon injecté dans le réacteur est à une température d'environ 100 °C. La nécessité de pressuriser le réacteur à une pression supérieure à celle de la cavité tourbillonnaire (typiquement entre 1 et 4 bars relatifs) est dictée par le souhait de transporter les matières injectées dans le haut-fourneau par la voie naturelle.

[0034] Une alternative au réacteur pressurisé est un réacteur à la pression atmosphérique, une surpression étant réalisée dans la lance ou canne d'injection par un compresseur sis au niveau de ladite lance ou canne. Cependant cette solution présente des inconvénients, dans la mesure où, aux hautes températures de fonctionnement utilisées, les solides traversant la lance d'injection sont corrosifs et donc susceptibles d'endommager ledit compresseur ou toute vanne intermédiaire.

### Brève description des figures

[0035] La figure 1, dont il est fait mention ci-dessus, représente schématiquement le dispositif d'injection de charbon par les tuyères à l'intérieur d'un haut-fourneau, selon l'état de la technique.

[0036] La figure 2 illustre schématiquement le principe de base qui sous-tend la présente invention.

[0037] On a porté sur les figures des valeurs indicatives de certains paramètres physiques (température, vitesse, pression, etc.) qui sont typiques pour des formes d'exécution particulières de l'invention.

#### Description détaillée de l'invention

[0038] Le principe à la base de la présente invention est illustré sous forme d'une installation schématisée, purement indicative et non limitative à la figure 2.

[0039] Les phénomènes de gazéification du charbon que l'invention propose de réaliser essentiellement en dehors du haut-fourneau sont les suivants :

- échauffement du charbon jusqu'à une température  $T_s$ ,
- évaporation de l'humidité, dégagement des matières volatiles,
- craquage et oxydation partielle de ces matières volatiles,
- gazéification partielle du semi-coke ainsi formé.

Ces phénomènes seront réalisés dans un réacteur pressurisé adéquat, alimenté en charbon "pulvérisé" ou "granulaire", à la sortie duquel le charbon aura été transformé en un mélange de semi-coke et de gaz, constitué essentiellement mais pas exclusivement de  $CO$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$  et  $N_2$  et porté à la température  $T_s$ .

[0040] Pour assurer l'équilibre thermique du réacteur mentionné ci-dessus, de l'oxygène de qualité technique y est injecté afin qu'il produise de la chaleur par réaction avec le charbon, le semi-coke en formation et les matières volatiles dégagées. Afin de faciliter le démarrage des réactions se produisant dans le

réacteur, on peut utiliser, par exemple, un brûleur au gaz naturel 14.

[0041] La température  $T_s$  est un paramètre du procédé qui peut être réglé en agissant sur le rapport entre le  
5 débit d'oxygène et le débit de charbon alimentant le réacteur mentionné ci-dessus. Cette température  $T_s$  doit être au moins de 600 °C et préférentiellement 900 °C de manière à assurer une dévolatilisation suffisante du  
10. gazéification du charbon en dehors du haut-fourneau. Cependant, au-delà de 1300 °C, les connaissances actuelles font penser que les difficultés de mise en œuvre du procédé seront probablement telles que l'on devra éviter ce domaine de température.

15 [0042] Le réacteur 11 mentionné ci-dessus est pressurisé à une pression au moins supérieure à la pression régnant dans la conduite d'amenée 15 du vent chaud 3, afin de permettre un transfert du mélange semi-coke gaz depuis le réacteur jusque dans la cavité tourbillonnaire 5 via la  
20 ou les tuyères 2.

[0043] Le réacteur 11 mentionné ci-dessus peut servir à l'alimentation d'une seule ou de plusieurs tuyères.

[0044] On notera également que l'invention  
25 s'applique à tous les types de charbons pour autant que leur granulométrie en permette un transport pneumatique. Plus généralement, elle s'applique également à tout combustible solide carboné dont la granulométrie permet un transport pneumatique.

Principaux avantages du procédé

[0045] En se basant sur certaines études de laboratoire présentées dans la littérature technique, les phénomènes de gazéification du charbon que l'invention propose de réaliser majoritairement en dehors du haut-fourneau peuvent représenter jusqu'à 40% du temps requis pour la gazéification complète du charbon. Le temps économisé peut ainsi être consacré au phénomène de gazéification du semi-coke dans la cavité tourbillonnaire, résultant en une gazéification plus complète, mise à profit par le haut-fourneuse pour augmenter le taux d'injection de charbon et réduire, par conséquent, la consommation de coke.

[0046] Une réduction de la consommation de coke est intéressante parce que celui-ci coûte plus cher que le charbon injecté au haut-fourneau. De plus, la production de coke s'accompagne d'émissions polluantes pour l'atmosphère et pour l'eau.

[0047] Accessoirement, une économie supplémentaire de coke peut être réalisée si une partie des besoins thermiques du réacteur est apportée par de la chaleur étrangère aux réactions chimiques se produisant dans le réacteur. Ce serait par exemple le cas si le réacteur était pourvu d'une double enveloppe ou d'un échangeur de chaleur interne permettant d'acquérir tout ou partie de la chaleur d'un fluide chaud quelconque tel que de la vapeur. Ce serait aussi le cas si on préchauffait les réactifs alimentant le réacteur.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé pour augmenter la quantité de charbon (4) consommée aux tuyères (2) d'un four à cuve (1), de préférence un haut-fourneau, ledit charbon étant préparé et chauffé dans une installation distincte du four à cuve (1), puis injecté via les tuyères (2) sous forme d'un mélange (16) avec un courant d'air chaud (3) à l'intérieur du four à cuve (1) où ledit mélange (16) crée, grâce à son énergie cinétique, une cavité (5), appelée cavité tourbillonnaire, caractérisé en ce que des réactions de gazéification du charbon (4), de préférence au moins un dégagement total ou partiel des matières volatiles ainsi que des réactions de craquage et d'oxydation partielle de certains composants de ces matières volatiles, sont réalisés en dehors dudit four à cuve (1) dans un réacteur pressurisé (11), à la sortie duquel ledit charbon (4) a été transformé en un mélange (12) de particules de charbon résiduel, appelé semi-coke et de gaz, pour consacrer une part plus importante du temps de résidence desdites particules dans la cavité tourbillonnaire (5) au phénomène de gazéification du semi-coke.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la chaleur nécessaire à la réalisation desdites réactions de gazéification du charbon est produite dans le réacteur (11) lui-même par oxydation partielle d'une partie dudit charbon (4) par un gaz comburant (13) injecté dans ledit réacteur (11).

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit gaz comburant (13) est de l'oxygène pur de qualité technique.

4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que le mélange de semi-coke et des gaz résultant desdites réactions de gazéification est porté à

une température ( $T_s$ ), comprise entre 600 °C et 1600 °C; de préférence entre 900 °C et 1300 °C.

5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'on remplace, en partie ou totalement, 5 l'oxygène technique (13) par de l'air, froid ou préchauffé, éventuellement enrichi en oxygène.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la 10 pression régnant dans le réacteur pressurisé (11) est supérieure à la pression régnant dans la cavité tourbillonnaire (5).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit 15 réacteur (11) est pressurisé à une pression supérieure à celle régnant dans la conduite (15) d'amenée de l'air chaud (3) dans la tuyère (2), de préférence une pression supérieure à une valeur comprise entre 1 et 4 bars relatifs.

8. Procédé selon l'une quelconque des 20 revendications précédentes, caractérisé en ce que le charbon (4) est injecté sous la forme de charbon pulvérisé ou granulaire.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'on remplace le 25 charbon (4) par un autre combustible solide hydrocarboné dont la granulométrie permet un transport pneumatique, de préférence un combustible à base de matières plastiques ou de déchets ménagers.

10. Procédé selon l'une quelconque des 30 revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit réacteur (11) est équipé d'un brûleur au gaz naturel (14) pour faciliter le démarrage desdites réactions de gazéification.

11. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend un réacteur pressurisé (11) :

- 5 - équipé d'un brûleur, de préférence au gaz naturel (14) ;
- connecté en entrée à au moins un conduit d'amenée de charbon (4) et au moins un conduit d'amenée de gaz comburant (13) ;
- connecté en sortie aux tuyères d'entrée (2) d'un four à cuve (1), de préférence un haut-fourneau, contenant des oxydes de fer et du coke dans lequel est créée une cavité tourbillonnaire (5), ladite liaison en sortie se faisant, de préférence, via une lance ou canne d'injection (12) branchée sur un conduit d'amenée de vent chaud (15).

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisée en ce que la pression du gaz comburant à l'intérieur du réacteur est comprise entre 1 et 5 bars relatifs.

20 13. Dispositif selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que le mélange réactionnel de charbon (4) et de vent chaud (15) à l'entrée des tuyères (2) est à une température comprise entre 1000 et 1250 °C.

25 14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que la température du charbon (4) injecté dans le réacteur (11) est à une température d'environ 100 °C.

30 15. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que le réacteur (11) est à la pression atmosphérique, une surpression étant réalisée dans la lance ou canne d'injection (12) par un compresseur sis au niveau de ladite lance ou canne d'injection (12).

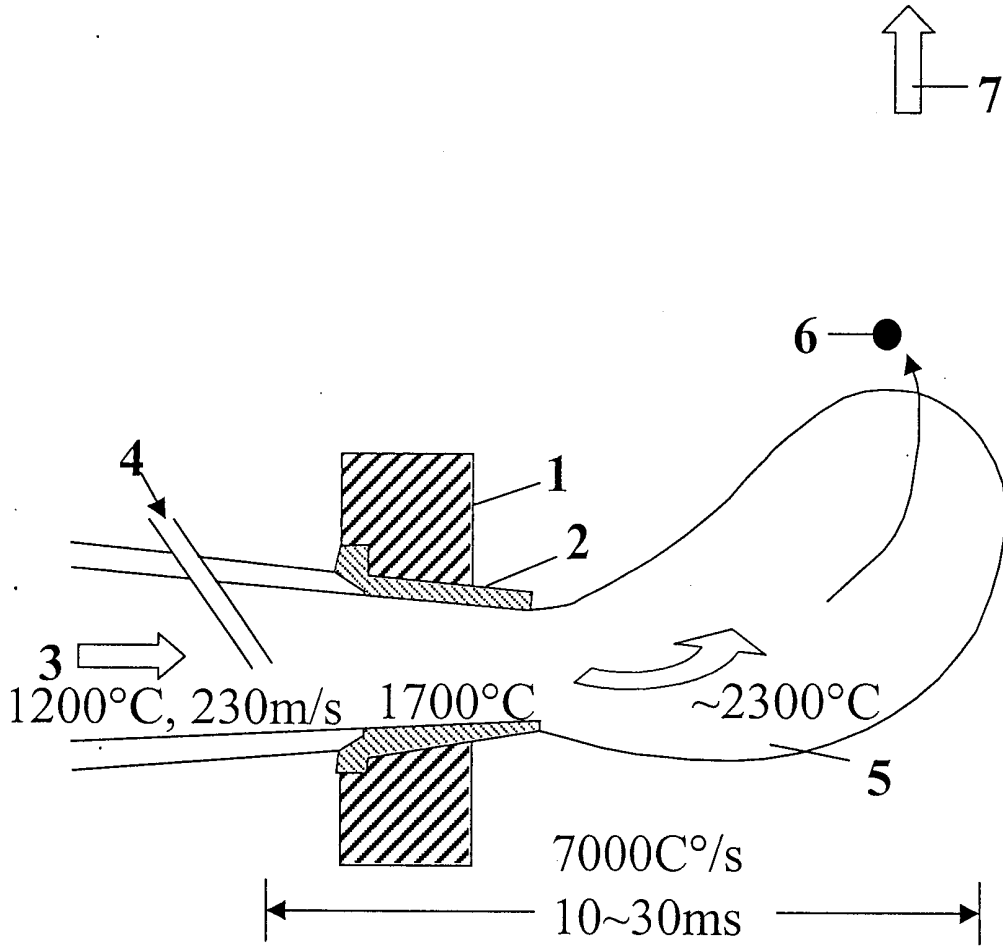


Fig. 1

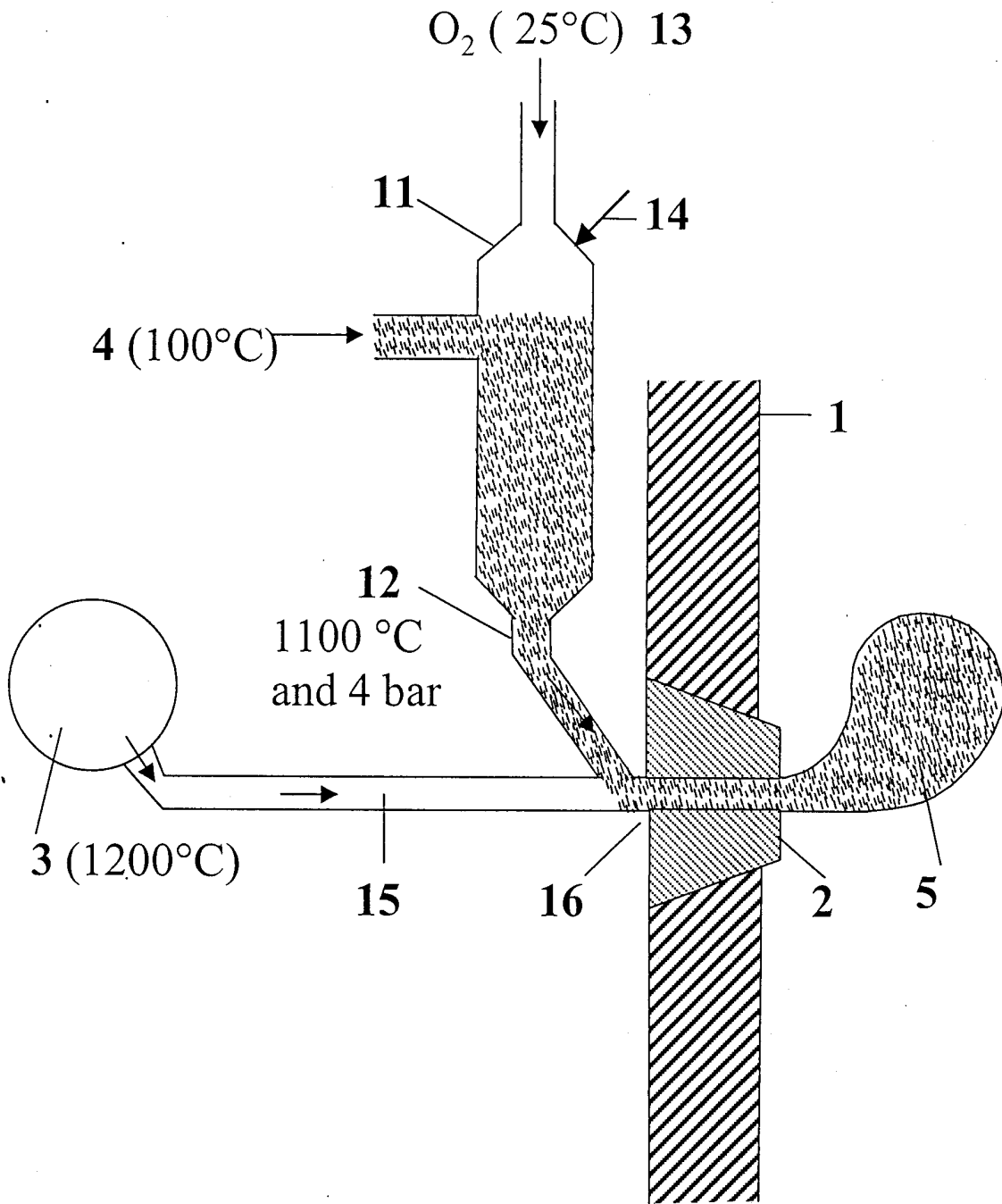


Fig. 2

ABREGEPROCEDE POUR ACCROITRE LA QUANTITE DE CHARBON  
CONSOMMEE AUX TUYERES D'UN HAUT-FOURNEAU

5

Procédé pour augmenter la quantité de charbon consommée aux tuyères d'un four à cuve, de préférence un haut-fourneau dans lequel une partie des réactions de gazéification du charbon, à savoir les réactions de craquage et d'oxydation partielle de certains composants volatiles, ainsi qu'une gazéification partielle du semi-coke formé, est effectuée en dehors du four à cuve dans un réacteur pressurisé adéquat. Grâce au dégagement de chaleur produit par les réactions d'oxydation du charbon, le mélange de semi-coke et de gaz est porté à une température comprise entre 900°C et 1300°C. Grâce à ce procédé, une part plus importante du temps de résidence des particules dans la zone tourbillonnaire est consacrée au phénomène de gazéification du semi-coke.

20

(Figure 2)



Office européen  
des brevets

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2  
de la loi belge sur les brevets d'invention  
du 28 mars 1984

Numero de la demande  
nationale

BO 8630  
BE 200200503

**DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
X	WO 99 35294 A (WOLF BODO) 15 juillet 1999 (1999-07-15)	1-8	C21B5/00
Y	* abrégé * * page 1, alinéa 1 * * page 4, alinéa 3 - page 5, alinéa 1 * * page 7, alinéa 3 * * revendication 1; figure *	9	
X	EP 0 367 745 A (CENTRE RECH METALLURGIQUE) 9 mai 1990 (1990-05-09)	1-8, 10-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
Y	* abrégé * * colonne 2, ligne 54 - colonne 4, ligne 9 * * colonne 4, ligne 46 - colonne 5, ligne 25 * * revendications; figures *	9	
X	DE 22 06 692 A (RHEINLAENDER PAUL PROF DR ING) 16 août 1973 (1973-08-16)	1-8,10	C21B
Y	* page 1, alinéa 1 * * page 4, alinéa 2 - page 5 * * page 6, alinéa 2 - page 7 * * page 12, alinéa 2 - page 13 * * revendications 1-3 *	9	
X	GB 1 489 767 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 26 octobre 1977 (1977-10-26)	1-8, 10-13	
Y	* page 1, colonne de droite, ligne 79 - page 2, colonne de gauche, ligne 60 * * page 2, colonne de droite, ligne 102 - ligne 110 * * revendications 1,2,4; figures * --- -/--	9	

Date d'achèvement de la recherche

2 juin 2003

Examineur

Ceulemans, J

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

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

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

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C48)



Office européen  
des brevets

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2  
de la loi belge sur les brevets d'invention  
du 28 mars 1984

Numero de la demande  
nationale

BO 8630  
BE 200200503

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.C1.7)
Y	DE 199 52 041 A (LINDE GAS AG) 3 mai 2001 (2001-05-03) * abrégé * * colonne 1, ligne 47 - colonne 2, ligne 34 * * revendications; figure *	9	
X	FR 1 558 425 A (COMPAGNIE FRANÇAISE DE RAFFINAGE E.A.) 28 février 1969 (1969-02-28) * page 1, colonne de gauche, alinéa 4 - colonne de droite, alinéa 5 * * page 3, colonne de gauche, alinéa 4 - alinéa 6 * * revendications 1,2 *	1-10	
A	EP 0 302 041 A (CENTRE RECH METALLURGIQUE) 1 février 1989 (1989-02-01) * le document en entier *	1-15	
A	DE 22 61 766 A (BATTELLE INSTITUT E V; FINK FERDINAND DR RER MONT) 20 juin 1974 (1974-06-20) * le document en entier *	1-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.C1.7)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 juin 2003		Ceulemans, J	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
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		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	

1

EPO FORM 1503 03 92 (P04C48)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 8630  
BE 200200503

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

02-06-2003

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9935294	A	15-07-1999	DE 19800418 A1	22-07-1999
			AT 204911 T	15-09-2001
			AU 2270499 A	26-07-1999
			CA 2317509 A1	15-07-1999
			DE 59801359 D1	04-10-2001
			DK 1045928 T3	27-12-2001
			WO 9935294 A1	15-07-1999
			EP 1045928 A1	25-10-2000
			ES 2163310 T3	16-01-2002
			JP 2002500277 T	08-01-2002
			TW 436522 B	28-05-2001
			US 2003024352 A1	06-02-2003
			US 6458181 B1	01-10-2002
			ZA 9900098 A	07-07-1999
EP 0367745	A	09-05-1990	BE 1002581 A6	02-04-1991
			EP 0367745 A2	09-05-1990
			JP 2159309 A	19-06-1990
DE 2206692	A	16-08-1973	DE 2206692 A1	16-08-1973
			JP 48089806 A	24-11-1973
			US 3844767 A	29-10-1974
GB 1489767	A	26-10-1977	DE 2355282 A1	07-05-1975
			FR 2249955 A1	30-05-1975
			JP 50075504 A	20-06-1975
DE 19952041	A	03-05-2001	DE 19952041 A1	03-05-2001
FR 1558425	A	28-02-1969	AT 296356 B	10-02-1972
			BE 725270 A	11-06-1969
			DE 1814615 A1	10-07-1969
			FR 95501 E	14-12-1970
			GB 1257320 A	15-12-1971
			LU 57529 A1	05-04-1969
			NL 6817936 A	17-06-1969
			SE 339696 B	18-10-1971
			US 3596894 A	03-08-1971
			EP 0302041	A
EP 0302041 A2	01-02-1989			
DE 2261766	A	20-06-1974	DE 2261766 A1	20-06-1974