

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :

2 936 257

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

09 56549

⑤1 Int Cl⁸ : C 21 B 5/06 (2006.01), C 21 B 11/02, C 10 B 21/20,
F 27 B 1/10

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 23.09.09.

③0 Priorité : 24.09.08 DE 102008048779.1.

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 26.03.10 Bulletin 10/12.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : LINDE AKTIENGESELLSCHAFT—
DE.

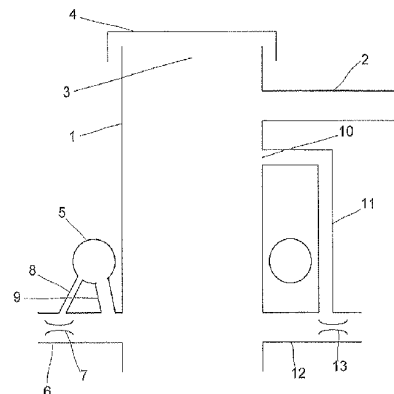
⑦2 Inventeur(s) : KADELKA HEINZ et FEUSTEL HANS
ULRICH.

⑦3 Titulaire(s) : LINDE AKTIENGESELLSCHAFT.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET HERRBURGER.

⑤4 PROCÉDE DE FUSION D'UNE CHARGE DANS UN FOUR A CUVE A REINJECTION DE GAZ DE HAUT
FOURNEAU ET FOUR A CUVE.

⑤7 Procédé de fusion d'une charge dans un four à cuve
(1). Au moins une partie des gaz de haut fourneau sont ex-
traits du four (1) en aspirant à l'aide d'un gaz contenant de
l'oxygène selon le principe de la pompe à jet pour mélanger
les gaz extraits à des gaz contenant de l'oxygène et les réin-
troduire dans le four à cuve (1). De l'air comburant est fourni
en plus au four à cuve (1).



FR 2 936 257 - A1



Domaine de l'invention

La présente invention concerne un procédé de fusion d'une charge dans un four à cuve selon lequel, au moins une partie des gaz de haut fourneau sont extraits du four à cuve en étant aspirés à l'aide d'un gaz contenant de l'oxygène selon le principe de la pompe à jet pour être mélangés à un gaz contenant de l'oxygène et être réintroduits dans le four.

L'invention concerne également un four à cuve ayant un ou plusieurs orifices d'aspiration pour aspirer les gaz de haut fourneau ainsi qu'un ou plusieurs brûleurs de gaz de haut fourneau débouchant dans le four, le ou les brûleurs ayant une buse de propulsion pour accélérer un gaz propulseur alimentant le ou les brûleurs à gaz de haut fourneau et le ou les orifices d'aspiration sont reliés à au moins un brûleur à gaz de haut fourneau.

Etat de la technique

Dans un cubilot, on traite une charge composée généralement de fer brut, de fonte, d'acier de récupération et autres alliages ferreux pour les fondre. Le combustible d'un cubilot est en général du coke de fonderie que l'on brûle avec de l'oxygène pour libérer l'énergie nécessaire à la fusion de la charge en fer. A l'origine, on a brûlé le coke avec de l'air comme agent oxydant. Mais depuis lors, l'utilisation d'air enrichi en oxygène pour la fusion dans un cubilot, fait partie de l'état de la technique. L'avantage de cette solution par rapport à l'utilisation de l'air, est celui d'une température de combustion plus élevée accélérant le processus de fusion.

Le document EP 0 762 068 A1 décrit un procédé d'alimentation en air comburant d'un cubilot selon lequel, on pulvérise l'oxygène dans le four et on utilise la dépression ainsi engendrée pour aspirer l'autre air comburant dans le cubilot.

La réaction de combustion de l'oxygène et de l'air avec le coke génère des gaz de haut fourneau dans le cubilot. Ces gaz se composent principalement de CO_2 , CO , H_2O , N_2 . Du fait de l'équilibre de réaction dépendant de la température et de la concentration liée à la transformation du coke dans le four, on perd environ 25 % de l'énergie utilisée dans le cubilot sous la forme de CO .

L'aspiration basse des gaz de haut fourneau consiste à extraire les gaz de haut fourneau du four à travers un intervalle annulaire pour les brûler ensuite par postcombustion dans un brûleur et alimenter un récupérateur pour récupérer de l'énergie thermique. La chaleur ainsi récupérée est utilisée pour préchauffer l'air comburant alimentant le cubilot (mode de fonctionnement par gaz chauds du cubilot).

Dans le cas d'une aspiration haute des gaz de haut fourneau, on extrait les gaz de haut fourneau au-dessus de l'orifice de la charge dans le cas d'une charge de cubilot froid. On prélève ainsi en permanence de l'air qui dilue les gaz de haut fourneau et annule l'intérêt économique de cette utilisation thermique.

Les quantités des gaz de haut fourneau produites dans un four à cuve ou un cubilot, sont très importantes et la réglementation concernant le nettoyage des gaz dégagés devient de plus en plus stricte, si bien qu'il est nécessaire d'appliquer des procédés spéciaux et coûteux pour nettoyer les gaz de haut fourneau que l'on évacue dans l'environnement sous la forme de gaz de rejet.

Le document EP 0 614 060 A1 décrit un procédé de gestion d'un cubilot selon lequel une partie des gaz de haut fourneau sont extraits du four pour être réintroduits à un autre endroit dans le four avec de l'oxygène. Le monoxyde de carbone CO contenu dans les gaz de haut fourneau est alors brûlé par postcombustion dans le cubilot avec de l'oxygène pour donner CO₂ en libérant de l'énergie. La quantité des gaz évacués du four est ainsi réduite de manière significative.

Le procédé selon le document EP 0 614 060 A1 a créé toutefois de nombreux problèmes dans son application à l'échelle industrielle. C'est ainsi que par exemple, les quantités de gaz de haut fourneau aspirées ne suffisent pas pour maintenir dans le cubilot les conditions de procédé souhaitées. De plus, du fait de la faible quantité de gaz dans le cubilot, les gaz de haut fourneau se refroidissent en partie à un niveau tel que l'on passe en dessous de leur point de rosée.

But de l'invention

La présente invention a pour but de développer un procédé de gestion d'un four à cuve ou autres fours de ce type pour

diminuer de manière considérable les quantités de gaz rejetées dans les applications à échelle industrielle.

Exposé et avantages de l'invention

5 A cet effet, l'invention concerne un procédé de fusion d'une charge dans un four à cuve, du type défini ci-dessus, caractérisé en ce qu'on fournit en plus de l'air comburant au four à cuve.

10 L'invention concerne également un four à cuve du type défini ci-dessus, caractérisé en ce qu'au moins une tuyère munie d'une conduite d'alimentation en gaz de propulsion, d'une tuyère de propulsion pour accélérer le gaz de propulsion et d'une conduite
15 d'alimentation pour l'air comburant.

On a ainsi constaté de manière surprenante qu'il était essentiel pour l'utilisation du procédé décrit dans le document EP 0 614 060 A1, de fournir au four à cuve, non seulement les gaz de
20 haut fourneau aspirés mais également de l'air comburant bien que la quantité de gaz rejetée soit augmentée par rapport à la quantité selon le procédé du document EP 0 614 060 A1. L'alimentation en air comburant supplémentaire selon l'invention permet d'influencer de
25 manière positive les conditions de température et de pression dans le four à cuve et de les adapter aux conditions de fonctionnement souhaitées.

D'une part, l'invention assure que les gaz de haut fourneau en partie haute soient à une température suffisamment élevée pour ne pas risquer de passer en dessous du point de rosée des gaz de
30 haut fourneau.

La température des gaz de haut fourneau plus élevée par comparaison à celle prévue dans le procédé du document EP 0 614 060 A1, assure en outre que la charge du four à cuve par exemple des vieux ferrailles soit suffisamment préchauffée par les gaz.

30 Un autre avantage du procédé de l'invention réside dans la pression plus élevée régnant dans le four. Par la quantité d'air comburant alimentant le four, on peut influencer la pression dans le four et ainsi la conduite globale du procédé. C'est ainsi que par exemple à partir d'une certaine pression dans le four, il est possible seulement
35 de faire fonctionner un siphon de prélèvement permettant de prélever le

fer fondu accumulé au fond du four, à une distance suffisamment sécurisée par rapport aux buses. Sans siphon de prélèvement, on ne peut assurer une séparation suffisante entre le fer et le laitier.

La réinjection des gaz de haut fourneau extraits, en retour dans le four permet de brûler par postcombustion les gaz CO tout en fournissant un gaz contenant de l'oxygène pour libérer de l'énergie. L'énergie contenue dans les gaz de haut fourneau ainsi réintroduits ne sera plus fournie par du coke ou un autre combustible pour le four à cuve notamment des substituts de coke, ce qui réduit de manière significative les quantités de coke ou de combustible nécessaires.

L'invention concerne tout type de four à cuve et s'applique tout particulièrement à un cubilot.

Selon un mode de réalisation préférentiel, on aspire le gaz de haut fourneau extrait du four avec un gaz contenant de l'oxygène et dont la teneur en oxygène représente plus de 80 % et de préférence plus de 90 % et d'une manière particulièrement préférentielle, plus de 95 %. De façon tout à fait préférentielle, on utilise de l'oxygène techniquement pur. Le gaz contenant de l'oxygène ou simplement l'oxygène sont accélérés dans une tuyère de propulsion. Selon le principe de Bernoulli (effet de Bernoulli), cette augmentation de la vitesse est associée à une chute de la pression statique. L'énergie cinétique du gaz en mouvement produit une dépression utilisée pour aspirer les gaz de haut fourneau (principe de la pompe à jet). Les gaz de haut fourneau sont ensuite mélangés aux gaz contenant de l'oxygène pour être de nouveau insufflés dans le four.

Avantageusement, on aspire les gaz de haut fourneau dans la partie supérieure du four à cuve, de préférence dans le tiers supérieur du four dans lequel règnent des conditions de réaction pratiquement chimiquement neutres du point de vue du comportement oxydant ou réducteur. Si le four à cuve, notamment le cubilot est équipé d'une aspiration basse de gaz, on extrait le gaz de haut fourneau, réutilisé également dans la zone d'aspiration basse de préférence en dessous de l'aspiration basse des gaz de haut fourneau.

De manière avantageuse, on fournit l'air comburant complémentaire de manière analogue au four à cuve, c'est-à-dire en l'aspirant à l'aide d'un gaz propulseur selon le principe de la pompe à jet. De façon préférentielle, le gaz propulseur est également un gaz contenant de l'oxygène notamment avec une teneur en oxygène supérieure à 80 %, de préférence supérieure à 90 % et d'une manière tout à fait préférentielle supérieure à 95 %.

De façon préférentielle, on préchauffe l'air comburant alimentant le four à cubilot ou de manière générale, le four à cuve, c'est-à-dire que l'on conduit le cubilot selon le mode de fonctionnement avec des vents chauds. Pour cela, on conduit la partie des gaz de haut fourneau non réintroduits dans le cubilot, dans une chambre de combustion dans laquelle on brûle complètement le monoxyde de carbone. Souvent, on utilise un brûleur à gaz naturel comme brûleur complémentaire dans la chambre de combustion.

Les gaz de haut fourneau nettoyés du gaz CO sortent de la chambre de combustion pour arriver dans un récupérateur servant à récupérer l'énergie thermique. L'air comburant du four est conduit à contre-courant des gaz de haut fourneau dans le récupérateur pour être, par exemple, préchauffé à 500°C et alimenter le four comme vents chauds. En particulier on extrait le gaz de haut fourneau d'une zone du four dans laquelle règne une température comprise entre 180°C et 300°C.

La combinaison d'une part de l'aspiration et de la réintroduction des gaz de haut fourneau selon l'invention dans les fours, et d'autre part l'utilisation de l'énergie chimique contenue dans les gaz de haut fourneau pour générer des vents chauds, permet une utilisation optimale de l'énergie se traduisant par une réduction significative de la quantité de combustible nécessaire. Dans le cas d'un four chauffé avec du coke, on diminue la quantité de coke pour une capacité de fusion optimale.

De manière avantageuse, on optimise la composition et la teneur énergétique des gaz de haut fourneau en réglant le rapport entre les gaz de haut fourneau réintroduits, le gaz contenant de l'oxygène, que l'on ajoute, notamment de l'oxygène pur et l'air comburant.

Le rapport entre les gaz de haut fourneau réintroduits et l'oxygène comburant, supplémentaire est réglé de préférence à une valeur comprise entre 1/0,8 jusqu'à 1/2 et cette régulation se fait en fonction du procédé. La régulation du rapport indiquée ci-dessus se fait de préférence par des volets de régulation, par la quantité d'oxygène et/ou par la pression d'oxygène.

Le rapport entre le gaz contenant l'oxygène et les gaz de haut fourneau aspirés se situe de préférence entre 80 et 200 % mesurés en Nm³/h.

Il s'est avéré avantageux d'aspirer entre 10 % et 30 % du flux de gaz de haut fourneau qui remonte dans le cubilot et de le réintroduire dans le four.

Le rapport entre le gaz contenant de l'oxygène et l'air comburant aspiré se situe de préférence entre 200 % et 400 % mesurés chaque fois en Nm³/h.

Le four à cuve selon l'invention est équipé d'un ou plusieurs orifices d'aspiration pour aspirer les gaz de haut fourneau ainsi que d'un ou plusieurs brûleurs à gaz de haut fourneau débouchant dans le four. Le ou les brûleurs à gaz de haut fourneau sont équipés d'une alimentation en gaz propulseur, notamment en oxygène et d'une tuyère de propulsion pour accélérer le gaz propulseur. Le gaz propulseur accéléré aspire les gaz de haut fourneau du cubilot selon le principe de la pompe à jet par une conduite de liaison reliant le brûleur à gaz de haut fourneau et un ou plusieurs orifices d'aspiration. Le four à haut fourneau comporte en outre au moins une tuyère à vent pour fournir l'air comburant. La tuyère à vent est également équipée d'une conduite d'alimentation en gaz propulseur et d'une tuyère de propulsion pour accélérer un gaz propulseur. Une conduite d'alimentation en air comburant est raccordée à la tuyère à vent pour aspirer de l'air comburant dans la conduite d'alimentation d'air comburant, en fonctionnement, c'est-à-dire lorsque du gaz propulseur est fourni et est accéléré dans la tuyère à vent, cet air comburant étant en partie mélangé au gaz propulseur pour être injecté dans le four à cuve.

Le four à cuve est de préférence un cubilot.

De manière avantageuse, le ou les brûleurs à gaz de haut fourneau sont équipés d'un refroidissement par eau. Pour les tuyères à vent on a constaté qu'il n'était pas nécessaire de prévoir un refroidissement par eau, de sorte que ces tuyères fonctionnent
5 avantageusement sans être équipées d'un refroidissement par eau.

L'invention convient pour tout type de four à cuve, notamment de four à aspiration des gaz de haut fourneau en partie haute, pour des fours à aspiration de gaz de haut fourneau en partie basse et aussi pour des cubilots équipés d'une combinaison d'aspiration
10 des gaz de haut fourneau en partie haute et en partie basse.

Pour la charge à faire fondre, l'invention convient principalement pour tout type de produits notamment pour des cubilots servant à la fonte de produits ferreux ou des fours pour la fabrication de fonte d'acier ou encore pour des fontes de produits minéraux et des
15 bains de verre.

L'invention offre de nombreux avantages par rapport à l'état de la technique :

- Les quantités d'air comburant utilisées peuvent être diminuées de plus de 60 % par comparaison à la conduite des cubilots actuels.
20 Cela réduit ainsi considérablement les quantités de gaz de haut fourneau.
- La teneur en énergie des gaz de haut fourneau est augmentée de manière significative. Ainsi, la teneur en monoxyde de carbone CO des gaz peut atteindre des valeurs supérieures à 30 %.
- 25 • La réduction de la quantité des gaz évacués, et le relèvement de la teneur énergétique des gaz de haut fourneau permettent de réduire le coût des installations de nettoyage des gaz rejetés et de dépoussiérage en aval.
- La charge primaire en énergie, c'est-à-dire par exemple la quantité de coke peut être réduite par la réinjection pour la postcombustion des
30 gaz de haut fourneau. Cela augmente d'autant le rendement énergétique du cubilot.
- Un rendement métallurgique plus important, c'est-à-dire une combustion plus réduite des éléments d'alliage.

- Le rendement métallurgique est défini comme rapport de la quantité d'alliage dans le bain à la quantité d'alliage dans la charge (ces quantités sont mesurées en kg).
- Augmentation du rendement sans rejet important de poussière.
- 5 • Réduction des pertes calorifiques.

Dessins

La présente invention ainsi que différents détails de celle-ci seront présentés ci-après à l'aide de l'exemple de réalisation représenté dans le dessin dans lequel :

- 10 - la figure montre schématiquement une partie d'un cubilot selon l'invention.

Description du mode de réalisation

Le cubilot 1 représenté schématiquement à la figure comporte une cuve 1 avec une aspiration des gaz de haut fourneau en partie basse 2. Le four 1 comporte dans sa partie supérieure, le gueulard 3 qui se ferme à l'aide d'un couvercle 4.

Les gaz de haut fourneau extraits par aspiration en partie basse 2, sont fournis d'une manière connue à une chambre de combustion non représentée dans le dessin pour y subir une postcombustion. Les gaz comburants chauds qui en résultent sont utilisés dans un récupérateur pour préchauffer l'air comburant alimentant le cubilot.

Dans le récupérateur, on réchauffe l'air comburant à partir de la température ambiante jusqu'à plus de 500°C puis, on injecte dans la boîte à vent 5 qui entoure le cubilot sous la forme d'un anneau pour ensuite injecter les gaz dans le cubilot (mode de fonctionnement avec vent chaud).

Dans la partie inférieure du four 1, il y a plusieurs tuyères à vent 6. Les tuyères à vent 6 sont alimentées en oxygène techniquement pur qui est accéléré dans une tuyère de propulsion 7. La dépression ainsi produite aspire une partie de l'air comburant préchauffé, par la conduite d'aspiration 8 à partir de la boîte à vent 5. L'autre partie de l'air comburant arrive de manière habituelle par la conduite d'air 9 à la tuyère à vent 6. L'ensemble de l'air comburant est injecté en commun avec l'oxygène dans le cubilot.

Dans une zone qui se situe juste en dessous de l'aspiration en partie basse 2, il y a plusieurs orifices d'aspiration 10 réalisés dans l'enveloppe du four 1. Les conduites d'aspiration 11 sont reliées aux orifices d'aspiration 10 et ces conduites débouchent dans un ou plusieurs brûleurs à gaz de haut fourneau 12. Le ou les brûleurs 12 reçoivent de l'oxygène gazeux d'une pureté industrielle d'au moins 95 %. Cet oxygène est accéléré dans la tuyère de propulsion 13. L'accélération de l'oxygène, extrait des gaz de haut fourneau de la zone chimiquement neutre du four par la conduite d'aspiration 11 fonctionnant selon le principe de la pompe à jet, ces gaz sont aspirés par le brûleur à gaz de haut fourneau 12. Dans le brûleur 12, les gaz se mélangent à l'oxygène et sont injectés en commun dans le cubilot où le gaz CO encore contenu dans les gaz de haut fourneau est brûlé par postcombustion en CO₂.

Les tuyères à vent 6 et les brûleurs à gaz de haut fourneau 12 sont répartis régulièrement à la périphérie du cubilot et sont installés à la même hauteur. Les brûleurs à gaz de haut fourneau 12 sont équipés d'un refroidissement par eau non représenté à la figure.

La réinjection des gaz de haut fourneau dans le four selon l'invention, permet de diviser au moins par deux la quantité des vents chauds nécessaires au fonctionnement du four. Cela réduit de manière correspondante, c'est-à-dire de 50 % voire plus, la quantité des gaz rejetés.

La réinjection des gaz de haut fourneau en combinaison avec la récupération d'énergie par la formation des gaz chauds, permet de régler des conditions de fusion optimales dans le cubilot qui se traduisent par une réduction significative de la quantité de coke utilisée passant d'une valeur initiale de 11 % à 8 %.

REVENDEICATIONS

- 1°) Procédé de fusion de produits ferreux dans un four à cuve (1) selon lequel,
on prélève au moins une partie des gaz de haut fourneau à partir du
5 four à cuve (1), on aspire à l'aide d'un gaz contenant de l'oxygène selon
le principe de la pompe à jet, on mélange un gaz contenant de l'oxygène
et on le réintroduit de nouveau dans le four à cuve (1),
caractérisé en ce qu'
on fournit en plus de l'air comburant au four à cuve (1).
10
- 2°) Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'
on aspire le gaz de haut fourneau avec un gaz contenant de l'oxygène
dont la teneur en oxygène est supérieure à 80 % et de préférence
15 supérieure à 90 % en fonctionnant selon le principe de la pompe à jet.
- 3°) Procédé selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce qu'
on aspire l'air comburant avec un gaz contenant de l'oxygène dont la
20 teneur en oxygène est supérieure à 80 % et de préférence supérieure à
90 % en procédant selon le principe de la pompe à jet, on mélange un
gaz contenant de l'oxygène et on fournit le mélange au four à cuve (1).
- 4°) Procédé selon la revendication 1,
25 caractérisé en ce qu'
on extrait entre 10 % volumique et 30 % volumique de gaz de haut
fourneau à partir du four à cuve (1).
- 5°) Procédé selon la revendication 1,
30 caractérisé en ce qu'
on fait fonctionner le four à cuve (1) avec du coke ou des substituts de
coke.
- 6°) Procédé selon la revendication 1,
35 caractérisé en ce qu'

on extrait le gaz de haut fourneau d'une zone du four (1) dans laquelle règne une température comprise entre 180°C et 300°C.

7°) Procédé selon la revendication 1,
5 caractérisé en ce qu'
on fournit de l'air comburant préchauffé au four (1).

8°) Four à cuve (1) ayant un ou plusieurs orifices d'extraction (10) pour
10 aspirer des gaz de haut fourneau et un ou plusieurs brûleurs à gaz de
haut fourneau (12) débouchant dans le four (1),
le ou les brûleurs à gaz de haut fourneau (12) étant munis d'une tuyère
(13) pour accélérer un gaz propulseur fourni par le ou les brûleurs à gaz
de haut fourneau (12), et
15 le ou les orifices d'aspiration (10) sont reliés au moins à un brûleur de
gaz de haut fourneau (12),
caractérisé par
au moins une tuyère à vent (6), munie d'une conduite d'alimentation en
gaz de propulsion, d'une tuyère de propulsion (7) pour accélérer le gaz
de propulsion et d'une conduite d'alimentation (8) pour l'air comburant.

20 9°) Four à cuve selon la revendication 8,
caractérisé en ce qu'
il est muni d'une aspiration basse de gaz de haut fourneau.

25 10°) Four à cuve selon les revendications 8 ou 9,
caractérisé en ce que
le ou les brûleurs à gaz de haut fourneau (12) sont refroidis par de
l'eau.

30

Fig.

