

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑰

N° 81 21594

⑤④ Procédé d'aménée d'un mélange combustible en poudre dans les tuyères d'un haut fourneau.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). C 21 B 7/00; F 23 K 3/02; F 27 B 1/10.

②② Date de dépôt..... 18 novembre 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 20 du 20-5-1983.

⑦① Déposant : DONETSKY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY INSTITUT CHERNOI METALLURGII et
DONETSKY POLITEKHNICHESKY INSTITUT. — SU.

⑦② Invention de : S. L. Yaroshevsky, L. F. Lukyanchenko, G. N. Sidorenko, E. N. Skladanovsky, M.
A. Zalevsky, V. I. Machikin, J. G. Bannikov, A. I. Ryabenko, S. T. Okazov, V. V. Stepanov,
E. A. Danilin, A. A. Yarmal, G. E. Nekhaev, J. I. Bat, N. N. Popov, A. M. Kamardin, V. P.
Tereschenko et R. S. Stankevich.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte au domaine de la sidérurgie et a notamment pour objet un procédé d'amenée d'un mélange combustible en poudre dans les tuyères d'un haut fourneau.

5 L'invention est applicable aux hauts fourneaux, lors de la fabrication de fonte, pour insuffler les poussières de charbon dans le creuset.

Du fait que les réserves naturelles de charbon cokéfiant diminuent progressivement, l'un des problèmes
10 aigus qui se posent dans la sidérurgie consiste à substituer au coke des mélanges combustibles à base de houilles non cokéfiantes, par exemple des poussières de charbon combustible, dont les réserves sont suffisamment importantes. Lorsqu'on emploie les mélanges combustibles en question
15 il est particulièrement important d'assurer leur amenée régulière dans les tuyères du haut fourneau.

On connaît, par exemple, un procédé d'amenée de poussières de charbon dans les tuyères d'un haut fourneau (voir l'ouvrage de N.E. Dunaev et alt. : "Vduvanie
20 pylevidnykh materialov v domennye pechi", M., "Metallurgia", 1977, pp. 96-97), lequel procédé consiste à transporter lesdites poussières vers des diviseurs coniques, à y diviser le courant de poussières en plusieurs filets qui sont ensuite dirigés par des conduits de départ vers les
25 tuyères du haut fourneau.

Dans ce cas, la répartition des poussières de charbon entre les tuyères n'est pas régulière du fait que les résistances hydrauliques desdits conduits de départ sont différentes.

30 On connaît aussi un procédé d'amenée d'un mélange combustible en poudre, décrit dans le brevet d'invention US N° 3204942 et consistant à charger périodiquement une chambre de débit de mélange combustible en poudre, à transporter celui-ci en continu, à l'aide d'un gaz
35. transporteur, à travers les orifices calibrés d'un distributeur qui divise le courant de poussières de charbon en plusieurs filets qui sont ensuite amenés par des

conduits de départ dans les tuyères du haut fourneau.

Il est évident que les orifices calibrés permettent d'égaliser les résistances hydrauliques des conduits et, par la même, de rendre plus régulière la répartition des 5 poussières de charbon entre les tuyères. Cependant, en cas de variations de la pression dans les tuyères, ou bien en cas d'usure ou d'obstruction d'au moins un conduit de départ, le caractère régulier de la répartition des poussières de charbon entre les tuyères se trouve altéré. Cela 10 se traduit par la formation de canaux dans la cuve du haut fourneau, par une descente non régulière des charges, c'est-à-dire par des perturbations dans le processus technologique optimal de la fusion.

L'invention vise donc un procédé d'amenée d'un 15 mélange combustible en poudre qui, grâce à l'égalisation des caractéristiques hydrodynamiques des conduits de départ, permettrait une répartition régulière du combustible entre les tuyères d'un haut fourneau.

Le problème ainsi posé est résolu en ce que le 20 procédé d'amenée d'un mélange combustible en poudre dans les tuyères d'un haut fourneau, du type consistant à charger périodiquement une chambre de débit du mélange combustible en poudre, ladite chambre étant sous surpression, à faire sortir ledit mélange en continu de 25 ladite chambre et à le transporter par des conduits de départ vers les tuyères du haut fourneau à l'aide d'un gaz, est caractérisé, selon l'invention, en ce qu'après la sortie du mélange combustible en poudre de la chambre de débit, chacun des conduits est alimenté en gaz auxiliaire dont 30 le débit total est de 3 à 10 fois supérieur au débit de gaz principal, le produit du débit total de gaz dans chacun des conduits par la concentration du mélange combustible dans ce conduit étant maintenu le même dans toutes les tuyères.

35. Cela permet d'égaliser les caractéristiques hydrodynamiques des conduits, en particulier d'augmenter la résistance hydraulique de chacun des conduits et, par

la même, de diminuer l'effet exercé par les variations de la contre-pression sur les tuyères du haut fourneau, d'où une répartition du combustible plus régulière entre lesdites tuyères.

5 Il est rationnel que le gaz transporteur auxiliaire soit introduit dans le conduit sous forme d'un jet opposé au courant du mélange combustible s'échappant de la chambre de débit, la vitesse du jet de gaz auxiliaire étant maintenue dans les limites de 0,25 à 1,5 fois la vitesse critique
10 de son écoulement.

Cela aussi permet d'augmenter la résistance hydraulique totale de chacun des conduits et d'obtenir une répartition plus régulière du mélange combustible en poudre entre les tuyères.

15 Il est avantageux que lors du chargement de la chambre de débit précitée, celle-ci soit déchargée d'une partie du gaz principal à un débit égal au débit de gaz arrivant dans ladite chambre avec le mélange combustible. Cela permet de stabiliser le processus d'évacuation du mélange
20 combustible de la chambre de débit, ce qui contribue aussi à régulariser la répartition dudit mélange entre les tuyères du haut fourneau.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la
25 lumière de la description qui va suivre d'un exemple de réalisation non limitatif avec références au dessin unique annexé qui représente le schéma général d'amenée du mélange combustible en poudre dans les tuyères d'un haut fourneau.

30 Le circuit pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention comprend une chambre d'accumulation 1 ; un conduit 2 d'amenée du mélange combustible dans la chambre d'accumulation 1 ; un conduit 3 d'évacuation du gaz de la chambre d'accumulation, muni d'un filtre et d'un organe
35 de fermeture ; une chambre 4 formant sas ; un canal 5 reliant la chambre d'accumulation à celle formant sas, respectivement 1 et 4 ; un conduit 6 d'égalisation

de la pression dans la chambre formant sas 4 et celle d'accumulation 1 ; un conduit 7 d'amenée du gaz dans la chambre 4 formant sas ; une chambre de débit 8 ; un conduit 9 d'évacuation d'une partie du gaz de la chambre de débit 8 dans la chambre d'accumulation 1 ; un canal 10 reliant la chambre 4 formant sas à la chambre de débit 8 ; un conduit 11 d'amenée du gaz dans la chambre de débit 8 ; des alimentateurs-mélangeurs 12 ; un canal 13 reliant la chambre de débit 8 aux alimentateurs-mélangeurs 12 ; des conduits 14 d'amenée du gaz transporteur auxiliaire dans les alimentateurs-mélangeurs 12 ; des conduits 15 d'amenée du mélange combustible dans les tuyères 16 ; un appareil 17 de contrôle du débit Q_k de gaz de la chambre 4 formant sas ; un appareil 18 de contrôle du débit Q_1 de gaz de la chambre de débit 8 ; un bloc 19 de comparaison des débits Q_k et Q_1 et de réglage du débit Q_k ; un appareil 20 de contrôle du débit $\frac{Q_m}{n}$ de gaz amené dans la chambre de débit 8 pour un seul conduit 15 (n étant le nombre de conduits 15) ; un appareil 21 de contrôle du débit Q_n de gaz auxiliaire dans chacun des conduits 15 ; un bloc 22 totaliseurs des débits $\frac{Q_m}{n}$ et Q_n ; un appareil 23 de mesure de la concentration ; un bloc 24 multiplicateur des signaux provenant du bloc totalisateur 22 et de l'appareil de mesure de concentration 23 ; un bloc 25 de comparaison des signaux provenant des blocs multiplicateurs 24 de chaque conduit et de réglage du débit Q_n ; un régulateur 26 de la pression dans la chambre de débit 8.

Le haut fourneau est alimenté en continu en mélange combustible en poudre en provenance de la chambre de débit 8 qui est périodiquement alimentée en ledit mélange à partir de la chambre d'accumulation 1 par l'intermédiaire de la chambre 4 formant sas. La chambre d'accumulation 1 reçoit le mélange combustible pulvérisé, transporté pneumatiquement ou par gravité par le conduit 2. La capacité de la chambre d'accumulation 1 est choisie de sorte qu'elle soit suffisante pour alimenter le haut fourneau en mélange combustible pendant au moins plusieurs heures. Toutes les 5 à 20 mn, au fur et à mesure que la chambre 4 formant sas se vide, celle-ci est coupée de la

chambre de débit 8, se trouvant sous pression, par l'organe de fermeture dont est muni le canal 10, et est rechargée de mélange combustible en provenance de la chambre d'accumulation 1. Le gaz chassé de la chambre 4 formant sas est dirigé par le conduit 6 vers la chambre d'accumulation 1 d'où, une fois purifié, il s'échappe à l'atmosphère par le conduit 3. La chambre 4 formant sas étant remplie de mélange combustible, on la sépare de la chambre d'accumulation 1 et on la relie à la chambre de débit 8. Le mélange combustible quitte alors la chambre de débit 8 et arrive par le canal 13 dans les alimentateurs-mélangeurs 12 qui le distribuent, par les conduits 15, entre les tuyères 16 du haut fourneau.

La répartition régulière du mélange combustible en poudre entre les tuyères 16 du haut fourneau est réalisée par introduction dans chacun des conduits 15 d'un gaz auxiliaire à un débit total $\sum Q_n$ de 3 à 10 Q_m .

Quand le rapport entre les débits Q_m et $\sum Q_n$ est inférieur à 3, on n'arrive pas à compenser complètement la différence entre les caractéristiques hydrodynamiques des conduits, surtout lorsque ceux-ci sont très longs et nombreux. Par conséquent, on n'obtient pas une répartition régulière du mélange combustible entre les tuyères du haut fourneau. Quand le rapport en question est supérieur à 10, on obtient une amélioration insignifiante de la répartition du mélange entre les tuyères, mais en même temps il se produit une augmentation sensible de la quantité de gaz froid parvenant au creuset du haut fourneau. Un débit constant de mélange combustible par chaque tuyère 16 est obtenu par modification du débit total de gaz dans le conduit 15 approprié. Le débit Q_n de gaz auxiliaire dans chaque conduit 15 est choisi de façon que le produit π (i) du débit total de gaz dans chaque conduit par la concentration du mélange combustible dans ce conduit soit le même pour toutes les tuyères, c'est-à-dire que la valeur

$$\pi (i) = \left[\frac{Q_m}{\pi} + Q_n \right] C (i)$$

où Q_m est le débit de gaz amené dans la chambre de débit 8 ;
 n est le nombre de conduits alimentant les tuyères
à partir de la chambre de débit 8 ;

Q_n est le débit de gaz auxiliaire dans la $i^{\text{ème}}$ tuyère ;

5 $\zeta(i)$ est la concentration du mélange combustible dans le
conduit menant à la $i^{\text{ème}}$ tuyère ;

doit être maintenue la même pour toutes les tuyères par
modification de la valeur Q_n .

10 Il est rationnel que l'égalité des valeurs $\pi(i)$ pour
toutes les tuyères soit maintenue automatiquement. A cet
effet, le signal proportionnel à la valeur $\frac{Q_m}{n}$, fourni par
l'appareil 20, et le signal proportionnel à la valeur Q_n
et provenant de l'appareil 21, sont appliqués au bloc
totalisateur 22 et puis au bloc multiplicateur 24, qui
15 reçoit en outre un signal proportionnel à la concentration
 $\zeta(i)$ du mélange combustible dans le conduit considéré,
mesurée par l'appareil 23 approprié.

Le signal résultant du bloc multiplicateur 24 est
comparé aux signaux analogues provenant des autres conduits
20 dans le bloc de comparaison 25 et, en cas de nécessité,
un signal de commande est engendré pour augmenter ou
diminuer le débit du gaz en fonction du signe de désaccord
du signal à la sortie du bloc 25. En tant que valeur de
référence pour la comparaison on adopte le produit $\pi(i)$
25 minimal (pour le conduit à résistance maximale) en cas
d'amenée latérale ou opposée du gaz auxiliaire, et le pro-
duit $\pi(i)$ maximal (pour le conduit à résistance minimale)
dans le cas où le gaz auxiliaire est amené dans le même
sens, assurant un effet d'éjection.

30 Il est rationnel que le gaz auxiliaire soit introduit
dans chaque conduit 15 sous forme d'un jet opposé au
courant de mélange combustible quittant la chambre de
débit 8. La vitesse du gaz formant jet est maintenue dans
les limites de 0,25 à 1,5 fois la vitesse critique de son
35 écoulement. Cela permet d'élever la pression dans
l'alimentateur-mélangeur 12 approprié et, par là même,
d'augmenter la résistance hydraulique totale du conduit 15,

résistance qui devient alors supérieure aux variations de la pression dans la zone de la tuyère du haut fourneau, lesquelles variations n'influencent pratiquement pas la résistance totale du conduit 15 et, de ce fait, la
5 régularité de l'amenée de combustible.

Une réduction de la vitesse du jet de gaz auxiliaire à une valeur inférieure à 0,25 fois la vitesse critique de son écoulement n'assure pas l'effet désiré, du fait que la pression cinétique dudit gaz est faible, d'où l'augmentation
10 insignifiante de la pression dans l'alimentateur-mélangeur 12. Une vitesse du jet de gaz transporteur supérieure à 1,5 fois la vitesse critique d'écoulement du gaz est indésirable et entraîne une augmentation de la pression dans l'alimentateur-mélangeur 12 du fait qu'elle nécessite
15 une énergie élevée pour transporter le mélange combustible et des souffleries plus puissantes.

La régularité de la répartition du mélange combustible entre les tuyères et le caractère continu de son insufflation dans le haut fourneau dépendent dans une grande
20 mesure de la stabilité du chargement de la chambre de débit 8 se trouvant sous pression. Lors du chargement du mélange combustible en poudre (poussières de charbon) dans la chambre de débit 8 sous pression, il se produit en général dans la chambre 4 formant sas un accrochage de
25 la matière pulvérulente, avec formation de voûtes. De ce fait, le processus de remplissage de la chambre de débit 8 dure 10 à 15 mn. Pour éviter ces phénomènes indésirables lors du chargement de la chambre de débit 8, il est rationnel d'évacuer de celle-ci une partie des gaz à un
30 débit égal au débit de gaz arrivant dans ladite chambre avec le mélange combustible. A cet effet, lors de l'ouverture de l'organe d'obturation du canal 10, on fait en même temps arriver dans la chambre 4, à travers le conduit 7, un gaz (air sec ou azote) et on évacue exac-
35 tement une même quantité de gaz de la chambre de débit 8 à travers le conduit 9 vers la chambre d'accumulation 1, d'où il s'échappe ensuite à l'atmosphère par le conduit 3

en passant par un filtre. Pour assurer simultanément le chargement de la chambre de débit 8 et l'évacuation à partir de celle-ci du mélange combustible sans affecter le régime de transport pneumatique, les débits des gaz arrivant dans la chambre 4 formant sas et s'échappant de la chambre de débit 8 doivent être égaux. Il est rationnel que cette égalité soit maintenue automatiquement. A cet effet, les signaux provenant des appareils 17 et 18 mesurant, respectivement, les débits Q_k et Q_1 sont dirigés vers le bloc de comparaison 19 qui, lorsqu'on se trouve en présence d'une différence entre eux, élabore un signal de commande de modification du débit Q_1 qui agit sur l'organe de fermeture et de réglage dont est muni le conduit 7. La position de l'organe de fermeture et de réglage dont est équipé le conduit 9 est généralement établie au préalable et ne nécessite pas un réglage. Ceci est dû au fait que, pour maintenir invariable le temps de chargement lors de l'augmentation de la pression P dans la chambre de débit 8, on doit augmenter la valeur Q_1 . La valeur de cette augmentation est modifiée automatiquement, car, la position de l'organe de fermeture et de réglage restant inchangée sur le conduit 9, la valeur du débit de gaz évacué Q_k s'accroît proportionnellement à la valeur \sqrt{P} , où P est la valeur de la surpression dans la chambre de débit 8. La valeur de Q_1 augmente d'une manière correspondante.

La pression P dans la chambre de débit 8 est le paramètre essentiel déterminant le débit de mélange combustible de la chambre 8 vers le haut fourneau. Cette pression est choisie en fonction du débit voulu, de la pression de gaz dans les tuyères du haut fourneau et de la résistance hydraulique des conduits. Le débit total de mélange combustible est contrôlé suivant la variation de la masse de la chambre 8, mesurée à l'aide de capteurs tensométriques à résistance, de conception connue. Le caractère constant de la valeur P est obtenu à l'aide du régulateur de pression 26 agissant sur l'organe de

fermeture et de réglage dont est muni le conduit 11.

Plusieurs exemples concrets mais non limitatifs de mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention sont décrits ci-après.

5 Exemple 1.

- Pour la mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention on a eu recours à une installation expérimentale associée à un haut fourneau d'une capacité de 1033 m^3 .
- Pression dans le haut fourneau $20 \cdot 10^4 \text{ Pa}$
- 10 Pression P dans la chambre de débit $25 \cdot 10^4 \text{ Pa}$
- Variations de la pression dans les tuyères du haut fourneau $\pm 2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$
- Longueur de chaque conduit mesurée à partir de l'alimentateur-mélangeur
- 15 jusqu'à la tuyère 100 m
- Diamètre du conduit 25 mm
- Résistance hydraulique du conduit $2,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$
- Concentration du combustible ϕ (i) $0,06 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

- Le remplissage en poussières de charbon de la chambre
- 20 4 formant sas, d'une capacité de 2 m^3 , a été réalisé sous pression atmosphérique, à un débit $Q_k = 120 \text{ m}^3/\text{h}$. La pression dans la chambre 4 formant sas ayant atteint $25 \cdot 10^4 \text{ Pa}$, l'élément de fermeture du canal 10 a été ouvert pour mettre en communication les chambres 4 et 8. En même
- 25 temps a été ouverte la soupape du canal 9 reliant la chambre de débit 8 à la chambre d'accumulation 1 pour laisser échapper le gaz de la chambre 8 à un débit égal, lui aussi, à $120 \text{ m}^3/\text{h}$. On a ainsi assuré un remplissage rapide de la chambre de débit 8 en poussières de charbon.
- 30 La pression dans la chambre de débit 8 n'a pratiquement pas changé, car le débit du gaz évacué était égal à celui du gaz amené. Ceci a permis de remplir la chambre de débit en 3 à 5 mn et d'y stabiliser la pression et le niveau du combustible.

35. Le débit de gaz Q_m a été maintenu égal à $20 \text{ m}^3/\text{h}$, et celui du gaz auxiliaire $\sum Q_n$, à $160 \text{ m}^3/\text{h}$, c'est-à-dire à une valeur 8 fois supérieure à Q_m .

L'amenée du gaz auxiliaire dans les alimentateurs-
mélangeurs 12 s'est effectuée dans le sens opposé au
courant de poussières de charbon, à une vitesse de 200 m/s.
Alors on a constaté une augmentation de la résistance
5 hydraulique des conduits 15 jusqu'à $5 \cdot 10^4$ Pa, qui, de ce
fait, est devenue notablement supérieure à la contre-
pression dans les tuyères 16 du haut fourneau, ce qui a
permis de diminuer jusqu'à 5 % les irrégularités de
l'amenée du combustible aux tuyères 16.

10 Exemple 2.

Dans la même installation que dans l'exemple 1, le
gaz auxiliaire a été amené, conformément à l'invention,
sous forme d'un jet opposé au courant du mélange combustible,
à une vitesse de 300 m/s. La résistance hydraulique à
15 l'entrée du conduit 15 a augmenté de $9,5 \cdot 10^4$ Pa grâce à
l'accroissement de la pression dans l'alimentateur-mélan-
geur 12. On a constaté une faible irrégularité de l'amenée
des poussières de charbon aux tuyères du haut fourneau
qui, les oscillations de la contre-pression étant les mêmes
20. ($2 \cdot 10^4$ Pa), a constitué 3,6 %.

R E V E N D I C A T I O N S

=====

1.- Procédé d'aménée d'un mélange combustible en
poudre dans les tuyères d'un haut fourneau, du type
consistant à introduire périodiquement le mélange
combustible en poudre dans une chambre de débit sous
5 surpression, à évacuer en continu ledit mélange de ladite
chambre et à le transporter dans des conduits jusqu'aux
tuyères du haut fourneau à l'aide d'un gaz, caractérisé
en ce que, après l'évacuation du mélange combustible
en poudre de la chambre de débit (8), on introduit dans
10 chacun des conduits (15) un gaz auxiliaire à un débit
total de 3 à 10 fois supérieur au débit du gaz principal,
le produit de la valeur dudit débit total de gaz dans
chaque conduit (15) par la valeur de la concentration du
mélange combustible dans ce conduit étant maintenu à une même
15 valeur pour toutes lesdites tuyères (16).

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en
ce que le gaz auxiliaire est introduit dans le conduit
sous forme d'un jet de sens opposé au courant du mélange
combustible s'échappant de la chambre de débit, la vitesse
20 du jet de gaz auxiliaire étant maintenue dans les limites
de 0,25 à 1,5 fois la vitesse critique de son écoulement.

3.- Procédé selon l'une des revendications 1 et 2,
caractérisé en ce que lors de l'introduction du
combustible en poudre dans la chambre de débit, on évacue
25. de celle-ci une partie du gaz principal à un débit égal
au débit de gaz arrivant dans cette chambre avec le mélange
combustible.

Pl. unique

2516543

