

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 458 753

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 03567

(54)

Procédé combiné de séchage-broyage et de combustion de charbon, permettant une augmentation de la récupération de chaleur.

(51)

Classification internationale (Int. Cl. ³). F 23 K 1/00 // C 04 B 7/44, 7/48.

(22)

Date de dépôt..... 19 février 1980.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : RFA, 6 juin 1979, n° P 29 22 904.7.

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 1 du 2-1-1981.

(71)

Déposant : Société dite : HEIDELBERGER ZEMENT AG, résidant en RFA.

(72)

Invention de : Helmut Erhard.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Ores, 6, av. de Messine, 75008 Paris.

La présente invention est relative à un procédé non-polluant et économisant de l'énergie, combinant le séchage et le broyage de charbon avec la combustion du charbon, en réduisant la quantité d'air primaire, même dans le cas de
5 charbons présentant un taux d'humidité élevé.

La formation de la flamme exerce une influence essentielle sur la consommation d'énergie des fours de traitement. Pour avoir une faible consommation de chaleur, il est nécessaire de faire appel à une combustion rapide avec une
10 transmission favorable de la chaleur à l'aide d'une flamme courte et chaude. En même temps que d'autres facteurs, certaines grandeurs apparaissent comme importantes dans ce but : les proportions d'air primaire et d'air secondaire ainsi que la température de l'air primaire et les conditions des impulsions d'insufflation. La proportion d'air primaire doit être
15 aussi réduite que possible et les températures de l'air primaire et de l'air secondaire aussi élevées que possible. La vitesse d'insufflation et la composante de tourbillonnement de la combustion dans le four doivent pouvoir être déterminés librement dans une gamme optimale.
20

On connaît jusqu'à présent les procédés suivants pour la combustion du charbon :

1. combustion indirecte,
2. combustion directe,
- 25 3. combustion semi-directe, avec ou sans filtres additionnels.

Dans le cas de la combustion indirecte, l'installation de séchage et de broyage du charbon est exploitée d'une manière tout-à-fait indépendante de la combustion proprement dite dans le four. Dans ce procédé, on peut optimiser
30 les facteurs déterminants de la formation de la flamme, indépendamment de l'installation de séchage et de broyage du charbon. Il est cependant nécessaire de prévoir un filtre séparé pour l'épuration de l'air qui s'échappe de l'installation de broyage et qui contient de la poussière, ainsi qu'un
35 réservoir de stockage intermédiaire pour le charbon broyé sec; De ce fait, ce procédé représente un danger en ce qui concerne les risques d'explosion et d'incendie de la poussière de charbon ; d'autre part, les frais d'investissements, de sur-

veillance et d'entretien sont élevés.

Dans le cas de la combustion directe, l'on insuffle dans le four de traitement la totalité de l'air qui s'échappe de l'installation de broyage et qui contient de la
5 poussière de charbon. Les investissements sont notablement moins élevés étant donné que l'on peut se passer, par exemple, d'un filtre séparé pour l'épuration de l'air qui s'échappe de l'installation de broyage et qui contient de la poussière, et du réservoir de stockage intermédiaire du charbon broyé
10 sec. Le danger d'explosion et d'incendie de la poussière de charbon est sensiblement réduit dans des proportions notables en raison de l'absence de ces appareils intermédiaires et des phases de procédé qui s'y rattachent. Il se forme cependant, de façon désavantageuse, des proportions élevées d'air primaire, ce qui ne permet pas d'obtenir des conditions opti-
15 males d'impulsions d'insufflation au niveau du brûleur.

Dans le cas de la combustion semi-directe, l'on procède au dépoussiérage préalable, dans un cyclone, de l'air qui s'échappe de l'installation de broyage et qui contient de la
20 poussière de charbon. Une partie de cet air est réintroduite en tant qu'air de recyclage dans le système de broyage et est utilisée en tant qu'air porteur additionnel dans le broyeur, tandis que le reste est insufflé dans le four conjointement avec la poussière de charbon qui s'est séparée dans
25 le cyclone. Au cas où le taux d'humidité du charbon est élevé et où le chauffage du broyeur s'effectue à température peu élevée, il résulte du séchage une quantité d'air d'échappement plus importante que celle qui correspond à la quantité d'air porteur nécessaire. Il convient, dans des cas de cette
30 espèce, de prévoir ou bien une quantité d'air primaire élevée, ou bien l'installation d'un filtre complémentaire. Il en résulte des inconvénients, tout comme dans la combustion directe ou indirecte. C'est ainsi qu'une quantité élevée d'air primaire empêche l'optimisation des conditions des impulsions
35 d'insufflation dans le brûleur du four, et qu'un filtre supplémentaire représente des investissements accrus et un danger plus élevé d'explosion et d'incendie de la poussière de charbon.

La présente invention a en conséquence pour but de pourvoir à un procédé dans lequel la proportion d'air primaire peut être choisie et maintenue faible à volonté, indépendamment de la teneur en humidité du charbon et du chauffage du broyeur, et dans lequel les conditions d'insufflation au niveau de la tuyère du brûleur peuvent être réglées indépendamment du procédé de séchage et de broyage sans avoir à prévoir un filtre séparé pour la poussière de charbon ou bien un réservoir de stockage intermédiaire, et en évitant les risques et les frais supplémentaires qui s'y rattachent, comme c'est le cas dans les installations de combustion indirecte, le procédé qui fait l'objet de la présente invention permettant en outre la récupération de la chaleur de l'air qui s'échappe du broyeur.

Ce but est atteint conformément à la présente invention, en ce que l'on utilise pour le chauffage de l'air secondaire et/ou pour le refroidissement du combustible, la partie de l'air qui s'échappe de l'installation de broyage et qui contient de la poussière de charbon, lequel n'est pas nécessaire en tant qu'air primaire.

Selon un mode de réalisation préférée de l'invention, l'on dépoussière au préalable à l'aide d'un processus d'épuration préliminaire, en particulier dans un cyclone, la partie de l'air qui s'échappe du broyeur et qui n'est pas nécessaire en tant qu'air primaire, et l'on utilise cet air dépoussiéré pour le refroidissement du combustible et/ou pour le réchauffage de l'air secondaire, de telle sorte que l'on récupère également la chaleur du combustible en vue du réchauffage de l'air qui s'échappe du broyeur.

Selon encore un autre mode de réalisation préféré de l'invention, l'on insuffle l'air chaud qui s'échappe du broyeur et qui contient de la poussière de charbon, dans la partie antérieure chaude de l'appareil de refroidissement pour le clinker, de telle sorte qu'ici également la chaleur est récupérée et que la poussière de charbon restante s'enflamme, en outre, dans cette zone chaude, si bien qu'elle est éliminée dans une mesure importante et qu'elle peut encore être utilisée à chauffer l'air secondaire.

Selon encore un autre mode de réalisation préféré de l'invention, l'air qui s'échappe du broyeur est insufflé sous la grille de l'appareil de refroidissement pour le clinker après que ledit air ait été préalablement dépoussiéré à l'aide d'un processus d'épuration préliminaire.

Selon un autre mode de réalisation préféré de l'objet de l'invention, l'air qui s'échappe du broyeur est insufflé au-dessus de la grille de l'appareil de refroidissement pour le clinker, après avoir été préalablement dépoussiéré à l'aide d'un processus d'épuration préliminaire.

Selon encore un autre mode de réalisation préféré du procédé qui fait l'objet de la présente invention, on utilise pour le séchage du charbon, de l'air chaud provenant de l'appareil de refroidissement pour le clinker ou bien de la tête du four.

Selon encore un autre mode de réalisation de l'invention, l'on utilise pour le séchage du charbon, les gaz chauds d'échappement qui sortent du four.

Selon un autre mode particulier de réalisation de l'invention, l'on utilise, pour le séchage du charbon, un processus de combustion qui lui est propre.

Le procédé conforme à la présente invention convient tout particulièrement au processus de calcination du clinker de ciment, de chaux ou d'argile spongieuse, en utilisant un système de four rotatif auquel fait suite un appareil de refroidissement planétaire, tubulaire, à cuve ou encore à lit fluidisé.

Ledit procédé s'applique par ailleurs au processus de calcination de clinker de ciment, de chaux ou d'argile spongieuse, lorsque l'on fait appel à un four à cuve ou à un four à chariot se déplaçant par poussée.

Le procédé qui fait l'objet de la présente invention convient également dans le cas où l'on utilise un broyeur à cylindres et à auge ou bien un broyeur à boulets pour le séchage et le broyage.

Enfin, le procédé conforme à la présente invention convient également dans le cas où l'on réalise une combustion faisant appel exclusivement au charbon aussi bien

qu'à une combustion mixte qui fait appel au charbon et à d'autres combustibles.

Les possibilités d'utilisation précitées du procédé conforme à la présente invention ne représentent que des exemples et ne sont à considérer en aucune manière, comme limitatifs.

Ceci permet de limiter la partie de la quantité d'air primaire nécessaire au brûleur du four à la quantité minimum nécessaire pour une combustion optimale, indépendamment du système de séchage et de broyage et de la teneur en humidité du charbon, tout en introduisant la quantité restante de l'air qui s'échappe du broyeur, de manière économique sur le plan énergétique et de manière non-polluante, sans avoir à faire appel à une installation de filtration particulière.

Le procédé selon l'invention est économique en énergie, en ce que la chaleur contenue dans l'air chaud qui s'échappe du broyeur est réutilisée au chauffage de l'air secondaire. Par ailleurs, le reste de la poussière de charbon de l'air qui s'échappe du broyeur est amené à l'air secondaire, en sorte qu'il n'est pas nécessaire de le séparer par filtration ; en particulier, ce reste de poussière de charbon peut être brûlé dans le courant d'air secondaire, selon un mode particulier de réalisation du procédé qui fait l'objet de la présente invention. Ceci représente une utilisation plus directe et complète de l'ensemble de la poussière de charbon contenue dans l'air qui s'échappe du broyeur, en sorte que le procédé selon l'invention n'est pas seulement économique en énergie et en matière première, mais opère également d'une manière non-polluante et moins onéreuse, étant donné que la poussière de charbon restante est éliminée et que, de cette manière, une installation de filtration séparée n'est plus nécessaire.

Il convient d'ajouter à cela que l'on peut atteindre une grande sécurité à l'égard des explosions et des incendies dus à la poussière de charbon, en mettant en oeuvre le procédé qui fait l'objet de la présente invention, en évitant l'utilisation d'un réservoir de stockage intermédiaire de poussière de charbon et une installation de filtration et grâce à la possibilité d'exploitation et de maîtrise de l'installa-

tion de séchage et de broyage sans perte de chaleur économiquement significative, même lorsque le taux d'humidité du charbon est élevé, en mettant en oeuvre des températures de l'air chaud relativement basses ; de plus, les problèmes posés
5 par les taux d'humidité élevés du charbon sont éliminés aisément en utilisant largement la chaleur résiduelle du four et/ou de l'appareil de refroidissement pour le clinker.

Outre les dispositions qui précèdent, l'invention comprend encore d'autres dispositions, qui ressortiront de
10 la description qui va suivre.

L'invention sera mieux comprise à l'aide du complément de description qui va suivre, qui se réfère au dessin annexé dans lequel :

- la figure unique représente schématiquement un appareillage
15 pour la mise en oeuvre du procédé qui fait l'objet de la présente invention, lequel appareillage renferme, en particulier, un four à ciment et un appareil de refroidissement à grille coulissante pour le clinker.

Il doit être bien entendu, toutefois, que ce
20 dessin et les parties descriptives correspondantes sont donnés uniquement à titre d'illustration de l'objet de l'invention dont ils ne constituent en aucune manière une limitation.

Le charbon séché et broyé dans un broyeur à
25 charbon 1, est séparé dans un cyclone à grande puissance 2, après quoi il est introduit, par l'intermédiaire d'un organe de fermeture 3, dans le courant d'air primaire ou dans un courant d'air partiel du courant d'air primaire 4.

La quantité d'air ou de gaz nécessaire au séchage
30 et en tant qu'air porteur est aspirée à travers le broyeur de charbon 1 et le cyclone à grande puissance 2 à l'aide d'une soufflante 5. On utilise comme moyen de transport et comme moyen de séchage, en amont du broyeur de charbon 1, soit de l'air chaud provenant de l'appareil de refroidissement qui
35 passe par la conduite 6 d'air de cet appareil, soit de l'air chaud provenant de la tête du four qui passe par la conduite 7 d'air de la tête du four, soit les gaz d'échappement du four qui passent par la conduite 8 d'échappement des gaz du four,

soit du gaz chaud provenant d'une chambre de combustion 9, soit encore des combinaisons d'air de l'appareil de refroidissement, d'air provenant de la tête du four, des gaz d'échappement du four et des gaz chauds, en utilisant pour le réglage 5 le clapet 10 d'air de refroidissement, le clapet 11 de l'air provenant du four, le clapet 12 des gaz d'échappement du four et le clapet 13 de la chambre de combustion, ainsi que le clapet 30 d'air froid, l'air chaud contenant de la poussière étant épuré au préalable dans un cyclone 14. L'air qui s'échap- 10 pe du broyeur et qui contient de la poussière de charbon, préalablement dépoussiéré dans le cyclone 2 à grande puissance, est divisé, en aval de la soufflante 5 et peut être aussi bien dirigé vers la soufflante d'air primaire 15 que vers l'entrée du broyeur, en traversant le volet 19 disposé sur la conduite 15 de communication 18, ou bien encore vers une soufflante d'air froid 16 de l'appareil de refroidissement 17 pour le clinker. Les proportions de ces différentes quantités peuvent être optimisées et réglées à chaque fois dans une gamme allant de 0 à 100 %, en fonction des exigences du système de broyage, du 20 taux d'humidité du charbon et de la formation de la flamme. C'est à cela que servent le volet 19 de la conduite de liaison, le volet d'admission 20 de l'air de refroidissement et le volet de secours 21, de même que le volet d'air primaire 22 et le volet 23 servant à l'amenée d'air froid.

25 Ces possibilités de réglage permettent de diminuer à volonté la proportion d'air primaire et d'utiliser les tuyères de brûleur 24 les plus différentes, ainsi que les combinaisons de combustion les plus diverses, en utilisant, par exemple, du combustible complémentaire 36, sans qu'il soit 30 nécessaire de tenir compte de la teneur en humidité du charbon et des conditions régnant dans l'installation de séchage et de broyage.

C'est ainsi qu'une quantité plus élevée d'air qui s'échappe du broyeur est insufflée dans l'appareil de 35 refroidissement pour le clinker, particulièrement dans le cas d'un taux élevé d'humidité du charbon. L'insufflation a lieu, par exemple, à l'aide d'une soufflante 16 d'air de refroidissement ou bien directement dans l'une des chambres de refroidissement 31. L'insufflation peut cependant également être

répartie sur plusieurs soufflantes 16 d'air de refroidissement, ou bien elle peut être transférée à l'aide d'une soufflante 34 séparée d'amenée de l'air de refroidissement dans une ou plusieurs chambres 31 d'air de refroidissement, ou

5 directement dans la partie de l'appareil de refroidissement pour clinker 37 qui contient l'air chaud, par l'intermédiaire de la grille 25. Il est cependant préférable de procéder à l'insufflation dans la chambre 31 d'air de refroidissement la plus voisine de la partie de l'appareil de refroidissement

10 37 pour clinker qui contient l'air chaud. De cette manière, la chaleur thermique de l'air qui s'échappe du broyeur peut être pleinement mise à profit pour le réchauffage de l'air secondaire. De plus, la fraction de chaleur non thermique encore contenue dans l'air qui s'échappe du broyeur, est

15 enflammée sous la forme du reste de la poussière de charbon, lors de son passage à travers la couche chaude de clinker, et est ainsi utilisée. Ladite fraction de chaleur sert à chauffer davantage l'air secondaire. L'air en excès qui s'échappe de l'appareil de refroidissement est amené, par l'intermédiaire

20 diaire de la canalisation de sortie 32, au dépoussiéreur de sortie 27 dans lequel il est dépoussiéré. L'air d'échappement est entraîné à l'air libre en fonction de la pression régnant dans la tête du four, à l'aide de la soufflante 28 d'air d'échappement et du clapet de réglage 29.

25 Dans le procédé qui fait l'objet de la présente invention, et contrairement au procédé indirect, la totalité de la chaleur de l'air qui s'échappe, c'est-à-dire aussi bien la chaleur thermique que la chaleur contenue dans la poussière de charbon résiduelle de l'air d'échappement est récupérée

30 En outre, du fait de la combustion de la totalité de la poussière de charbon résiduelle, il n'est plus nécessaire de prévoir un filtre à charbon. Ceci représente une économie appréciable et une augmentation notable de la sécurité de l'exploitation. De même, plus aucune poussière de charbon

35 ne s'échappe à l'atmosphère, en sorte que le procédé selon l'invention est sensiblement moins polluant que les procédés connus jusqu'à présent. Il n'est plus nécessaire de prévoir un stockage intermédiaire de la poussière de charbon, en sorte

que le danger d'incendie ou d'explosion dû à la poussière de charbon est réduit dans une proportion importante. Il en résulte, pour l'ensemble, des coûts d'investissements, de surveillance et d'exploitation, bien plus réduits.

5 Contrairement aux procédés direct ou semi-direct, la quantité d'air primaire peut, conformément à la présente invention, être déterminée à volonté. Grâce à cela, on peut réaliser ainsi une optimisation de la flamme et la quantité d'air primaire peut être maintenue à un niveau bien
10 plus faible. Il en résulte des économies de combustible qui, dans le cas de charbon à taux élevé d'humidité, peuvent atteindre environ 100 kg/calorie par kg de clinker (0,42 j/t de clinker).

 Ainsi que cela ressort de ce qui précède,
15 l'invention ne se limite nullement à ceux de ses modes de mise en oeuvre, de réalisation et d'application qui viennent d'être décrits de façon plus explicite ; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes qui peuvent venir à l'esprit du technicien en la matière, sans s'écarter du cadre, ni de
20 la portée, de la présente invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé combiné de séchage-broyage et de combustion de charbon, non-polluant et économisant l'énergie, par réduction de la quantité d'air primaire même lorsque le
5 charbon présente des taux élevés d'humidité, lequel procédé est caractérisé en ce que la partie de la quantité d'air qui s'échappe du broyeur (1) et qui contient de la poussière de charbon, et qui n'est pas nécessaire en tant qu'air primaire, est utilisée pour le chauffage de l'air secondaire et/ou pour
10 le refroidissement du combustible.

2. Procédé selon la Revendication 1, caractérisé en ce que la partie de l'air qui s'échappe du broyeur (1) préalablement dépoussiéré à l'aide d'un appareil d'épuration préliminaire, en particulier d'un cyclone (2), non-utilisée en
15 tant qu'air primaire, est utilisée pour le refroidissement du combustible et/ou pour le chauffage de l'air secondaire.

3. Procédé selon l'une quelconque des Revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'air chaud qui s'échappe du broyeur (1) et qui contient de la poussière de charbon
20 est insufflé dans la partie chaude de la grille (25) d'un appareil de refroidissement (17) pour le clinker, de telle sorte que l'on récupère pour le chauffage de l'air secondaire, non seulement la chaleur thermique de l'air, mais également la chaleur de combustion de la poussière de charbon résiduelle de
25 l'air qui s'échappe du broyeur (1), qui s'enflamme dans la partie chaude de l'appareil de refroidissement (17) pour le clinker.

4. Procédé selon l'une quelconque des Revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'air qui s'échappe du
30 broyeur (1) et qui a été préalablement dépoussiéré par épuration préliminaire, est insufflé sous la grille (25).

5. Procédé selon l'une quelconque des Revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'air qui s'échappe du broyeur (1) et qui a été préalablement dépoussiéré par épura-
35 tion préliminaire est insufflé au-dessus de la grille (25).

6. Procédé selon l'une quelconque des Revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'on utilise pour le séchage du charbon, de l'air chaud provenant de l'appareil de re-

froidissement(17) pour le clinker ou bien de la tête du four.

7. Procédé selon l'une quelconque des Revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'on utilise pour le séchage du charbon, des gaz chauds d'échappement du four.

8. Procédé selon au moins l'une quelconque des Revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'on utilise une combustion séparée pour le séchage du charbon.

9. Utilisation du procédé selon l'une quelconque des Revendications 1 à 8, caractérisé en ce que ledit procédé est mis en oeuvre pour la calcination de clinker de ciment, de chaux ou d'argile spongieuse, à l'aide d'un système de four rotatif auquel fait suite un appareil de refroidissement planétaire, tubulaire, à cuve, ou à lit fluidisé.

10. Utilisation du procédé selon l'une quelconque des Revendications 1 à 8, caractérisé en ce que ledit procédé est mis en oeuvre pour la calcination de clinker de ciment, de chaux ou d'argile spongieuse, à l'aide d'un four à cuve ou à chariot se déplaçant par poussée.

11. Procédé selon l'une quelconque des Revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'on met en oeuvre un broyeur à cylindres et à auge, ou un broyeur à boulets pour le séchage-broyage.

12. Procédé selon l'une quelconque des Revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'on met en oeuvre une combustion utilisant exclusivement du charbon, ou une combustion mixte utilisant du charbon et d'autres combustibles.

