



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 31513 B1** (51) Cl. internationale : **F27B 7/20**
(43) Date de publication : **01.07.2010**

-
- (21) N° Dépôt : **32496**
(22) Date de Dépôt : **07.01.2010**
(30) Données de Priorité : **12.06.2007 DK PA200700839**
(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/EP2008/055134 28.04.2008**
(71) Demandeur(s) : **FLSMIDTH A/S, VIGERSLEV ALLE 77 DK - 2500 VALBY (DK)**
(72) Inventeur(s) : **HANSEN, Jens Peter**
(74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY TMP AGENTS**

-
- (54) Titre : **PROCEDE ET INSTALLATION POUR LA PRODUCTION SIMULTANEE D'ELECTRICITE ET DE CLINKER DE CIMENT**
(57) Abrégé : L'INVENTION PORTE SUR UN PROCÉDÉ AINSI QUE SUR UNE INSTALLATION POUR LA PRODUCTION SIMULTANÉE D'ÉLECTRICITÉ ET DE CLINKER DE CIMENT. SELON CE PROCÉDÉ, UNE FARINE DE CIMENT DE DÉPART EST CALCINÉE DANS UN FOUR DE CALCINATION (4) SOUMIS À UNE INTRODUCTION SIMULTANÉE DE COMBUSTIBLE ET D'AIR DE COMBUSTION, PUIS GRILLÉE EN CLINKER DE CIMENT DANS UN FOUR (5), ET UNE PARTIE DE LA CHALEUR CONTENUE DANS LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT PROVENANT DU FOUR DE CALCINATION (4) EST UTILISÉE POUR GÉNÉRER DE L'ÉLECTRICITÉ AU MOYEN D'UNE SECTION DE CHAUDIÈRE (18). LE PROCÉDÉ ET L'INSTALLATION SONT PARTICULIERS PAR LE FAIT QUE L'AIR DE COMBUSTION ADRESSÉ AU FOUR DE CALCINATION (4) NE CONTIENT PAS D'ALCALI NI DE CHLORURE, ET PAR LE FAIT QUE LA TEMPÉRATURE DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT UTILISÉS POUR GÉNÉRER L'ÉLECTRICITÉ EST D'AU MOINS 500 °C. ON OBTIENT DE CETTE FAÇON QUE DES FORMATIONS DE REVÊTEMENT FORMÉES SUR LES TUBES DE CHAUDIÈRE EN RAISON DE LA CONDENSATION DE VAPEURS D'ALCALI ET DE CHLORURE PEUVENT ÊTRE ÉVITÉES, TANDIS QU'EN

MÊME TEMPS, LE RENDEMENT AVEC LEQUEL UNE ÉNERGIE THERMIQUE PEUT ÊTRE CONVERTIE EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE PEUT ÊTRE AUGMENTÉ.

Résumé

Décrite est une méthode aussi bien qu'une usine pour la production simultanée d'électricité et de scories de ciment par laquelle méthode l'approvisionnement en matériau brut de ciment est brûlé dans un calcinateur (4) sujet à la fourniture simultanée de carburant et d'air de combustion (comburant) et ensuite brûlés en scories de ciment dans un four (5), et où une partie de la chaleur contenue dans les gaz d'échappement du calcinateur (4) est utilisée pour générer de l'électricité au moyen de la chaudière (18). La méthode et l'usine sont particulières car le comburant fourni au calcinateur (4) ne contient pas d'alcali ou de chlorure, et parce que la température des gaz d'échappement utilisés pour générer de l'électricité est d'au moins 500 deg C.

Par ceci est obtenu que des formations couvrantes formées sur les conduites de la chaudière, dues à la condensation des vapeurs d'alcali et de chlorure, puissent être évitées pendant que, en même temps, l'efficacité avec laquelle l'énergie thermique peut être convertie en énergie électrique peut être augmentée.

L'invention présente est relative à une méthode pour la production simultanée d'électricité et de scories de ciment, par laquelle méthode, l'alimentation de matériau brut est calcinée dans un calcinateur soumis à l'approvisionnement en carburant et en air de combustion (comburant), brûlé ensuite dans les scories de ciment dans un four, et où une partie de la chaleur contenue dans les gaz d'échappement du calcinateur est utilisée pour générer de l'électricité au moyen d'une chaudière. L'invention concerne également une usine pour mettre en œuvre la méthode.

Des exemples d'usines tels que GB-2098305-A et EP-896958-A1 utilisant les gaz d'échappement du système de four à ciment pour produire de l'électricité sont connus. L'électricité est typiquement produite par une turbine à vapeur induite par l'évaporation de l'eau, ou autre milieu fonctionnant pour un même résultat dans une ou plusieurs chaudières. Dans le GB-2098305-A, il est proposé d'installer la chaudière entre le premier et le deuxième étage de la tour du préchauffeur du cyclone où la température des gaz est d'au moins 500 deg C, tandis que dans l'EP-896958-A1, il est proposé qu'une partie des gaz chauds d'une température de 700 à 900 deg C issus de l'étage inférieur du cyclone soit détournée de la tour du préchauffeur et utilisée pour produire de l'électricité. C'est un fait bien connu que l'efficacité avec laquelle l'énergie thermique peut être convertie en énergie électrique augmente sensiblement par rapport à la température d'admission du gaz du processus introduit dans la chaudière. Deux problèmes significatifs, liés à la tentative d'élever la température de la vapeur surchauffée, sont la contamination et l'érosion des conduites de la chaudière quand la température des gaz d'échappement est augmentée. Normalement, la vapeur est maintenue dans un groupe de conduites de la chaudière, tandis que les gaz d'échappement chauds sont refroidis en passant dans la partie extérieure de ces conduites. On a ainsi découvert que le transfert thermique pour ces usines connues diminue sensiblement avec le temps car des couches se forment sur la partie extérieure de ces conduites.

Des études plus détaillées de ces couches ont montré que les éléments les plus courants sont l'alcali, le chlorure et le soufre. Ces éléments s'évaporent à une température supérieure à 900 deg C dans la zone brûlante du four et se condensent graduellement lorsque les gaz d'échappement refroidissent lors de leur passage dans les cyclones du calcinateur et du préchauffeur, et malheureusement dans une partie de la chaudière également, s'ils y sont introduits, dans un endroit où le gaz d'échappement est supérieur à 500 deg C. De nombreux composés divers tels que KCl, CaCl₂, NaCl, Na₂CO₃, K₂SO₄ et NaSO₄ peuvent se former si les gaz d'échappement contenant de tels composés se refroidissent.

Le problème ci-dessus mentionné, impliquant la formation de couches sur les conduites de la chaudière, peut être évité en installant la section de chaudière à un endroit où la température du gaz d'échappement est inférieure à 500 deg C, où la majeure partie de l'alcali et du chlorure a subi la condensation. Cependant, l'inconvénient de cette méthode est que l'efficacité sera si faible qu'elle éliminera pratiquement tout intérêt économique.

L'objectif de l'invention présente est de fournir une méthode aussi bien qu'une usine pour la production simultanée d'électricité et de scories de ciment par des moyens desquels les inconvénients mentionnés ci-dessus sont éliminés ou sensiblement réduits.

Selon l'invention, ceci est réalisé par une méthode, de la sorte mentionnée en introduction, et étant caractérisée par le comburant aussi bien que par les matériaux bruts de ciment alimentant le calcinateur ne contenant pas d'alcali ou de chlorure, et par une température des gaz d'échappement, utilisés pour la production d'électricité, supérieure à 500 deg C.

Par ceci est obtenu que les formations de couches se formant sur les conduites de la chaudière dues à la condensation des vapeurs d'alcali et de chlorure peuvent être évitées, alors qu'en même temps, l'efficacité avec laquelle l'énergie thermique convertie en énergie électrique peut être augmentée. Ceci est dû au fait que par la méthode selon l'invention, en contraste avec les usines connues précédemment, les gaz d'échappement contenant de l'alcali et du chlorure provenant du four rotatif de l'usine à ciment ne sont pas utilisés pour produire de l'électricité, mais à la place on utilise un gaz d'échappement ne contenant pas de tels éléments.

L'usine pour mettre en œuvre la méthode selon l'invention comprend un calcinateur, pour calciner les matériaux bruts de ciment d'alimentation, sujet à l'approvisionnement simultané de carburant et du comburant, et d'une chaudière utilisée pour produire la vapeur pour générer l'électricité au moyen d'une partie de la chaleur contenue dans les gaz d'échappement du calcinateur, et étant caractérisée en ce que l'air de combustion de même que l'alimentation en matériaux bruts de ciment fournis au calcinateur ne contiennent pas d'alcali et de chlorure et en ce que la température des gaz d'échappement pour produire l'électricité est d'au moins 500 deg C.

L'air de combustion qui est fourni au calcinateur peut être atmosphérique et chauffé dans un générateur de chaleur. Cependant, en tant que comburant du calcinateur, il est préférable d'utiliser les gaz de processus de l'usine à ciment elle-même, de préférence issu du refroidisseur de scories.

Dans les cas où les matériaux bruts de ciment contiennent des contaminants sous la forme de sulfure et de carbone organique, ces éléments auront tendance à être évacués en dioxyde de sulfure gazeux (SO₂), en monoxyde de carbone (CO) et d'éléments organiques volatiles (EOV), s'ils sont chauffés dans un préchauffeur de cyclone traditionnel à plusieurs étages. Pour éviter de telles émissions, le matériau brut contenant de tels contaminants et ayant été préchauffé à un maximum de 500 deg C peut être avantageusement introduit directement dans le gaz du processus de haute température d'au moins 800 deg C et contenant de la poussière d'oxyde de calcium (CaO) et un surplus d'oxygène. Ainsi, le SO₂ gazeux absorbera la poussière d'oxyde de calcium et le carbone organique brûlera complètement dans le dioxyde de carbone (CO₂), de ce fait réduisant considérablement ou éliminant complètement les émissions de SO₂, CO et EOV. Selon l'invention, il est donc préférable que le matériau brut qui contient des contaminants sous la forme

de sulfure et de carbone organique soit introduit directement dans le calcinateur où les conditions ci-dessus mentionnées sont présentes.

Dans des situations où il est désirable d'utiliser des carburants de qualité inférieure pour le processus de fabrication du ciment, de tels carburants peuvent être avantageusement mis à feu directement dans le calcinateur ou les conditions appropriées, sous la forme d'excédent substantiel d'oxygène pour assurer la combustion complète de tels carburants, sont présentes.

Les gaz d'échappement qui sont évacués du calcinateur auront une température typique d'au moins 850 deg C. Dans les cas où il est désirable de baisser cette température avant d'introduire les gaz d'échappement dans la chaudière, l'usine peut comprendre une ou plusieurs étapes de cyclone pour préchauffer le matériau brut de ciment, de préférence un matériau qui ne contient pas de quantité appréciable de contaminant sous la forme de sulfure et de carbone organique avant d'être introduit dans le calcinateur. De cette façon, la température des gaz d'échappement peut être réglée de manière optimale pour le processus suivant d'échange thermique dans la chaudière.

L'usine de ciment peut comporter ensuite un préchauffeur cyclonique conventionnel qui est alimenté par les gaz d'échappement, chargés d'alcali et de chlorure, issus du four de l'usine. Dans ce cas, le milieu fonctionnel de la chaudière peut être avantageusement préchauffé au travers d'échange thermique avec les gaz d'échappement dans le préchauffeur cyclonique un endroit où la température d'entrée n'excède pas 500 deg C. Le milieu fonctionnel de la chaudière peut également être préchauffé au travers d'échange thermique avec l'excédant d'air du refroidisseur de scories.

L'invention va maintenant être décrite en détail avec références au dessin, le seul schéma étant un diagramme et montrant une usine de ciment selon l'invention.

Dans le diagramme, on voit une usine de ciment qui comprend deux lignes de préchauffage 1 et 2, chacune d'elles comprenant un calcinateur, respectivement 3 et 4, chacun étant équipé d'un cyclone de séparation, respectivement 3a et 4a, un four rotatif 5 et un refroidisseur de scories 6. La ligne de préchauffage 1 est conçue comme un préchauffeur cyclonique traditionnel à plusieurs étages et, dans la configuration montrée, il comprend trois étages, mais peut également comprendre moins ou plus d'étages cycloniques supplémentaires. La ligne 1 de préchauffeur fonctionne de façon traditionnelle, avec le matériau brut introduit par l'intermédiaire d'une admission 7 dans la conduite de l'étage supérieur du préchauffeur cyclonique, chauffé, calciné et brûlé en scories une fois conduit à travers, en première étape, le préchauffeur 1, le calcinateur 3 et ensuite le four rotatif 5 en contre-courant avec des gaz d'échappement chauds qui sont formés, respectivement, au brûleur 8 du four rotatif 5 et au brûleur 9 du calcinateur 3, et le comburant qui est introduit dans le calcinateur 3 par l'intermédiaire de la conduite 10, et étant envoyé au travers de la corde 1 du préchauffeur au moyen d'un ventilateur non montré.

Dans la configuration montrée, la ligne 2 du préchauffeur est composée du calcinateur 4 avec un cyclone 4a de séparation et un seul étage de cyclone, mais il peut être construit sans cyclone ou avec un cyclone à plusieurs étages. Dans la ligne 2 du préchauffeur, le matériau brut est introduit par l'intermédiaire d'une admission 12, contenant probablement de plus hautes concentrations de composants volatiles sous la forme de sulfure et de carbone organique, directement dans le calcinateur 4, dans lequel il est chauffé à une température de calcination d'environ 890 deg C, sujet à la fourniture simultanée de carburant par l'intermédiaire d'un ou plusieurs brûleurs 13 et du comburant via une conduite 14. L'approvisionnement brut calciné est séparé des gaz d'échappement dans le cyclone de séparation 4a et dirigé vers le four rotatif 5 dans lequel il est brûlé dans les scories en même temps que l'approvisionnement brut issu de la corde de préchauffage 1, tandis que les gaz d'échappement sont détournés par l'intermédiaire d'une conduite 15.

Les gaz d'échappement quittant le calcinateur via la conduite 15 ont une température d'au moins 850 deg C et peuvent être utilisés pour préchauffer le matériau brut qui est introduit par l'admission 16 dans le conduit 15, baissant ainsi la température des gaz d'échappement, et encore séparés des gaz d'échappement dans le cyclone 17 suivant. Les gaz d'échappement du calcinateur 4 sont dirigés directement ou par l'intermédiaire d'un ou plusieurs étages cycloniques 17 vers une chaudière 18 dans laquelle, par un échange thermique, les gaz sont utilisés pour surchauffer un milieu fonctionnel qui, en conséquences, est utilisé pour générer de l'électricité ou tout autre travail mécanique de façon connue.

Selon l'invention, le comburant fourni au calcinateur 4 ne doit contenir aucun alcali ni chlorure afin d'éviter la formation de couches sur les conduites de la chaudière provenant de la condensation des vapeurs d'alcali et de chlorure, et en même temps, la température des gaz d'échappement utilisés pour fabriquer l'électricité doit être d'au moins 500 deg C, augmentant ainsi l'efficacité avec laquelle l'énergie thermique des gaz d'échappement est convertie en énergie électrique dans la chaudière.

Comme le montre la figure, l'air chaud de refroidissement des scories peut être convenablement employé puisqu'il ne contient pas d'alcali ou de chlorure. En alternative, le comburant peut être atmosphérique et chauffé dans un générateur de chaleur.

L'air de refroidissement des scories contient un taux d'oxygène élevé et a une température très haute, le rendant particulièrement approprié pour l'usage en comburant pour assurer la combustion complète des carburants de qualité inférieure et des contaminants de carbone organique des matériaux bruts qui sont introduits dans le calcinateur 4, évitant ainsi des émissions de SO₂, CO et EO_V.

Dans l'usine à ciment montrée, le milieu fonctionnel de la chaudière peut avantageusement être chauffé dans un échangeur thermique 19 par échange de chaleur des gaz d'échappement du préchauffeur cyclonique 1 avant qu'il ne soit surchauffé dans la chaudière 18. Si c'est le cas, la température des gaz d'échappement du préchauffeur cyclonique 1 vers l'échangeur thermique 19 ne

doit pas être supérieure à 500 deg C afin de s'assurer que le contenu entier de chlorure et d'alcali est effectivement condensé avant d'atteindre l'échangeur thermique 19. Le milieu fonctionnel de la chaudière peut également être préchauffé par l'échange thermique de l'excédent d'air du refroidisseur de scories 6.

Revendications

1. Une méthode pour la production simultanée d'électricité et de scories de ciment par laquelle l'approvisionnement en matériau brut est brûlé dans un calcinateur (4) sujet à la fourniture simultanée de carburant et d'air de combustion (comburant) et en conséquences brûlé en scories dans un four (5), et une partie de la chaleur contenue dans les gaz d'échappement du calcinateur (4) est utilisée pour produire de l'électricité par la chaudière (18), **caractérisée par le fait** que le comburant aussi bien que le matériau brut fournis au calcinateur ne contiennent pas d'alcali ou de chlorure, et par le fait que la température des gaz d'échappement utilisés pour produire l'électricité est d'au moins 500 deg C.
2. Une méthode selon la revendication 1, **caractérisée par le fait** que les gaz du processus de l'usine de ciment elle-même, de préférence du refroidisseur de scories (6), sont utilisés comme comburants dans le calcinateur (4).
3. Une méthode, selon les revendications 1 ou 2, **caractérisée par le fait** que l'alimentation en matériau brut qui contient des contaminants sous la forme de sulfure et de carbone organique est introduite directement dans le calcinateur (4).
4. Une méthode, selon les revendications 1, 2 ou 3, **caractérisée par le fait** que des carburants de qualité inférieure sont brûlés dans le calcinateur (4).
5. Une méthode, selon n'importe quelle revendication 1 à 4, **caractérisée par le fait** que les gaz d'échappement évacués du calcinateur (4) sont utilisés pour préchauffer le matériau brut de ciment, avant d'être utilisés pour la production d'électricité.
6. Une méthode, selon la revendication 1, **caractérisée par le fait** que le milieu fonctionnel de la chaudière (18) est préchauffé dans la chaudière (19) par l'échange thermique avec les gaz d'échappement d'une corde supplémentaire de préchauffage, qui est fournie par les gaz d'échappement du four (5) de l'usine à un endroit où la température d'entrée des gaz d'échappement de la chaudière (19) n'excède pas 500 deg C.
7. Une méthode, selon la revendication 1, **caractérisée par le fait** que le milieu fonctionnel de la chaudière (18) est préchauffé par l'échange thermique avec l'excédent d'air du refroidisseur de scories (6).
8. Une usine pour mettre en œuvre la méthode, selon n'importe quelle revendication 1 à 7, laquelle comprend un calcinateur (4), pour la calcination de l'alimentation en matériau brut de ciment, sujet à la fourniture simultanée de carburant et de comburant, et d'une chaudière (18) utilisée à la production de vapeur pour générer de l'électricité au moyen d'une partie de la chaleur contenue dans les gaz d'échappement

du calcinateur (4), **caractérisée par le fait** que l'air de combustion aussi bien que l'alimentation en matériau brut de ciment fournis au calcinateur (4) ne contiennent pas d'alcali et de chlorure, et que la température des gaz d'échappement utilisés pour produire l'électricité est d'au moins 500 deg C.

9. Une usine, selon la revendication 8, caractérisée par le fait que le calcinateur (4) est connecté au refroidisseur de scories (6) par une conduite (14) pour l'approvisionnement d'air de refroidissement .
10. Une usine, selon la revendication 8 ou 9, caractérisée par le fait qu'elle est configurée avec un ou plusieurs étages de cyclone (17) pour le préchauffage du matériau brut de ciment avant d'être introduit dans le calcinateur (4).

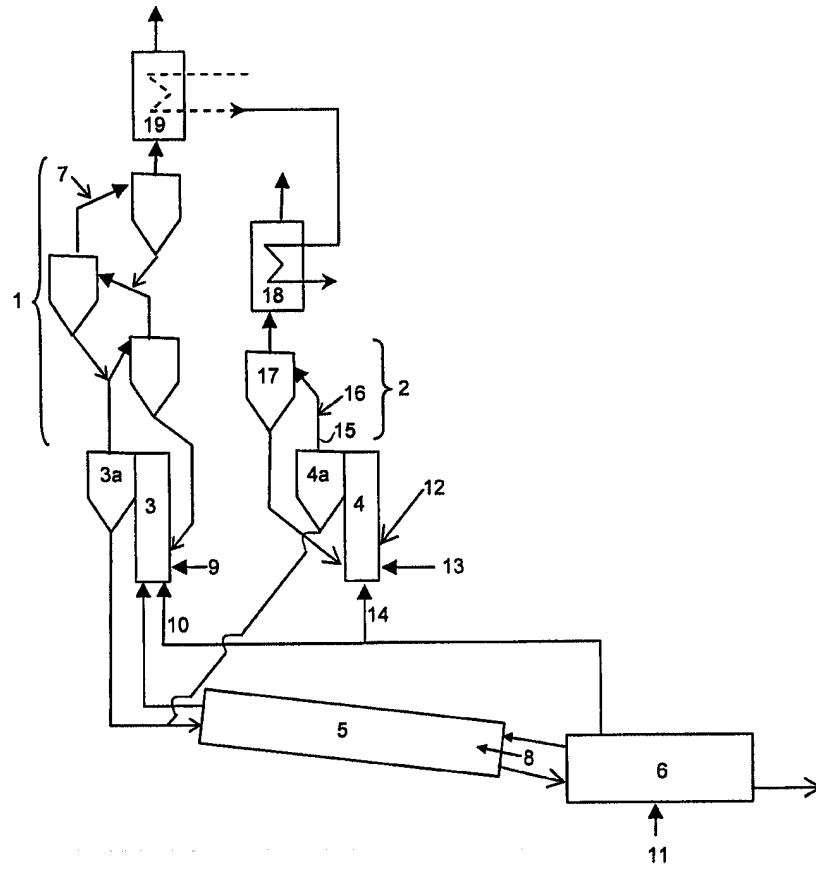


Fig. 1