



⑫ **NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du nouveau fascicule du brevet : **02.11.94 Bulletin 94/44**

⑤① Int. Cl.⁵ : **F27D 13/00, C04B 7/44, F27B 7/20**

②① Numéro de dépôt : **85402108.6**

②② Date de dépôt : **31.10.85**

⑤④ **Procédé et installation de traitement thermique, pouvant être appliqué à la fabrication d'un liant hydraulique, comprenant une étape de post-combustion.**

③⑩ Priorité : **12.11.84 FR 8417213**
18.10.85 FR 8515483

④③ Date de publication de la demande :
28.05.86 Bulletin 86/22

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
17.04.91 Bulletin 91/16

④⑤ Mention de la décision concernant l'opposition :
02.11.94 Bulletin 94/44

⑥④ Etats contractants désignés :
AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE

⑤⑥ Documents cités :
EP-B- 0 052 431
DE-A- 2 364 796

⑤⑥ Documents cités :
DE-A- 3 237 343
DE-C- 2 724 654
FR-A- 2 280 601
FR-A- 2 384 727
GB-A- 1 406 965
GB-A- 2 028 475
M. Paliard, Precalcining with Fluid Bed in "Rock Products", Juin 1984, pages 28-31

⑦③ Titulaire : **CLE**
170 Place Henri Regnault
F-92400 COURBEVOIE (FR)

⑦② Inventeur : **Desmidt, François**
11 rue de la Porte Jaune
F-92380 Garches (FR)

⑦④ Mandataire : **Durand, Yves Armand Louis et al**
Cabinet Z. Weinstein
20, Avenue de Friedland
F-75008 Paris (FR)

EP 0 182 697 B2

Description

La présente invention concerne essentiellement un procédé et une installation de traitement thermique pouvant être appliqué à la fabrication d'un liant hydraulique, comprenant une étape de post-combustion.

Jusqu'à présent, les procédés et installations récents de fabrication d'un liant hydraulique, par exemple, comprennent une étape préalable de pré-calcination d'une matière pulvérulente appropriée pour la fabrication d'un liant hydraulique, pouvant être un clinker de ciment, dans un pré-calculateur et une étape de calcination ou cuisson proprement dite dans un four de calcination ou de cuisson, pouvant être un four de clinkérisation. La pré-calcination se réalise habituellement comme représentée à la figure 1 des dessins annexés par mise en suspension de la matière pulvérulente à l'aide de divers gaz, en particulier à l'aide de gaz provenant du four de calcination, ainsi qu'avantageusement l'air chaud récupéré sur le refroidisseur.

Cette matière pulvérulente peut contenir un composant susceptible de provoquer une réaction exothermique soit avec un gaz soit avec un autre composant. Cependant, et en particulier dans le cas de fabrication de clinker de ciment, quand la matière pulvérulente de base ne contient pas un tel composant susceptible de provoquer une réaction exothermique, habituellement appelé combustible, elle doit donc être mélangée à un tel composant combustible.

Or, la tendance actuelle est à l'utilisation de combustible bon marché. Naturellement, ce combustible bon marché ne présente pas les mêmes qualités, en particulier de réactivité et d'aptitude au broyage que les combustibles de haut de gamme.

Il est bien connu à l'homme du métier que plus la matière première ou le combustible utilisé est de mauvaise qualité, plus il est difficile de réaliser correctement le procédé de fabrication du liant hydraulique, en particulier un clinker de ciment. En outre, il est généralement admis par l'homme du métier que les installations actuellement connues doivent être largement modifiées pour aboutir à une fabrication correcte de ce liant hydraulique, en particulier constitué par un clinker de ciment.

En effet, il est bien connu que l'étape préalable de pré-calcination constitue une étape primordiale de préparation de la matière première avant de réaliser le traitement thermique de préparation du liant hydraulique dans la zone de calcination ou de cuisson. Et, on comprendra aisément que cette combustion préalable est beaucoup plus difficile à réaliser lorsque le combustible de départ est de moins bonne qualité, et donc plus économique. De tels combustibles de départ sont par exemple les charbons les plus pauvres, les charbons de bois, les cokes de pétrole, etc.

Naturellement, cette combustion dans l'étape de

pré-calcination sera améliorée en augmentant le temps de séjour dans le pré-calculateur.

Le temps de séjour des gaz dans le pré-calculateur représente une image du temps de séjour de la matière et du combustible.

Or, ce temps de séjour des gaz est directement lié au volume du pré-calculateur.

Si l'on veut, par exemple, doubler le temps de séjour, on devra au moins doubler le volume du pré-calculateur.

Ainsi, pour une installation de production de 2.000 tonnes jour de clinker, à titre d'exemple, le volume du pré-calculateur est de 160 m³ et le doublement d'une telle installation est pratiquement irréalisable du point de vue technologique.

Par ailleurs, on connaît d'après le document GB-A-1 406 965 une installation pour la fabrication de clinker de ciment comprenant notamment un système de préchauffage, un pré-calculateur avec étage de séparation, et un four de calcination.

Toutefois, cette installation ne résout pas le problème technique consistant en la fourniture d'un nouveau procédé et d'une nouvelle installation qui permettraient l'utilisation de combustibles plus économiques, par exemple en vue de la préparation d'un liant hydraulique, en particulier d'un clinker de ciment, sans pour autant nécessiter de modifications des appareils de pré-calcination ou pré-calculateurs existants tout en aboutissant de préférence à un bilan thermique amélioré par rapport au bilan thermique des procédés et installations précédemment connus.

Ces problèmes techniques sont résolus par la présente invention.

Par le document DE-C-2 724 654 sont connus un procédé et une installation de cuisson de matière pulvérulente, en particulier de farine brute de ciment, du type défini dans la revendication indépendante de procédé 1 et la revendication indépendante d'installation 9. Dans cette technique antérieure, la seconde combustion s'effectue avec addition de combustible supplémentaire dans un gaz comburant comprenant de l'air chaud provenant d'un système de refroidissement par l'air de la matière évacuée du four de cuisson; puis la matière pulvérulente est séparée des gaz et envoyée au four de cuisson.

D'autre part, la présente invention a également pour but de fournir une solution permettant de ne modifier que très légèrement les procédés et installations de traitement thermique, par exemple ceux concernant la fabrication de liants hydrauliques, précédemment connus et permettant en outre de préférence un fonctionnement réversible pour permettre lorsque cela est désiré d'utiliser, dans la même installation, des combustibles d'excellentes qualités. Autrement dit, la solution fournie par la présente invention doit également permettre l'utilisation simultanée de combustibles de réactivités très différentes.

Ainsi, selon l'un de ses aspects, la présente in-

vention fournit un procédé de traitement thermique, pouvant être appliqué à la fabrication d'un liant hydraulique, tel qu'un clinker de ciment, d'une matière pulvérulente, contenant, ou mélangée à, un combustible, comprenant un pré-chauffage, suivi d'abord d'une étape préalable de pré-calcination dans une zone de pré-calcination où ledit combustible subit une combustion primaire à l'aide d'un gaz comburant et à la sortie de laquelle existe un certain taux d'imbrûlés, et ensuite d'une étape de calcination ou de cuisson dans une zone de calcination ou de cuisson, tandis qu'on réalise, entre l'étape de précalcination et l'étape de calcination ou de cuisson, une étape de seconde combustion pour la matière pulvérulente séparée des gaz de combustion et contenant des imbrûlés sortant d'un étage de séparation qui sépare la matière précalcinée contenant des imbrûlés des gaz de combustion et envoi de ladite matière pulvérulente après ladite seconde combustion dans ladite zone de calcination ou de cuisson, et dans lequel ladite étape de seconde combustion est une étape de post-combustion effectuée en l'absence de tout apport de combustible supplémentaire où ledit combustible restant dans la matière pulvérulente est brûlé dans une zone de post-combustion par une mise en suspension de ladite matière pulvérulente dans un gaz constitué d'air.

Selon une caractéristique préférée de ce procédé selon l'invention, celui-ci est caractérisé en ce que le volume de la zone de post-combustion est prédéterminé en fonction du temps de séjour nécessaire dans la zone de post-combustion pour effectuer la combustion complète dudit combustible restant dans la matière pulvérulente et est de 1-10ème à 1-50ème environ de celui de la zone de pré-calcination.

Selon une caractéristique particulière du procédé selon l'invention, celui-ci est caractérisé en ce que la zone de post-combustion se situe sur le circuit de transfert de la matière pulvérulente depuis un étage de séparation faisant partie de l'étage de pré-chauffage qui sépare la matière pré-calcinée des gaz et alimente celle-ci dans la zone de calcination.

Selon un premier mode de réalisation du procédé selon l'invention, celui-ci est caractérisé en ce que le gaz constitué d'air est constitué par de l'air chaud provenant d'une zone de refroidissement par l'air de la matière calcinée ou cuite évacuée de la zone de calcination.

Selon une variante de réalisation, on réalise après l'étape de postcombustion, une étape de séparation de la matière pulvérulente du gaz de mise en suspension dans une zone de séparation annexe avec envoi subséquent de la matière pulvérulente ainsi séparée à l'étape de calcination ou de cuisson.

Ce procédé est encore caractérisé en ce qu'au moins une partie des gaz poussiéreux issus de l'étape de post-combustion est traitée et recyclée et/ou rejetée à l'atmosphère pour en éliminer les composés

volatils nuisibles.

Suivant une autre caractéristique, au moins une partie des gaz poussiéreux précités est recyclée vers l'étape de pré-calcination ou de pré-chauffage.

Suivant encore une autre caractéristique de ce procédé, les gaz issus de l'étape de post-combustion sont partiellement dépoussiérés dans un séparateur à cyclone et une fraction des poussières ainsi récupérées est recyclée vers l'étape de calcination.

Ce procédé est encore caractérisé en ce que, lors de l'étape de postcombustion, on contrôle les conditions de température de potentiel d'oxydo-réduction ou de potentiel chimique d'un élément autre que l'oxygène pour optimiser les conditions de volatilisation des composés volatils nuisibles.

Selon un autre de ses aspects, la présente invention fournit également une installation de traitement thermique pouvant être appliquée à la fabrication d'un liant hydraulique, tel qu'un clinker de ciment, d'une matière pulvérulente contenant, ou mélangée à, un combustible comprenant un système de pré-chauffage d'au moins la matière pulvérulente, suivi d'un pré-calcinateur réalisant une combustion primaire dudit combustible, suivi d'un étage de séparation de la matière pulvérulente des gaz faisant partie du système de pré-chauffage et un four de calcination ou de cuisson, tandis qu'elle comprend, entre ledit étage de séparation et le four de calcination ou de cuisson, un dispositif de seconde combustion qui se situe sur un circuit de transfert de la matière pulvérulente depuis l'étage de séparation vers le four de calcination, et est alimenté en gaz comburant constitué d'air chaud via un conduit d'amenée dudit gaz comburant relié au système de refroidissement de la matière calcinée ou cuite évacuée du four et dans laquelle ledit dispositif de seconde combustion est un dispositif de post-combustion du combustible restant dans ladite matière pulvérulente ne comportant aucun moyen d'introduction de produits combustibles de l'extérieur, lequel dispositif comprend une gaine de remise en suspension alimentée en ledit gaz comburant constitué d'air chaud de façon réglable par ledit conduit et ledit gaz comburant constitué d'air chaud étant fourni à ladite gaine, selon un débit réalisant une mise en suspension de la matière pulvérulente dans ledit gaz.

L'invention vise encore une installation de traitement thermique pouvant être appliquée à la fabrication d'un liant hydraulique, tel qu'un clinker de ciment, d'une matière pulvérulente contenant, ou mélangée à, un combustible comprenant un système de pré-chauffage d'au moins la matière pulvérulente, suivi d'un pré-calcinateur réalisant une combustion primaire dudit combustible, suivi d'un étage de séparation de la matière pulvérulente des gaz faisant partie du système de pré-chauffage et un four de calcination ou de cuisson, tandis qu'elle comprend entre ledit étage de séparation et le four de calcination ou de cuisson

un dispositif de seconde combustion qui se situe sur un circuit de transfert de la matière pulvérulente depuis l'étage de séparation vers le four de calcination, et est alimenté par un conduit d'amenée de gaz comburant constitué d'air chaud relié au système de refroidissement par l'air de la matière calcinée ou cuite évacuée du four et dans laquelle ledit dispositif de seconde combustion est un dispositif de post-combustion du combustible restant dans ladite matière pulvérulente ne comportant aucun moyen d'introduction de produits combustibles de l'extérieur, qui comprend une chambre de turbulence dans laquelle la matière pulvérulente est remise en suspension dans le gaz comburant constitué d'air chaud fourni de façon réglable par ledit conduit d'amenée de gaz comburant à ladite chambre de turbulence.

Cette invention concerne encore une réalisation d'installation de traitement thermique pouvant être appliquée à la fabrication d'un liant hydraulique, tel qu'un clinker de ciment, d'une matière pulvérulente contenant, ou mélangée à, un combustible comprenant un système de pré-chauffage d'au moins la matière pulvérulente, suivi d'un pré-calcinateur réalisant une combustion primaire dudit combustible, suivi d'un étage de séparation de la matière pulvérulente des gaz faisant partie du système de pré-chauffage et un four de calcination ou de cuisson, tandis qu'elle comprend, entre ledit étage de séparation et le four de calcination ou de cuisson, un dispositif de seconde combustion, qui se situe sur un circuit de transfert de la matière pulvérulente depuis l'étage de séparation vers le four de calcination et dans laquelle ledit dispositif de seconde combustion est un dispositif de post-combustion du combustible restant dans ladite matière pulvérulente ne comportant aucun moyen d'introduction de produits combustibles de l'extérieur et qui comprend une chambre de fluidisation comprenant une grille de fluidisation alimentée en air par une conduite.

Cette invention a encore pour objet une installation de traitement thermique pouvant être appliquée à la fabrication d'un liant hydraulique, tel qu'un clinker de ciment, d'une matière pulvérulente contenant, ou mélangée à, un combustible comprenant un système de pré-chauffage d'au moins la matière pulvérulente, suivi d'un pré-calcinateur réalisant une combustion primaire dudit combustible, suivi d'un étage de séparation de la matière pulvérulente des gaz faisant partie du système de pré-chauffage et un four de calcination ou de cuisson, tandis qu'elle comprend, entre ledit étage de séparation et le four de calcination ou de cuisson, un dispositif de seconde combustion, qui se situe sur un circuit de transfert de la matière pulvérulente depuis l'étage de séparation vers le four de calcination et dans laquelle ledit dispositif de seconde combustion est un dispositif de post-combustion du combustible restant dans ladite matière pulvérulente ne comportant aucun moyen d'introduction de pro-

duits combustibles de l'extérieur et qui forme, par une chambre à lit fluidisé, avec le circuit de transfert, un siphon fluidisé assurant le transfert de la matière pulvérulente vers le four.

Ainsi, grâce au procédé et à l'installation précédemment décrits de l'invention, comprenant une étape de post-combustion, on peut moduler à volonté le temps de séjour dans le système de traitement de la matière pulvérulente avant le four de calcination ou de cuisson proprement dit de manière à adapter le temps de séjour en fonction de la spécificité de la matière pulvérulente ou du composant provoquant une réaction exothermique ou composant combustible. Ainsi, dans le cas où le combustible est de faible réactivité, on peut moduler le temps de séjour dans la zone de post-combustion de manière à réduire le taux d'imbrûlés provenant de la zone de pré-calcination par une quantité limitée de gaz comburant, en général de l'air.

Ainsi, par le procédé et l'installation selon l'invention, on aboutit à une maîtrise totale de l'évolution du temps de séjour tout en ne modifiant que très accessoirement les procédés et installations antérieurement connus, tels que ceux pour la fabrication d'un liant hydraulique. En outre, le procédé et l'installation selon l'invention permettent d'utiliser des combustibles contenus dans ou mélangés à la matière pulvérulente, plus économiques. Il peut s'agir par exemple des charbons les plus pauvres, des charbons de bois, du coke de pétrole, dont la combustion ne peut être totale dans la zone de pré-calcination dans laquelle le temps de séjour est limité.

On précisera encore qu'une installation selon cette invention est caractérisée par le fait que la chambre précitée comprend un conduit d'évacuation ascendant comprenant une partie plongeante terminée par une ouverture débouchant au voisinage de la grille de fluidisation, de sorte que l'air, alimenté au moyen d'une buse, serve à l'expulsion de la matière précalcinée dans ledit conduit et à son transfert vers le four, par ascension pneumatique, ladite grille étant divisée par une paroi verticale en deux compartiments dont chacun est alimenté en air par une alimentation séparée.

Cette installation est encore caractérisée en ce que la chambre précitée comprend un conduit d'évacuation latéral de sorte que la matière précalcinée soit alimentée vers le four par simple débordement.

L'invention concerne encore une autre réalisation d'installation de traitement thermique pouvant être appliquée à la fabrication d'un liant hydraulique, tel qu'un clinker de ciment, d'une matière pulvérulente contenant, ou mélangée à, un combustible comprenant un système de pré-chauffage d'au moins la matière pulvérulente, suivi d'un pré-calcinateur réalisant une combustion primaire dudit combustible, suivi d'un étage de séparation de la matière pulvérulente des gaz faisant partie du système de pré-chauffage et un

four de calcination ou de cuisson, tandis qu'elle comprend, entre ledit étage de séparation et le four de calcination ou de cuisson, un dispositif de seconde combustion, qui se situe sur un circuit de transfert de la matière pulvérulente depuis l'étage de séparation vers le four de calcination et dans laquelle ledit dispositif de seconde combustion est un dispositif de post-combustion du combustible restant dans ladite matière pulvérulente ne comportant aucun moyen d'introduction de produits combustibles de l'extérieur et qui est constitué par la partie inférieure d'une boîte à fumée modifiée pour avoir sa paroi formant fond à un niveau inférieur à celui du fond du four, ladite paroi formant fond de la boîte à fumée étant réalisée sous la forme d'une grille de fluidisation alimentée en air par un conduit d'alimentation.

L'installation selon l'invention est encore caractérisée en ce que la sortie du dispositif de post-combustion comporte au moins une conduite d'évacuation d'au moins une partie des gaz poussiéreux chargés en composés volatils nuisibles.

Suivant encore une autre caractéristique de l'invention, la sortie du dispositif de post-combustion comporte au moins une conduite de recyclage d'une partie des gaz poussiéreux dans le pré-calcinateur précité ou dans le système de préchauffage précité.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lumière de la description explicative qui va suivre faite en référence à plusieurs modes de réalisation actuellement préférés de l'installation selon l'invention, permettant la mise en oeuvre du procédé selon l'invention précédemment énoncé, donnés simplement à titre d'illustration et qui ne sauraient en aucune façon limiter la portée de l'invention. Dans les dessins:

La figure 1 est une vue schématique d'une installation classique pour la préparation d'un liant hydraulique, en particulier un clinker de ciment, au niveau du pré-calcinateur et du four de calcination ou de cuisson en général constitué par un four rotatif.

La figure 2 représente un premier mode de réalisation selon la présente invention.

La figure 3 représente un deuxième mode de réalisation d'une installation selon la présente invention.

La figure 4 représente un troisième mode de réalisation d'une installation selon l'invention.

La figure 5 représente un quatrième mode de réalisation d'une installation selon l'invention.

La figure 6 représente un cinquième mode de réalisation d'une installation selon l'invention.

En référence à la figure 1, on a représenté un mode de réalisation d'une installation classique de fabrication d'un liant hydraulique, en particulier constitué par un clinker de ciment, à partir d'une matière pulvérulente appropriée, de préférence contenant, ou mélangée à, un composant susceptible de provoquer une réaction exothermique soit avec un gaz soit avec un autre composant. En général, la matière pulvé-

lente est un cru classique appelé habituellement farine provenant d'un atelier de broyage, préalablement pré-chauffée puis introduite par un conduit 104 dans le pré-calcinateur 103. Cette matière pulvérulente peut être mélangée préalablement avec le constituant susceptible de provoquer une réaction exothermique ou composant combustible, ou dans certains cas, le composant combustible peut être introduit séparément dans le pré-calcinateur 103. D'autre part, en général on introduit un gaz permettant de réaliser la combustion du composant combustible par un conduit 102, dans le pré-calcinateur, ce gaz est de préférence de l'air chaud récupéré sur le refroidisseur à clinker, qui se trouve en aval du four de calcination ou de cuisson 101.

D'autre part, en général le four de calcination 101 ou de cuisson est un four rotatif qui est pourvu d'une boîte à fumée 108 par laquelle remontent les gaz provenant du four de calcination 101 ou de cuisson par un conduit 109 aboutissant au pré-calcinateur 103. Le mélange de la matière pulvérulente, du composant combustible et des gaz, en particulier de l'air de combustion, s'évacuent du pré-calcinateur 103 par un conduit 110 vers le système de pré-chauffage, comprenant un étage inférieur de séparation 106 séparant les gaz des matières solides. Les gaz passent par un conduit 105 vers un étage supérieur du système de pré-chauffage tandis que les matières solides sont transférées par gravité par un conduit de transfert 111 au four de calcination ou de cuisson 101 par l'intermédiaire de la boîte à fumée 108. A titre d'exemple, pour une unité de production de 2.000 tonnes/jour de clinker, le volume du pré-calcinateur 103 et des conduits de liaison 109, 110 est d'environ 160 m³, ce volume correspond à un temps de séjour des gaz d'environ 1,4 secondes dans le pré-calcinateur. On comprend ainsi que lorsqu'on utilise un composant combustible de moins bonne qualité, c'est-à-dire de moins bonne réactivité, il sera nécessaire d'augmenter ce temps de séjour.

A titre d'exemple, si l'on veut porter le temps de séjour des gaz de 1,4 à 2,0 secondes pour utiliser ce combustible plus pauvre, il faudra aussi augmenter le volume de l'ensemble pré-calcinateur et conduits de liaison d'au moins 60 m³, soit près de 40%.

On conçoit qu'il est très difficile de modifier les installations existantes dans ce sens et que pour de nouvelles installations, cela en augmenterait radicalement le coût. D'autre part, cette solution n'est pas applicable dans la pratique car dans le cas où à certains moments on utiliserait des combustibles riches, c'est-à-dire à bonne réactivité, le volume du pré-calcinateur 103 serait trop important. La présente invention permet de remédier à ces inconvénients d'une manière nouvelle et non évidente pour un homme du métier.

Ainsi, en référence à la figure 2, selon un premier mode de réalisation d'une installation selon l'inven-

tion, on a utilisé les mêmes numéros de référence pour les mêmes éléments que ceux de l'installation classique de la figure 1, augmentés de 100. Ainsi, le pré-calcinateur est repéré 203, etc.

Selon la présente invention, l'installation est caractérisée en ce qu'elle comprend un dispositif de post-combustion désigné par le numéro de référence général 212, disposé ici de préférence entre l'étage inférieur 206 de séparation du système de pré-chauffage, et le four de calcination ou de cuisson 201, réalisant une post-combustion de la matière pulvérulente qui contient un taux variable d'imbrûlés.

Le volume de ce dispositif de post-combustion 212 est adapté en fonction du taux d'imbrûlés qui lui est transféré, c'est-à-dire donc en fonction de la réactivité en particulier du composant combustible introduit dans le pré-calcinateur 203. De préférence, le volume de ce dispositif de post-combustion 212 est compris entre environ 1-10ème et environ 1-50ème du volume du pré-calcinateur 203 (avec les conduits de liaison 209 et 210).

D'autre part, ce dispositif de post-combustion 212 reçoit par le conduit 211 la matière pulvérulente provenant de l'étage inférieur de séparation 206 du système de pré-chauffage.

Ce conduit 211 est conçu de façon à pouvoir aussi alimenter directement le four 201 c'est-à-dire à pouvoir by-passer le dispositif de combustion 212, ce qui augmente la souplesse de l'installation et du procédé selon l'invention.

Selon le mode de réalisation représenté à la figure 2, le dispositif de post-combustion de préférence comprend une gaine 214 de remise en suspension qui est avantageusement disposée sensiblement verticalement. Cette gaine de remise en suspension peut comporter vers sa base un rebroussement de conduit 216 comprenant un conduit 218 d'amenée de gaz comburant, qui est constitué par de l'air chaud provenant du système de refroidissement de la matière calcinée ou cuite évacuée du four 201, par le conduit 202. Le conduit 218 constitue donc une dérivation du conduit 202 comme cela est clairement compréhensible à la figure 2. Ce conduit 218 est latéralement pourvu d'une vanne 219 permettant d'ajuster le débit de l'air.

D'autre part, la base de la gaine 214 se poursuit au delà du rebroussement 216 par un conduit 220 comportant une vanne 222 permettant l'amenée à volonté d'air, froid ou chaud.

De préférence, et selon le mode de réalisation représenté, la partie supérieure de la gaine 214 de remise en suspension aboutit à un étage de séparation 224, tel qu'un cyclone, dans lequel la matière pulvérulente est séparée du gaz de combustion ou du gaz vecteur, les gaz de combustion ou vecteur sortant de l'étage de séparation 224 par un conduit 226, tandis que la matière pulvérulente, pré-calcinée ne contenant plus de combustible imbrûlé est transférée par

un conduit de transfert 228 au four 201 par l'intermédiaire de la boîte à fumée 208.

On conçoit ainsi que le dispositif de post-combustion selon l'invention peut être ajouté très facilement sur toute installation existante, ceci étant de même pour le procédé permettant ainsi d'utiliser des combustibles de moins bonne réactivité.

A titre d'exemple, et par rapport à l'installation classique représentée à la figure 1, pour obtenir 0,6 seconde de temps de séjour complémentaire dans le dispositif de post-combustion 212, il suffit de prévoir une gaine 214 d'un volume de 5 m³ ayant par exemple un diamètre de 0,5 m et une hauteur de 20 m. Pour un charbon de pouvoir calorifique de 5.000 kilocalories/ kilogramme, on pourra brûler dans la gaine 214 1.600 kilogrammes de charbon par heure (20% de la quantité totale alimentée au pré-calcinateur par la conduite 204).

Pour assurer cette combustion, on pourra alimenter la gaine 214 par 11.000 Nm³/heures d'air. Le débit de matière transportée dans la gaine 214 sera d'environ 100 tonnes par heure. Le cyclone 224 associé à la gaine 214 aura un diamètre d'environ 1,50 m.

La perte de pression dans l'ensemble gaine 214 plus cyclone 224 sera de 5.000-5.500 Pascal.

On peut ainsi constater que pour augmenter le temps de combustion dans un pré-calcinateur de 40%, dans une installation classique il faut augmenter le volume du pré-calcinateur aussi d'au moins 40%.

Par contre, selon la présente invention, on obtient la même augmentation du temps de combustion dans le dispositif de post-combustion 212 avec une gaine d'un volume de l'ordre de 3% de celui du pré-calcinateur, qui est de préférence associé à un petit cyclone.

De plus, dans le dispositif de post-combustion, un avantage important réside dans le fait que la partie du combustible la plus difficile à brûler et qui se trouve déjà pré-chauffée est à nouveau en contact avec de l'air pur.

En référence à la figure 3, on a représenté un deuxième mode de réalisation d'une installation selon l'invention pour lequel on a utilisé les mêmes numéros de référence pour les parties identiques à celles de la figure 2 mais augmentés de 100. Ainsi, le pré-calcinateur porte le numéro 303 et le dispositif de post-combustion le numéro 312. Selon ce mode de réalisation, le dispositif de post-combustion 312 comprend une chambre de turbulence 330 dans laquelle on a amené à la partie supérieure de la matière pulvérulente contenant les particules de combustible imbrûlé par la conduite de transfert 311, tandis que de l'air est alimenté à la base de ladite chambre 330 par un conduit 320 comportant un rebroussement 316 identique à celui du mode de réalisation de la figure 2.

La présence de cette chambre de turbulence 330 permet d'augmenter le temps de contact entre l'oxygène de l'air de combustion admis par les conduites 318 et/ou 320 et les particules du combustible imbrûlé de manière plus importante que dans le cas d'une simple gaine 214 de remise en suspension comme c'est le cas du mode de réalisation de la figure 2.

De même, la matière calcinée est séparée des gaz de combustion par le cyclone 324. On notera ici que le transfert du mélange de la matière calcinée et du gaz a lieu par une conduite latérale 332 comportant une partie ascendante sensiblement verticale 333 aboutissant vers le sommet de l'étage de séparation formé par le cyclone 324. La matière séparée est introduite dans le four via la conduite 328 tandis que les gaz de combustion sont évacués par une conduite 326.

En référence à la figure 4, on a représenté encore un autre mode de réalisation d'une installation selon l'invention. Egalement, les parties communes à celles de la figure 3 comportent les mêmes numéros de référence augmentés de 100. Ainsi, le dispositif de post-combustion porte ici le même numéro de référence général 412.

Selon ce mode de réalisation, le conduit de transfert de la matière pulvérulente 411 depuis l'étage inférieur 406 de séparation au four 401 par l'intermédiaire de la boîte à fumée 408, reste présent. Le dispositif de post-combustion 412 est disposé en dérivation et est alimenté en matière pulvérulente de l'étage inférieur de séparation 406 par une jambe de descente 450 dans le dispositif de post-combustion 412 comprenant une chambre 452 dans laquelle est formé un lit fluidisé. Cette chambre 452 comporte une grille de fluidisation 454 divisée en deux compartiments par la présence d'une paroi verticale 456, chaque compartiment étant alimenté par une alimentation séparée 457, 458 aboutissant à une conduite commune 459 comportant un ventilateur ou un surpresseur 460.

L'air peut être alimenté par le conduit 418 ou être constitué par de l'air pur froid ou chaud alimenté par le conduit 446. Selon ce mode de réalisation, le deuxième compartiment défini par la paroi de séparation 456 est d'un volume réduit tandis que l'évacuation de la matière pulvérulente est assurée par une conduite 462 comportant à sa partie inférieure une ouverture 464 débouchant au voisinage de la grille 454 de manière à ce que l'air alimenté au moyen d'une buse 455 serve à l'expulsion de la matière pulvérulente dans le conduit 462. Comme représenté, le conduit 462 aboutit à l'ancien conduit de transfert 411.

D'autre part, la chambre 452 comporte à sa partie supérieure un conduit 466 de dégazage aboutissant par le conduit 466b à la boîte à fumée du four 401.

Grâce à cette disposition, les débits d'air soufflés dans les conduits 457, 458 peuvent être très diffé-

rents de manière à créer deux lits de densité très différente et donc aussi de hauteur très différente.

On voit donc que la solution selon l'invention permet d'améliorer grandement la souplesse de l'installation selon l'invention, ainsi que du procédé concomitant.

En référence à la figure 5, selon un autre mode de réalisation pour lequel les numéros de référence des parties communes ont encore été augmentés de 100, on peut observer que le dispositif de post-combustion 512 comprend aussi une chambre 552 pourvue d'une grille de fluidisation 554 alimentée en air par la même installation que celle décrite à la figure 4, cependant sans présence de cloison de séparation. Selon ce présent mode de réalisation de la figure 5, la matière pulvérulente est alimentée dans la chambre 552 par une jambe 550 de descente de la matière pulvérulente tandis que l'évacuation de la matière pulvérulente de la chambre de post-combustion 552 est réalisée par simple débordement du lit fluidisé en faisant aboutir le conduit de transfert 511 latéralement à la partie supérieure du lit fluidisé. On prévoit aussi une conduite d'évacuation du gaz 526 analogue à la conduite 226 de la figure 2.

Selon ce mode de réalisation, on peut obtenir des temps de séjour de plusieurs minutes.

Dans les réalisations décrites ci-dessus, on a vu que les gaz de combustion sortant de l'étage de séparation 224, 324 (figures 2 et 3) ou bien sortant directement du dispositif de post-combustion 412, 512 (figures 4 et 5), sont évacués par un conduit repéré en 226, 326, 466, 526. Comme on le voit sur ces quatre figures, le conduit précité peut être divisé en plusieurs branches formant par exemple deux conduits 226a, 226b (figure 2), 326a, 326b (figure 3), 466a, 466b (figure 4), et 526a, 526b (figure 5).

L'un 226a, 326a, 466a, 526a, des deux conduits sert à l'évacuation d'une partie ou de la totalité des gaz poussiéreux chargés en composés volatils nuisibles. Les gaz passant dans ces conduits peuvent être évacués directement à l'atmosphère ou bien traités de toute manière appropriée pour en éliminer les composés volatils nuisibles avant sortie à l'atmosphère ou recyclage éventuel.

L'autre conduit 226b, 326b, 466b, 526b permet le recyclage d'une autre partie des gaz poussiéreux vers le pré-calcinateur 203, 303, 403, 503, ou vers le système de pré-chauffage (non représenté).

On pourra donc traiter les composés volatils (oxydes alcalins, chlorures, sulfates ou analogues) qui, lors de la fabrication de produits calcinés et plus particulièrement de clinker de ciment, peuvent se concentrer dans l'installation, ce qui risque d'entraîner des perturbations dans le fonctionnement.

Enfin, en référence à la figure 6, selon encore un autre mode de réalisation de la présente invention, pour lequel les numéros de référence ont été encore augmentés de 100 par rapport au mode de réalisation

de la figure 5, on observe que le pré-calcinateur porte le numéro de référence 603.

Selon ce mode de réalisation, le dispositif de post-combustion 612 est formé par la partie inférieure 670 de la boîte à fumée 608 qui a été modifiée pour avoir sa paroi formant fond 672 située à un niveau inférieur à celui du fond 601a du four 601. En outre, la paroi formant fond 672 de la boîte à fumée 608 est réalisée sous forme d'une grille 654 de fluidisation alimentée en air par un conduit d'alimentation 674 sur lequel est disposé un ventilateur ou surpresseur 675. De même, ce ventilateur ou surpresseur 675 est alimenté soit par de l'air provenant de la conduite 618 analogue à la conduite 218 de la figure 2 ou par de l'air pur frais ou pré-chauffé provenant de la conduite 646 analogue à la conduite 546 de la figure 5. Dans ce mode de réalisation, le conduit de transfert 611 de la matière pulvérulente de l'étage inférieur 606 de séparation du système de pré-chauffage n'est pas modifié et aboutit à la boîte à fumée 608.

On conçoit ainsi aisément, et comme cela est clairement compréhensible à partir de la figure 6, qu'on réalise un lit fluidisé dans la partie modifiée 670 de la boîte à fumée 608 entre le niveau de la grille 654 et le niveau du fond 601a du four 601.

D'autre part, la matière pulvérulente est transférée dans le four 601 par simple débordement du lit fluidisé.

En outre, dans le cas où les particules de matière pulvérulente seraient entraînées dans le pré-calcinateur 603, alors ces particules seraient ensuite recyclées, ce qui constitue un avantage supplémentaire de cette réalisation.

Selon ce mode de réalisation, ainsi que pour les modes de réalisation des figures 4 et 5, avec un volume de 6 m³ du dispositif de post-combustion, on peut obtenir un temps de séjour de la matière et du combustible imbrûlé de l'ordre d'au moins 1 mn. On observe ainsi que dans tous les modes de réalisation, les volumes du dispositif de post-combustion restent les mêmes.

On conçoit ainsi que les divers modes de réalisation de l'installation selon l'invention permettent tous d'aboutir aux avantages précédemment énoncés, en ne nécessitant que des modifications tout à fait mineures des installations actuellement existantes et d'autre part, la présente invention, bien que décrite en liaison à la fabrication d'un liant hydraulique, tel qu'un clinker de ciment, car on y obtient des avantages techniques particulièrement importants et tout à fait inattendus pour un homme du métier, peut être appliquée de manière plus générale au traitement thermique de matière pulvérulente nécessitant une pré-calcination et une calcination ou cuisson.

Revendications

1. Procédé de traitement thermique, pouvant être appliqué à la fabrication d'un liant hydraulique, tel qu'un clinker de ciment, d'une matière pulvérulente, contenant, ou mélangée à, un combustible, comprenant un préchauffage, suivi d'abord d'une étape préalable de précalcination dans une zone de précalcination (203 ; 303 ; 403 ; 503 ; 603) où ledit combustible subit une combustion primaire à l'aide d'un gaz comburant et à la sortie de laquelle existe un certain taux d'imbrûlés, et ensuite d'une étape de calcination ou de cuisson dans une zone de calcination ou de cuisson (201 ; 301 ; 401 ; 501 ; 601), tandis qu'on réalise, entre l'étape de précalcination et l'étape de calcination ou de cuisson, une étape de seconde combustion pour la matière pulvérulente séparée des gaz de combustion et contenant des imbrûlés sortant d'un étage de séparation (206 ; 306 ; 406 ; 506 ; 606) qui sépare la matière précalcinée contenant des imbrûlés des gaz de combustion et envoi de la matière pulvérulente après ladite seconde combustion dans ladite zone de calcination ou de cuisson, et dans lequel ladite étape de seconde combustion est une étape de post-combustion effectuée en l'absence de tout apport de combustible supplémentaire où ledit combustible restant dans la matière pulvérulente est brûlé dans une zone de post-combustion (212 ; 312 ; 412 ; 512 ; 612) par une mise en suspension de ladite matière pulvérulente dans un gaz constitué d'air.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le volume de la zone de post-combustion est prédéterminé en fonction du temps de séjour nécessaire dans la zone de post-combustion pour effectuer la combustion complète dudit combustible restant dans la matière pulvérulente, et est de 1-10ème à 1-50ème environ de celui de la zone de précalcination.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le gaz constitué d'air est constitué par de l'air chaud provenant d'une zone de refroidissement par l'air de la matière calcinée ou cuite évacuée de la zone de calcination ou de cuisson.
4. Procédé selon la revendication 1 ou 3, caractérisé en ce qu'on réalise, après l'étape de post-combustion, une étape de séparation de la matière pulvérulente du gaz de mise en suspension dans une zone de séparation annexe avec envoi subséquent de la matière pulvérulente ainsi séparée à l'étape de calcination ou de cuisson.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, ca-

- ractérisé en ce qu'au moins une partie des gaz poussiéreux issus de l'étape de post-combustion est traitée et recyclée et/ou rejetée (226a ; 326a ; 466a ; 526a) à l'atmosphère pour en éliminer les composés volatils nuisibles.
- 5
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'au moins une partie des gaz poussiéreux précités est recyclée vers l'étape de précalcination ou de préchauffage.
- 10
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les gaz issus de l'étape de post-combustion sont partiellement dépoussiérés dans un séparateur à cyclone et en ce qu'une fraction des poussières ainsi récupérées est recyclée vers l'étape de calcination.
- 15
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, lors de l'étape de post-combustion, on contrôle les conditions de température de potentiel d'oxydo-réduction ou de potentiel chimique d'un élément autre que l'oxygène pour optimiser les conditions de volatilisation des composés volatils nuisibles.
- 20
- 25
9. Installation de traitement thermique pouvant être appliquée à la fabrication d'un liant hydraulique, tel qu'un clinker de ciment, d'une matière pulvérulente contenant, ou mélangée à, un combustible, comprenant un système de préchauffage d'au moins la matière pulvérulente, suivi d'un précalcinateur (203) réalisant une combustion primaire dudit combustible, suivi d'un étage de séparation de la matière pulvérulente des gaz (206) faisant partie du système de préchauffage et un four de calcination ou de cuisson (201), tandis qu'elle comprend, entre ledit étage de séparation (206) et le four de calcination ou de cuisson (201), un dispositif de seconde combustion (212) qui se situe sur un circuit de transfert (211) de la matière pulvérulente depuis l'étage de séparation (206) vers le four de calcination (201) et est alimenté en gaz comburant constitué d'air chaud via un conduit (218) d'amenée dudit gaz comburant, relié au système de refroidissement par l'air de la matière calcinée ou cuite évacuée du four (201), et dans laquelle ledit dispositif de seconde combustion (212) est un dispositif de post-combustion du combustible restant dans ladite matière pulvérulente ne comportant aucun moyen d'introduction de produits combustibles de l'extérieur, lequel dispositif comprend une gaine (214) de remise en suspension alimentée de façon réglable (219) en ledit gaz comburant constitué d'air chaud par ledit conduit (218).
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
10. Installation de traitement thermique pouvant être
- appliquée à la fabrication d'un liant hydraulique, tel qu'un clinker de ciment, d'une matière pulvérulente contenant, ou mélangée à, un combustible, comprenant un système de préchauffage d'au moins la matière pulvérulente, suivi d'un précalcinateur (303) réalisant une combustion primaire dudit combustible, suivi d'un étage de séparation de la matière pulvérulente des gaz (306) faisant partie du système de préchauffage et un four de calcination ou de cuisson (301), tandis qu'elle comprend, entre ledit étage de séparation (306) et le four de calcination ou de cuisson (301), un dispositif de seconde combustion (312) qui se situe sur un circuit de transfert (311) de la matière pulvérulente depuis l'étage de séparation (306) vers le four de calcination (301) et est alimenté par un conduit d'amenée de gaz comburant (318) constitué d'air chaud, relié au système de refroidissement par l'air de la matière calcinée ou cuite évacuée du four (301), et dans laquelle ledit dispositif de seconde combustion (312) du combustible restant dans ladite matière pulvérulente ne comportant aucun moyen d'introduction de produits combustibles de l'extérieur, qui comprend une chambre de turbulence (330) dans laquelle la matière pulvérulente est remise en suspension dans ledit gaz comburant constitué d'air chaud fourni de façon réglable (319) à ladite chambre de turbulence (330).
11. Installation de traitement thermique pouvant être appliquée à la fabrication d'un liant hydraulique, tel qu'un clinker de ciment, d'une matière pulvérulente contenant, ou mélangée à, un combustible, comprenant un système de préchauffage d'au moins la matière pulvérulente, suivi d'un précalcinateur (403, 503, 603) réalisant une combustion primaire dudit combustible, suivi d'un étage de séparation de la matière pulvérulente des gaz (406, 506, 606) faisant partie du système de préchauffage et un four de calcination ou de cuisson (401, 501, 601), tandis qu'elle comprend, entre ledit étage de séparation (406, 506, 606) et le four de calcination ou de cuisson (401, 501, 601), un dispositif de seconde combustion (412, 512, 612) qui se situe sur un circuit de transfert (411, 511, 611) de la matière pulvérulente depuis l'étage de séparation (406, 506, 606) vers le four de calcination (401, 501, 601), et dans laquelle ledit dispositif de seconde combustion (412 ; 512 ; 612) est un dispositif de post-combustion du combustible restant dans ladite matière pulvérulente ne comportant aucun moyen d'introduction de produits combustibles de l'extérieur et qui comprend une chambre de fluidisation (452 ; 552 ; 652) comprenant une grille de fluidisation (454 ; 554 ; 654) alimentée en air par une conduite (459 ;

559 ; 674).

12. Installation de traitement thermique pouvant être appliquée à la fabrication d'un liant hydraulique, tel qu'un clinker de ciment, d'une matière pulvérulente contenant, ou mélangée à, un combustible, comprenant un système de préchauffage d'au moins la matière pulvérulente, suivi d'un précalcinateur (403, 503) réalisant une combustion primaire dudit combustible, suivi d'un étage de séparation de la matière pulvérulente des gaz (406, 506) faisant partie du système de préchauffage et un four de calcination ou de cuisson (401, 501), tandis qu'elle comprend, entre ledit étage de séparation (406, 506) et le four de calcination ou de cuisson (401, 501), un dispositif de seconde combustion (412, 512) qui se situe sur un circuit de transfert (411, 511) de la matière pulvérulente depuis l'étage de séparation (406, 506) vers le four de calcination (401, 501), et dans laquelle ledit dispositif de seconde combustion est un dispositif de post-combustion (412 ; 512) du combustible restant dans ladite matière pulvérulente ne comportant aucun moyen d'introduction de produits combustibles de l'extérieur et qui forme, par une chambre à lit fluidisé (452 ; 552), avec le circuit de transfert (411, 511), un siphon fluidisé assurant le transfert de la matière pulvérulente vers le four (401, 501).
13. Installation selon la revendication 11, caractérisée en ce que la chambre précitée (452) comprend un conduit d'évacuation ascendant (462) comprenant une partie plongeante terminée par une ouverture (464) débouchant au voisinage de la grille de fluidisation (454) de sorte que l'air, alimenté au moyen d'une buse (455), serve à l'expulsion de la matière précalcinée dans ledit conduit (462) et à son transfert vers le four (401) par ascension pneumatique, ladite grille (454) étant divisée, par une paroi verticale (456), en deux compartiments dont chacun est alimenté en air par une alimentation séparée (457, 458).
14. Installation selon la revendication 11, caractérisée en ce que la chambre précitée (552) comprend un conduit d'évacuation latéral (511) partant de la partie supérieure du lit fluidisé, de sorte que la matière précalcinée soit alimentée vers le four (501) par simple débordement.
15. Installation de traitement thermique pouvant être appliquée à la fabrication d'un liant hydraulique, tel qu'un clinker de ciment, d'une matière pulvérulente contenant, ou mélangée à, un combustible, comprenant un système de préchauffage d'au moins la matière pulvérulente, suivi d'un pré-

calcinateur (603) réalisant une combustion primaire dudit combustible, suivi d'un étage de séparation de la matière pulvérulente des gaz (606) faisant partie du système de préchauffage et un four de calcination ou de cuisson (601), tandis qu'elle comprend, entre ledit étage de séparation (606) et le four de calcination ou de cuisson (601), un dispositif de seconde combustion (612) qui se situe sur un circuit de transfert (611) de la matière pulvérulente depuis l'étage de séparation (606) vers le four de calcination (601), et dans laquelle ledit dispositif de seconde combustion est un dispositif de post-combustion (612) du combustible restant dans ladite matière pulvérulente ne comportant aucun moyen d'introduction de produits combustibles de l'extérieur et qui est constitué par la partie inférieure (670) d'une boîte à fumée (608) modifiée pour avoir sa paroi formant fond (672) à un niveau inférieur à celui du fond (601a) du four (601), ladite paroi formant fond (672) de la boîte à fumée (608) étant réalisée sous la forme d'une grille de fluidisation (654) alimentée en air par un conduit d'alimentation (674).

16. Installation selon l'une des revendications 9 à 14, caractérisée en ce que la sortie du dispositif de post-combustion (212, 312, 412, 512) comporte au moins une conduite (226a, 326a, 466a, 526a) d'évacuation d'au moins une partie des gaz poussiéreux chargés en composés volatils nuisibles.

17. Installation selon l'une des revendications 9 à 16, caractérisée en ce que la sortie du dispositif de post-combustion comporte au moins une conduite (226b, 326b, 466b, 526b) de recyclage d'une partie des gaz poussiéreux dans le précalcinateur précité ou dans le système de préchauffage précité.

Claims

1. Method, capable of being applied to the manufacture of a hydraulic binder such as a cement clinker, for the thermal treatment of a powdery material containing or mixed with a fuel, comprising a preheating followed at first by a preliminary step of precalcination in a precalcination zone (203; 303; 403; 503; 603) where the said fuel undergoes a primary combustion by means of a combustible gas and at the outlet of which exists a certain proportion of unburnt substances and then by a calcination or firing step in a calcination or firing zone (201, 301; 401, 501; 601), whereas one carries out, between the precalcination step and the calcination or firing step, a second combustion step for the powdery material separated

- from the combustion gases and containing unburnt substances issuing from a separation stage (206; 306; 406; 506; 606) which separates the precalcined material containing unburnt substances from the combustion gases and feeding of the powdery material after the said second combustion into the said calcination or firing zone and wherein the said second combustion step is a post-combustion step effected in the absence of any supply of additional fuel and where the said fuel remaining within the powdery material is burnt in a post-combustion zone (212; 312; 412; 512; 612) by putting the said powdery material in suspension in a gas consisting of air.
2. Method according to claim 1, characterized in that the volume of the post-combustion zone is predetermined in accordance with the necessary time of residence in the post-combustion zone to effect the complete combustion of the said fuel remaining in the powdery material and is about 1/10th to about 1/50th of that of the precalcination zone.
 3. Method according to claim 1, characterized in that the gas consisting of air consists of hot air coming from a zone of cooling with air the calcined or fired material discharged from the calcination or firing zone.
 4. Method according to claim 1 or 3, characterized in that, after the post-combustion step, one carries out a step of separation of the powdery material from the suspension gas in an appendant separation zone with subsequent conveyance of the powdery material thus separated to the calcination or firing step.
 5. Method according to one of claims 1 to 4, characterized in that at least one portion of the dusty gases issuing from the post-combustion step is treated and recycled and/or rejected (226a; 326a; 466a; 526a) to the atmosphere to remove the noxious volatile compounds therefrom.
 6. Method according to claim 5, characterized in that at least one portion of the aforesaid dusty gases is recycled towards the precalcination or preheating step.
 7. Method according to one of the foregoing claims, characterized in that the gases issuing from the post-combustion step are partially freed from dust in a cyclone separator and in that one fraction of the dusts thus recovered is recycled towards the calcination step.
 8. Method according to one of the preceding claims,
 9. Equipment applicable to the manufacture of a hydraulic binder such as a cement clinker, for the thermal treatment of a powdery material containing or mixed with a fuel, comprising a system for preheating at least the powdery material, followed by a precalciner (203) performing a primary combustion of the said fuel, followed by a stage (206) of separation of the powdery material from the gases forming part of the preheating system and a calcination or firing kiln (201), whereas it comprises, between the said separation stage (206) and the calcination or firing kiln (201) a second combustion device (212), which is located on a circuit (211) for transferring the powdery material from the separation stage (206) towards the calcination kiln (201) and which is fed with combustive gas consisting of hot air via a conduit (218) for the supply of the said combustive gas, connected to the system for cooling with air the calcined or fired material discharged from the kiln (201) and wherein the said second combustion device (212) is a device for the post-combustion of the fuel remaining in the said powdery material, comprising no means introducing combustible products from the outside.
 10. Equipment applicable to the manufacture of a hydraulic binder such as a cement clinker, for the thermal treatment of a powdery material containing or blended with a fuel, comprising a system for preheating at least the powdery material, followed by a precalciner (303) carrying out a primary combustion of the said fuel, followed by a stage (306) for the separation of the powdery material from the gases forming part of the preheating system and a calcination or firing furnace (301), whereas it comprises, between the said separation stage (306) and the calcination or firing furnace (301), a second combustion device (312) which is located on a circuit (311) for transferring the powdery material from the separation stage (306) towards the calcination furnace (301) and is fed by a duct (318) for supplying combustive gas consisting of hot air, connected to the system for cooling with air the calcined or fired material discharged from the furnace (301) and wherein the said second combustion device is a device (312) for the post-combustion of the fuel remaining in the said powdery material, comprising no means for introducing combustible products from the outside, which comprises a turbu-

lence chamber (330) in which the powdery material is resuspended in the said combustive gas consisting of hot air fed in an adjustable manner (319) to the said turbulence chamber (330).

11. Equipment applicable to the manufacture of a hydraulic binder such as a cement clinker, for the thermal treatment of a powdery material containing or mixed with a fuel, comprising a system for preheating at least the powdery material, followed by a precalciner (403, 503, 603) performing a primary combustion of the said fuel, followed by a stage (406, 506, 606) for the separation of the powdery material from the gases, forming part of the preheating system and a calcination or firing furnace (401, 501, 601), whereas it comprises, between the said separation stage (406, 506, 606) and the calcination or firing furnace (401, 501, 601), a second combustion device (412, 512, 612) which is located on a circuit (411, 511, 611) for the transfer of the powdery material from the separation stage (406, 506, 606) towards the calcination furnace (401, 501, 601) and wherein the said second combustion device (412, 512, 612) is a device for the post-combustion of the fuel remaining in the said powdery material, comprising no means for introducing combustible products from the outside and which comprises a fluidizing chamber (452; 552; 652) comprising a fluidizing grate (454; 554; 654) fed with air by a duct (459; 559; 674).

12. Equipment applicable to the manufacture of a hydraulic binder such as a cement clinker, for the thermal treatment of a powdery material containing or mixed with a fuel, comprising a system for preheating at least the powdery material, followed by a precalciner (403, 503) carrying out a primary combustion of the said fuel, followed by a stage (406, 506) for the separation of the powdery material from the gases, forming part of the preheating system and a calcination or firing kiln (401, 501), whereas it comprises, between the said separation stage (406, 506) and the calcination or firing kiln (401, 501), a second combustion device (412, 512) which is located on a circuit (411, 511) for the transfer of the powdery material from the separation stage (406, 506) towards the calcination kiln (401, 501) and wherein the said second combustion device is a device (412; 512) for the post-combustion of the fuel remaining in the said powdery material, comprising no means for introducing combustible products from the outside and which forms by a chamber with a fluidized bed (452; 552) together with the transfer circuit (411, 511) a fluidized syphon ensuring the transfer of the powdery material towards the kiln (401, 501).

13. Equipment according to claim 11, characterized in that the aforesaid chamber (452) comprises an ascending discharge conduit (462) comprising a plunging portion terminating in an aperture (464) opening in the vicinity of the fluidizing grate (454) so that the air fed by means of a nozzle (455) serves the purpose of expelling the precalcined material into the said duct (462) and of its transfer towards the kiln (401) by pneumatic lifting, the said grate (454) being divided by a vertical wall (456) into two compartments each one of which is fed with air by a separate supply (457, 458).

14. Equipment according to claim 11, characterized in that the aforesaid chamber (552) comprises a lateral discharge conduit (511) leading from the upper portion of the fluidized bed so that the precalcined material be fed towards the kiln (501) by mere overflowing.

15. Equipment applicable to the manufacture of a hydraulic binder such as a cement clinker, for the thermal treatment of a powdery material containing or blended with a fuel, comprising a system for the preheating of at least the powdery material, followed by a precalciner (603) performing a primary combustion of the said fuel, followed by a stage (606) for the separation of the powdery material from the gases, forming part of the preheating system and a calcination or firing kiln (601), whereas it comprises, between the said separation stage (606) and the calcination or firing kiln (601), a device (612) for the second combustion which is located on a circuit (611) for the transfer of the powdery material from the separation stage (606) towards the calcination kiln (601) and wherein the said second combustion device is a device (612) for the post-combustion of the fuel remaining in the said powdery material, comprising no means for introducing combustible products from the outside and which consists of the lower part (670) of a smoke box (608) modified to have its bottom wall (672) at a lower level than that of the bottom (601a) of the kiln (601), the said bottom wall (672) of the smoke box (608) being made in the form of a fluidizing grate (654).

16. Equipment according to one of claims 9 to 14, characterized in that the outlet of the post-combustion device (212, 312, 412, 512) comprises at least one conduit (226a, 326a, 466a, 526a) for the discharge of at least one portion of the dusty gases loaded with noxious volatile compounds.

17. Equipment according to one of claims 9 to 16, characterized in that the outlet of the post-

combustion device comprises at least one conduit (226b, 326b, 466b, 526b) for the recycling of a portion of the dusty gases into the aforesaid precalciner or into the aforesaid preheating system.

Patentansprüche

1. An die Herstellung eines hydraulischen Bindemittels, wie eines Zementklinkers anwendbares Verfahren zur Wärmebehandlung eines einen Brennstoff enthaltenden oder diesem beigemischten, pulverförmigen Materials, umfassend eine Vorwärmung mit zuerst anschliessendem vorherigem Schritt eines Vorbrennens in einem Vorbrennbereich (203; 303;403;503;603), wo der besagte Brennstoff eine Primärverbrennung insbesondere mit Hilfe eines die Verbrennung bewirkenden Gases erfährt und an dessen Ausgang ein gewisser Anteil an unverbrannten Rückständen besteht und dann einen Brenn- bzw. Glühvorgang in einem Brenn- bzw. Glühbereich (201;301;401;501;601), man zwischen dem Vorbrennvorgang und dem Brenn- bzw. Glühvorgang einen Zweitverbrennungsschritt für das von den Verbrennungsgasen abgeschiedene und unverbrannte Rückstände enthaltende, aus einer das unverbrannte Rückstände enthaltende vorgebrannte Material von den Verbrennungsgasen trennenden Scheidungsstufe (206;306;406;506; 606) austretende pulverförmige Material durchführt und die Beförderung des pulverförmigen Materials nach der besagten zweiten Verbrennung in den besagten Brenn- bzw. Glühbereich und bei welchem der besagte Zweitverbrennungsschritt ein unter Wegfall jeder Zufuhr von Zusatzbrennstoff durchgeführter Nachverbrennungsschritt ist, bei welchem der besagte in dem pulverförmigen Material zurückbleibende Brennstoff in einem Nachverbrennungsbereich (212; 312;412;512;612) durch ein Suspendieren des besagten pulverförmigen Materials in einem aus Luft bestehenden Gas verbrannt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Volumen des Nachverbrennungsbereichs in Abhängigkeit der in dem Nachverbrennungsbereich zur Durchführung des vollständigen Verbrennens des in dem pulverförmigen Material zurückbleibenden besagten Brennstoffs erforderlichen Aufenthaltszeit bestimmt wird und ungefähr ein Zehntel bis ein Fünftel desjenigen des Vorbrennbereiches beträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das aus Luft bestehende Gas durch die aus einem Bereich zur Kühlung des aus

dem Brenn- bzw. Glühbereich abgeführten gebrannten bzw. geglühten Materials kommende, heisse Luft gebildet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass man nach dem Nachverbrennungsschritt einen Schritt zur Trennung des pulverförmigen Materials von dem Suspendierungsgas in einem Nebenscheidungsbereich durchführt mit nachträglicher Beförderung des somit getrennten pulverförmigen Materials zum Brenn- bzw. Glühvorgang.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Teil der aus dem Nachverbrennungsvorgang austretenden staubigen Gase behandelt und umgewälzt und/oder in die Luft ausgestossen (226a; 326a; 466a; 526a) wird, um die schädlichen flüchtigen Verbundstoffe daraus zu entfernen.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Teil der vorgenannten staubigen Gase zur Vorbrenn- bzw. Vorwärmestufe zurückgeführt wird.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die aus der Nachverbrennungsstufe austretenden Gase in einem Absetzzyklon teilweise entstaubt werden und dass ein Bruchteil des somit zurückgewonnenen Staubes zur Brennstufe zurückgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während dem Nachverbrennungsvorgang, man die Temperaturverhältnisse des Oxydations-Reduktions- Potentials oder des chemischen Potentials eines anderen Elementes als Sauerstoff zwecks Optimisierung der Verflüchtungsverhältnisse der schädlichen flüchtigen Verbundstoffe kontrolliert.
9. An die Herstellung eines hydraulischen Bindemittels, wie eines Zementklinkers anwendbare Anlage zur Wärmebehandlung eines einen Brennstoff enthaltenden oder diesem beigemischten, pulverförmigen Materials, umfassend eine Einrichtung zur Vorwärmung wenigstens des pulverförmigen Materials mit einer anschliessenden, eine Primärverbrennung des besagten Brennstoffs veranlassenden, Vorbrenneinrichtung (203), mit einer nachfolgenden, einen Teil der Vorwärmeeinrichtung bildenden Stufe (206) zur Trennung des pulverförmigen Materials von den Gasen und einen Brenn- bzw. Glühofen (201), wobei sie zwi-

schen der besagten Trennstufe (206) und dem Brenn- bzw. Glühofen (201), eine Zweitverbrennungsvorrichtung (212), welche sich in einer Leitung (211) zur Überführung des pulverförmigen Materials von der Trennstufe (206) zum Brennofen (201) hin befindet, aufweist, und welche Vorrichtung mit die Verbrennung bewirkendem aus Heissluft bestehendem Gas über eine mit dem System zur Luftkühlung des aus dem Ofen (201) abgeführten gebrannten bzw. geglühten Materials verbundene Leitung (218) zur Zufuhr des besagten die Verbrennung bewirkenden Gases gespeist wird und bei welcher Anlage die besagte Zweitverbrennungsvorrichtung (212) eine kein Mittel zur Einführung von verbrennbaren Erzeugnissen von Aussen aufweisende Vorrichtung zur Nachverbrennung des in dem besagten pulverförmigen Materials zurückgebliebenen Brennstoffes ist, welche Vorrichtung einen mit dem besagten die Verbrennung bewirkenden, aus Heissluft bestehenden Gas in einstellbarer Weise (219) durch die besagte Leitung (218) gespeisten Kanal (214) zum Wiedersuspendieren aufweist.

10. An die Herstellung eines hydraulischen Bindemittels, wie eines Zementklinkers anwendbare Anlage zur Wärmebehandlung eines, einen Brennstoff enthaltenden oder diesem beigemischten pulverförmigen Materials, umfassend eine Einrichtung zur Vorwärmung wenigstens des pulverförmigen Materials, mit einem anschliessenden, eine Primärverbrennung des besagten Brennstoffes veranlassenden Vorverbrenner (303), mit einer nachfolgenden, einen Teil der Vorwärmeeinrichtung bildenden Stufe (306) zur Trennung des pulverförmigen Materials von den Gasen und einen Brenn- bzw. Glühofen (301), wobei sie zwischen der besagten Trennstufe (306) und dem Brenn- bzw. Glühofen (301) eine Zweitverbrennungsvorrichtung (312) aufweist, welche sich in einer Leitung (311) zur Überführung des pulverförmigen Materials von der Trennstufe (306) zum Brennofen (301) hin befindet und welche durch eine mit dem System zur Luftkühlung des aus dem Ofen (301) abgeführten gebrannten bzw. geglühten Materials verbundene Leitung (318) zur Zufuhr von die Verbrennung bewirkenden, aus Heissluft bestehenden Gas gespeist wird und bei welcher Anlage die besagte Zweitverbrennungsvorrichtung eine kein Mittel zur Einführung von verbrennbaren Erzeugnissen von Aussen aufweisende Vorrichtung (312) zur Nachverbrennung des in dem besagten pulverförmigen Material zurückgebliebenen Brennstoffes ist, die eine Wirbelungskammer (330) umfasst, in welcher das pulverförmige Material wieder in dem, in einstellbarer Weise der besagten Wirbelungskammer (330) zugeführten, die Verbrennung bewir-

kenden aus Heissluft bestehenden Gas suspendiert wird.

11. An die Herstellung eines hydraulischen Bindemittels, wie eines Zementklinkers anwendbare Anlage zur Wärmebehandlung eines einen Brennstoff enthaltenden oder diesem beigemischten pulverförmigen Materials, umfassend eine Einrichtung zur Vorwärmung wenigstens des pulverförmigen Materials, mit einem anschliessenden, eine Primärverbrennung des besagten Brennstoffes veranlassenden, Vorverbrenner (403;503;603), mit einer nachfolgenden, einen Teil der Vorwärmeeinrichtung bildenden Stufe (406;506;606) zur Trennung des pulverförmigen Materials von den Gasen und einen Brenn- bzw. Glühofen (401;501;601) wobei sie zwischen der besagten Trennstufe (406;506;606) und dem Brenn- bzw. Glühofen (401;501;601) eine Zweitverbrennungsvorrichtung (412;512;612) aufweist, welche sich in einer Leitung (411;511;611) zur Überführung des pulverförmigen Materials von der Trennstufe (406;506;606) zum Brennofen (401;501;601) hin befindet und bei welcher Anlage die besagte Zweitverbrennungsvorrichtung (412;512;612) eine kein Mittel zur Einführung von verbrennbaren Erzeugnissen von Aussen aufweisende Vorrichtung zur Nachverbrennung des in dem besagten pulverförmigen Material zurückgebliebenen Brennstoffes ist, welche eine Fluidisierungskammer (452; 552; 652) mit einem, mit Luft durch eine Leitung (459; 559; 674) gespeisten Fluidisierungsrost (454;554;654) umfasst.
12. An die Herstellung eines hydraulischen Bindemittels, wie eines Zementklinkers, anwendbare Anlage zur Wärmebehandlung eines einen Brennstoff enthaltenden oder diesem beigemischten, pulverförmigen Materials, umfassend eine Einrichtung zur Vorwärmung wenigstens des pulverförmigen Materials, mit einem anschliessenden, eine Primärverbrennung des besagten Brennstoffes veranlassenden, Vorverbrenner (403;503), mit einer nachfolgenden, einen Teil der Vorwärmeeinrichtung bildenden, Stufe (406;506) zur Trennung des pulverförmigen Materials von den Gasen und einen Brenn- bzw. Glühofen (401;501), wobei sie zwischen der besagten Trennstufe (406;506) und dem Brenn- bzw. Glühofen (401;501) eine Zweitverbrennungsvorrichtung (412;512) aufweist, welche sich in einer Leitung (411;511) zur Überführung des pulverförmigen Materials von der Trennstufe (406;506) zu dem Brennofen (401;501) hin befindet und bei welcher Anlage die besagte Zweitverbrennungsvorrichtung eine kein Mittel zur Einführung von verbrennbaren Erzeugnissen von Aussen aufweisende Vorrichtung (412;512) zur Nachver-

brennung des in dem besagten pulverförmigen Material zurückgebliebenen Brennstoffes ist, welche durch eine Fliessbettkammer (452;552) zusammen mit der Überführungsleitung (411; 511) einen, die Überführung des pulverförmigen Materials zum Ofen (401;501) hin bewirkenden fluidisierten Siphon bildet.

13. Anlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgenannte Kammer (452) eine aufsteigende Abfuhrleitung (462) mit einem mit einer in der Nachbarschaft des Fluidisierungsrostes (454) ausmündenden Öffnung (464) endenden tauchenden Teil (464), so dass die mittels einer Düse (455) zugeführte Luft zum Ausstoss des vorgebrannten Materials in die besagte Leitung (462) und zu seiner Überführung durch pneumatischen Aufstieg zum Ofen (401) hin dient, wobei der besagte Rost (454) durch eine senkrechte Wand (456) in zwei Abteile, die jeweils mit Luft durch eine getrennte Zufuhr (457, 458) gespeist werden, unterteilt ist. 10
14. Anlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgenannte Kammer (552) eine sich von dem oberen Teil des Fliessbettes ab erstreckende seitliche Abfuhrleitung (511) aufweist, so dass das vorgebrannte Material durch einfaches Überlaufen dem Ofen (501) zugeführt wird. 15
15. An die Herstellung eines hydraulischen Bindemittels, wie eines Zementklinkers, anwendbare Anlage zur Wärmebehandlung eines einen Brennstoff enthaltenden oder diesem beigemischten, pulverförmigen Materials, umfassend eine Einrichtung zur Vorwärmung wenigstens des pulverförmigen Materials, mit einem anschliessenden, eine Primärverbrennung des besagten Brennstoffs veranlassenden Vorverbrenner (603), mit einer nachfolgenden, einen Teil der Vorwärmeinrichtung bildenden, Stufe (606) zur Trennung des pulverförmigen Materials von den Gasen und einen Brenn- bzw. Glühofen (601), wobei sie zwischen der besagten Trennstufe (606) und dem Brenn- bzw. Glühofen (601) eine Zweitverbrennungsvorrichtung (612), welche sich in einer Leitung (611) zur Überführung des pulverförmigen Materials von der Trennstufe (606) zum Brennofen (601) hin befindet und bei welcher Anlage die besagte Zweitverbrennungsvorrichtung eine kein Mittel zur Einführung von verbrennbaren Erzeugnissen aufweisende Vorrichtung (612) zur Nachverbrennung des in dem besagten pulverförmigen Material zurückgebliebenen Brennstoffes ist, welche durch den unteren Teil (670) einer Rauchkammer (608) gebildet wird, die abgeändert worden ist, damit ihre, einen Boden bilden-

de, Wandung (672) in einer niedrigeren Höhe als diejenige des Bodens (601 a) des Ofens (601) liegt, wobei die besagte, einen Boden bildende, Wandung (672) der Rauchkammer (608) als mit Luft durch eine Zufuhrleitung (674) gespeister Fluidisierungsrost (654) ausgebildet ist.

16. Anlage nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgang der Nachverbrennungsvorrichtung (212;312;412; 512) wenigstens eine Leitung (226a,326a;466a; 526a) zum Abführen wenigstens eines Teiles der mit schädlichen flüchtigen Verbundstoffen aufgeladenen staubigen Gase aufweist. 15
17. Anlage nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Austritt der Nachverbrennungsvorrichtung wenigstens eine Leitung (226b;326b;466b;526b) zur Rückführung eines Teiles der staubigen Gase in den vorgenannten Vorverbrenner oder in die vorgenannte Vorwärmeinrichtung aufweist. 20