

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 746 595 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
21.07.1999 Bulletin 1999/29

(51) Int Cl.⁶: **C10B 29/06**, F27D 1/04,
F27D 1/16

(21) Numéro de dépôt: **95907517.7**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/BE95/00010

(22) Date de dépôt: **03.02.1995**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 95/23199 (31.08.1995 Gazette 1995/37)

(54) **PROCEDE DE REPARATION A CHAUD D'INSTALLATIONS INDUSTRIELLES COMPRENANT
UNE STRUCTURE EN MATERIAUX REFRACTAIRES.**

VERFAHREN ZUR HEISSREPARATUR VON INDUSTRIEANLAGEN MIT FEUERFESTER
STRUKTUR.

METHOD FOR REPAIRING AT HIGH TEMPERATURES INDUSTRIAL FACILITIES INCLUDING A
STRUCTURE MADE OF REFRACTORY MATERIALS.

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU NL PT
SE**

(30) Priorité: **25.02.1994 BE 9400219**

(43) Date de publication de la demande:
11.12.1996 Bulletin 1996/50

(73) Titulaire: **FIB-SERVICES
B-7300 Boussu (BE)**

(72) Inventeur: **DI LORETO, Oswaldo
B-7300 Boussu (BE)**

(74) Mandataire: **Callewaert, Jean
Bureau Callewaert p.v.b.a.
Brusselsesteenweg 108
3090 Overijse (BE)**

(56) Documents cités:
**EP-A- 0 275 419 WO-A-92/19566
FR-A- 2 021 877 FR-A- 2 541 440**

- **DATABASE WPI Week 9423, Derwent
Publications Ltd., London, GB; AN 94-190505 &
SU,A,1 806 119 (BELGOROD CONSTR
MATERIALS TECHN INST) 30 Mars 1993**

EP 0 746 595 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention est relative à un procédé de réparation et/ou de construction partielle à chaud d'installations industrielles comprenant une structure en matériaux réfractaires, en particulier installations fonctionnant par chauffage indirect à l'aide de carneaux, telles que des batteries de fours à coke, suivant lequel on fait usage d'au moins un élément préfabriqué en matériaux réfractaires que l'on solidarise avec ladite structure par projection réactive, au moyen d'un courant de gaz porteur contenant de l'oxygène, d'un mélange de particules pouvant réagir exothermiquement avec l'oxygène et de particules d'une matière réfractaire, de préférence inerte.

[0002] Comme dans des installations industrielles, telles que définies ci-dessus, les structures en matériaux réfractaires, qui sont généralement de nature siliceuse et de silice, doivent toujours être maintenues à une température supérieure à 300°C pour éviter leur affaiblissement par transformation polymorphique, des procédés de réparation à chaud ont depuis longtemps été proposés pour leur réfection. Ces procédés peuvent également être utilisés pour des constructions partielles de telles installations, notamment pour modifier une structure existante par l'ajout d'un mur ou d'un conduit d'évacuation de gaz brûlés par exemple.

[0003] C'est ainsi que des briques en silice vitreuse, caractérisées par un très faible coefficient de dilatation, ont été mises au point et mises en oeuvre de manière classique pour effectuer de telles réparations à chaud. Il était toutefois constaté que ces réparations n'étaient pas étanches aux gaz, en particulier dans le cas des batteries de fours à coke.

[0004] Le brevet français FR 2541440-B1 (Glaverbel) décrit un procédé de réparation à chaud utilisant, d'une part, de telles briques en silice vitreuse et, d'autre part, un procédé de soudure céramique pour réaliser les joints de la nouvelle maçonnerie ainsi que le rechargement complet de la structure (GB 1.330.894 et GB 2.110.200 A de Glaverbel). Dans ce procédé, les briques de silice vitreuse comportent de préférence un chanfrein pour faciliter la réalisation des joints.

[0005] Dans un autre brevet utilisant le même procédé de soudure céramique (DE 3643420 A1, Fosbel Europe), les briques de réparation de pleine épaisseur sont cette fois appareillées et ensuite portées à la température d'utilisation avant de combler l'espace entre l'ancienne et la nouvelle maçonnerie par soudure céramique sans toutefois recharger complètement la zone réparée par soudure céramique.

[0006] D'une manière générale, bien que les briques de silice vitreuse, lorsqu'elles sont portées à température élevée, entament un processus lent de cristallisation (en cristobalite et tridymite), elles n'en gardent pas moins leur sensibilité au fluage lorsqu'elles sont soumises à une charge à température élevée.

[0007] Cet effet est observé en fours à coke où des réparations de ce type au voisinage des carneaux accusent un affaissement notoire après quelques temps de mise en service.

[0008] Un des buts essentiels de la présente invention vise à proposer un nouveau procédé pour remédier aux inconvénients précités mettant en cause la fiabilité de ce type de réparation ou construction partielle et ceci d'une manière relativement simple et économiquement justifiée.

[0009] A cet effet, l'invention propose un procédé de réparation à chaud d'installations industrielles comprenant une structure en matériaux réfractaires (11) de nature siliceuse, en particulier installations fonctionnant par chauffage indirect à l'aide de carneaux (10), telles que des batteries de fours à coke, suivant lequel on fait usage d'au moins un élément préfabriqué (1) en matériaux réfractaires que l'on solidarise avec ladite structure (11) par la projection, au moyen d'un courant de gaz porteur contenant de l'oxygène, d'un mélange de particules réfractaires et de particules pouvant réagir exothermiquement avec l'oxygène choisies dans le groupe formé d'une part, par les métaux suivants : Al, Si, Mg, Ca, Fe, Cr, Zr, Sr, Ba et Ti, et, d'autre part, par les composés de ces métaux pouvant, par décomposition, former avec des oxydes issus de ces métaux, des oxydes mixtes, de manière à constituer une phase liante pour les particules précitées en matière réfractaire, ces particules d'une matière réfractaire permettant de former in situ une masse réfractaire (14) cohérente fixant l'élément susdit à la structure en matériaux réfractaires et étant formées par au moins un des oxydes choisis dans le groupe comprenant le SiO₂, Al₂O₃, ZrO₂, MgO, Cr₂O₃, TiO₂, CaO, caractérisé en ce que l'on utilise, d'une part, un élément préfabriqué (1) en un produit réfractaire à cristallisation mullitique présentant une teneur en alumine comprise entre 30 et 85 % et de préférence entre 50 et 80 % d'alumine, et, d'autre part, un mélange de particules pouvant réagir exothermiquement avec l'oxygène et de particules d'une matière réfractaire, dont la composition est telle à former in situ une masse réfractaire (14) qui soit compatible avec la composition et le coefficient de dilatation thermique de l'élément (1) et de la structure (11) susdits auxquels cette masse (14) doit se fixer, et ceci en tenant compte des sollicitations auxquelles cette dernière sera soumise dans les conditions de travail.

[0010] Suivant une forme de réalisation particulière de l'invention, pour des installations comprenant des chambres de traitement thermique chauffées à l'aide de carneaux, on place du côté de ces derniers l'élément préfabriqué précité et du côté de la chambre de traitement thermique on appliquera la masse réfractaire cohérente précitée.

[0011] On décrit également un élément préfabriqué pour la réparation ou la construction partielle à chaud d'installations industrielles comprenant une structure en matériaux réfractaires, en particulier installations fonctionnant par chauffage indirect à l'aide de carneaux, telles que des batteries de fours à coke, pouvant notamment convenir pour la mise en oeuvre du procédé précité.

[0012] Cet élément préfabriqué est caractérisé par le fait qu'il est à base d'un produit réfractaire à cristallisation mullitique présentant une teneur en alumine comprise entre 30 et 85 % et de préférence entre 50 et 80 % d'alumine et qui a de préférence une forme prismatique rectangulaire dont une des faces est pourvue de moyens pour réaliser un accrochage mécanique avec une masse réfractaire cohérente formée par projection réactive sur cette face.

[0013] D'autres détails et particularités de l'invention ressortiront de la description donnée ci-après, à titre d'exemple non limitatif, avec référence aux dessins annexés, de quelques formes de réalisation particulières du procédé suivant l'invention et d'un élément préfabriqué permettant de mettre en oeuvre ce procédé.

[0014] La figure 1 est une vue en coupe, suivant la ligne I-I de la figure 2, d'un élément préfabriqué convenant pour la mise en oeuvre du procédé suivant une forme de réalisation préférée de l'invention.

[0015] La figure 2 est une vue de face de l'élément préfabriqué.

[0016] La figure 3 représente une coupe verticale d'une portion de paroi de four à coke réparée par la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention.

[0017] La figure 4 est une coupe horizontale partielle d'une reconstruction d'une partie de carreaux suivant le procédé de l'invention.

[0018] La figure 5 représente un graphique montrant la courbe de dilatation en % en fonction de la température de différents produits réfractaires.

[0019] Dans ces figures, les mêmes chiffres de référence se rapportent à des éléments analogues ou identiques.

[0020] La présente invention concerne donc aussi bien la réparation à chaud d'installations industrielles comprenant une structure en matériaux réfractaires que la reconstruction à chaud d'une partie de telles installations industrielles et des modifications à chaud à celles-ci.

[0021] Plus concrètement, le procédé, suivant l'invention, est basé sur la dissociation des sollicitations rencontrées au niveau de la paroi échangeuse de chaleur d'une structure en matériaux réfractaires d'une installation industrielle. Ainsi, suivant l'invention, on considère les sollicitations s'exerçant sur cette paroi, d'une part, côté chauffage où se trouvent par exemple les carreaux, et d'autre part, du côté opposé de cette paroi où se trouve la chambre de traitement thermique.

[0022] L'invention est donc applicable dans toutes les installations industrielles où une telle situation se produit.

[0023] Toutefois, étant donné que les fours à coke constituent des installations industrielles où des réparations des parois échangeuses de chaleur doivent régulièrement être effectuées, la description donnée ci-après se limitera à cette application particulière.

[0024] Pour réaliser physiquement la dissociation précitée, il est fait appel, à l'endroit où la réparation de la paroi considérée doit avoir lieu, à deux matériaux distincts qui sont joints de manière à réaliser à cet endroit un panneau "bi-couche". Ainsi, du côté du carreau, on utilise un produit réfractaire bien adapté aux sollicitations rencontrées à cet endroit. Par contre, du côté de la chambre de traitement thermique on formera un revêtement réfractaire bien adapté aux sollicitations qui lui sont propres.

[0025] Suivant l'invention, on utilise, du côté du carreau, des éléments préfabriqués en un produit réfractaire à cristallisation mullitique présentant une teneur en alumine comprise entre 30 et 85 % et de préférence entre 50 et 80 % d'alumine (le restant étant essentiellement formé de silice), que l'on solidarise avec la paroi à réparer du côté de la chambre de traitement thermique par la projection, au moyen d'un courant de gaz porteur contenant de l'oxygène, d'un mélange de particules de matière oxydable exothermiquement et de particules d'une matière réfractaire. La composition de ce mélange est choisie d'une manière telle à former in situ une masse réfractaire qui soit compatible avec la composition et le coefficient de dilatation thermique, d'une part, de l'élément et, d'autre part, de la maçonnerie d'origine, et ceci en tenant compte des sollicitations auxquelles cette masse sera soumise dans les conditions de travail.

[0026] Il a été constaté que cet élément préfabriqué a l'avantage de présenter une bonne résistance aux chocs thermiques, tout en garantissant réfractarité, tenue mécanique et résistance au fluage élevées dans une large gamme de températures.

[0027] Par ailleurs, d'une manière imprévisible, il a été constaté qu'il est possible, simplement par un choix judicieux des composants du mélange et de leur teneur dans ce dernier, de former par projection réactive de ce mélange une masse réfractaire cohérente, qui présente une excellente compatibilité avec les éléments préfabriqués utilisés et la maçonnerie d'origine de la paroi à réparer, que ce soit sur le plan de la dilatation thermique, de la réfractarité que du point de vue comportement chimique.

[0028] De plus, suivant l'invention, bien que la masse réfractaire ainsi déposée par la projection réactive sur les éléments préfabriqués puisse avoir une nature chimique différente de celle de ces éléments, cette masse réfractaire constitue avec ces éléments un très bon interface.

[0029] Avantagusement, la fraction granuleuse de particules réfractaires inertes à base d'oxydes tels que : SiO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , MgO , Cr_2O_3 , TiO_2 , CaO , peut être utilisée sous différentes variétés minéralogiques et/ou formes associées, selon l'intérêt technologique, et la fraction pulvérulente composée de particules oxydables de nature métallique telles que : Al, Si, Mg, Fe, Cr, Zr, Ti peut être utilisée dans certaines formes de réalisation particulières, telles que celles décrites dans la demande de brevet internationale PCT/BE92/00012 du même titulaire, ayant le numéro de publication

internationale WO 92/19566, des substances chimiques qui, par décomposition, forment, avec les oxydes issus des particules oxydables, des oxydes mixtes de manière à constituer une phase liante pour les particules réfractaires inertes. Par substance chimique, il y a lieu d'entendre notamment des peroxydes métalliques, tels que CaO_2 , MgO_2 , BaO_2 , SrO_2 ou des sels métalliques tels que AlCl_3 , SiCl_4 , MgCl_2 .

[0030] Par particules réfractaires à base des oxydes cités, il faut comprendre leurs différentes variétés minéralogiques telles que la tridymite, la cristobalite et le verre de silice pour SiO_2 ainsi des formes associées comme le zircon ZrSiO_4 , le spinelle MgAl_2O_4 , la zircone stabilisée au CaO ou au MgO , la solution solide $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Cr}_2\text{O}_3$ en toute proportion, etc..., qui présentent chacune un intérêt technologique particulier dépendant de l'application envisagée.

[0031] Lorsque la structure précitée, c'est-à-dire la maçonnerie d'origine, est essentiellement en réfractaire siliceux, comme c'est généralement le cas des parois de fours à coke, on utilise un mélange de particules oxydables et réfractaires pour la projection réactive qui sont choisies d'une manière telle à former une masse réfractaire cohérente qui soit également essentiellement siliceuse.

[0032] Suivant l'invention, il a encore été constaté qu'en choisissant la nature et la teneur relative des différents composants oxydables et réfractaires du mélange pour former une masse réfractaire par projection réactive qui, à la température de travail, notamment à 1200°C , présente une différence de dilatation relative globale par rapport à celle de l'élément préfabriqué inférieure à 0,5 %, et en particulier pour des réparations ou reconstructions s'étendant sur au moins 2 mètres, inférieure à 0,3 %, l'on obtient une bonne compatibilité avec les éléments préfabriqués définis ci-dessus, qui permet d'assurer une adhérence parfaite de cette masse aussi bien à l'ancienne maçonnerie de la paroi à réparer qu'aux éléments préfabriqués sur lesquels elle est appliquée du côté de la chambre thermique.

[0033] L'accrochage entre la masse cohérente réfractaire projetée et les éléments préfabriqués est encore favorisé en prévoyant, sur ce dernier, du côté de la chambre de traitement thermique, des moyens pour réaliser l'accrochage mécanique entre celui-ci et la masse réfractaire projetée.

[0034] L'élément préfabriqué convenant pour la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention, tel que montré aux figures, notamment aux figures 1 et 2, est formé d'un bloc de forme prismatique rectangulaire 1, dont la face 2 destinée à être dirigée vers la chambre de traitement thermique est pourvue de moyens pour réaliser, en plus de la liaison céramique obtenue par projection réactive, un accrochage mécanique avec la masse réfractaire appliquée sur cette face 2. Dans cette forme de réalisation particulière ces moyens sont formés par une encoche 3 en forme de mortaise s'étendant parallèlement aux bords longitudinaux de ce bloc sur toute la longueur de ce dernier et sensiblement au milieu de sa face 2.

[0035] De plus, ce bloc présente avantageusement à ses faces supérieure 4, inférieure 5 et latérales 6 et 7, des moyens d'emboîtement correspondants, de manière à permettre de réaliser un empilage à sec précis et stable de plusieurs blocs 1 les uns sur les autres. Comme montré aux figures 1 à 3, ces moyens d'emboîtement sont : aux faces inférieure 5 et latérale 7, une rainure 8 s'étendant également sur toute la longueur de ces faces et, aux faces supérieure 4 et latérale 6 opposées, une nervure correspondante 9 pouvant s'engager dans une rainure 8 d'un bloc superposé.

[0036] Ci-après sont donnés des exemples concrets de réalisation permettant d'illustrer davantage l'objet de l'invention.

Exemple 1

[0037] Cet exemple concerne la réparation d'une paroi de séparation entre des carneaux et une chambre thermique de fours à coke telle que montrée schématiquement à la figure 4 annexée.

[0038] La zone endommagée de la paroi à réparer a d'abord été nettoyée de manière à dégager les parties saines de sa structure.

[0039] La paroi à réparer présentait une épaisseur totale de 11 cm, tandis que l'épaisseur des blocs 1 était de 5 cm.

[0040] La réparation ou la reconstruction proprement dite a débuté par la face du côté du carneau 10. Des blocs préfabriqués 1, tels que montrés aux figures 1 et 2, ayant une teneur en alumine de l'ordre de 50 %, ont été posés à sec les uns sur les autres de manière à ce que la nervure d'un bloc déterminé s'engageait dans la rainure d'un bloc adjacent superposé.

[0041] Une fois l'édifice en blocs mullitiques érigé, la jonction entre la nouvelle maçonnerie, formée par ces blocs 1, et l'ancienne maçonnerie 11 de la paroi ainsi que le recouvrement de la face 2 des blocs dirigés vers la chambre de traitement thermique 12 ont été réalisés par projection réactive dans un courant d'oxygène contenant 13 % en poids de Si d'un diamètre moyen de $20\text{ }\mu\text{m}$, 12 % en poids de CaO_2 d'un diamètre moyen de $10\text{ }\mu\text{m}$ et 75 % de SiO_2 , se présentant sous forme de tridymite et de cristobalite d'un diamètre moyen de $300\text{ }\mu\text{m}$.

[0042] Cette projection réactive a été poursuivie jusqu'à ce que l'épaisseur totale de la zone réparée de la paroi présentait la même épaisseur que la paroi à réparer.

[0043] Grâce à la bonne résistance aux chocs thermiques des blocs mullitiques 1, suivant l'invention, ceux-ci ont pu être amenés directement de la température ambiante à l'endroit de pose.

[0044] La zone réparée, qui a restauré le profil et l'épaisseur de l'ancienne maçonnerie 11, était donc constituée

d'une maçonnerie 13 de nature mullitique du côté du carneau 10 et d'une couche réfractaire siliceuse 14 formée par projection réactive, solidement liée aux blocs 1 par liaison céramique et ancrage mécanique dans les encoches 3 du côté de la chambre de traitement thermique.

[0045] La figure 4, qui est une coupe horizontale partielle, montre une variante de cet exemple 1 et concerne la reconstruction partielle d'un carneau 10.

[0046] Cette variante se distingue quelque peu par rapport à l'exemple montré par la figure 3 par le fait qu'une liaison doit être réalisée entre la zone réparée et les parois transversales 15 du carneau 10.

[0047] Pour ce faire, on coupe les blocs 1 à dimension et en biseau de manière à pouvoir former à l'endroit où les parois transversales rejoignent la paroi de séparation avec la chambre de traitement thermique 12 une fente 16 à bords inclinés dans laquelle la masse réfractaire 14 formée par projection réactive peut facilement être introduite pour lier les parois transversales à la paroi de séparation susdite, et notamment aux blocs 1 utilisés pour la réparation de cette dernière.

Exemple 2

[0048] Cet exemple concerne surtout la réparation de grandes surfaces d'une paroi d'échange de chaleur entre des carnaux et une chambre de traitement thermique. Il peut donc s'agir aussi bien du cas illustré par la figure 3 que celui illustré par la figure 4.

[0049] Etant donné que le bloc de réparation 1, par exemple pour four à coke, doit à la fois résister aux chocs thermiques lors de la pose et se rapprocher sur le plan de la dilatation, du comportement de la maçonnerie d'origine 11 en briques de silice et de celui de la couche réfractaire 14 formée par projection réactive, il a été constaté, d'une façon assez imprévue, comme déjà indiqué ci-dessus, qu'un bloc 1 de nature mullitique représente un compromis intéressant pour satisfaire ces deux exigences antagoniques.

[0050] Toutefois, lorsque la longueur de la zone à réparer est importante (plusieurs mètres) une variante de l'invention consiste à mettre en oeuvre un mélange de réparation à projeter, dans laquelle on a remplacé, au sein de la charge réfractaire, une partie de la silice cristallisée (cristobalite et tridymite) par une fraction de silice vitreuse, dont la granulométrie est comprise entre 100 et 500 μm et de préférence entre 200 et 400 μm .

[0051] Le graphique montré à la figure 5 donne différentes courbes de dilatation des produits intervenant dans la réparation et la reconstruction à chaud d'installations industrielles.

[0052] Ainsi, la courbe A concerne la dilatation en % en fonction de la température d'une brique de silice cristallisée, la courbe B concerne la masse réfractaire 14 obtenue par projection réactive d'un mélange répondant à la formulation donnée dans l'exemple 1, la courbe C est celle du bloc mullitique 1, la courbe D est celle d'une brique de silice vitreuse et, enfin, la courbe B' est celle d'une masse réfractaire obtenue par projection réactive d'un mélange répondant à la formulation suivante :

Composants	Poids (%)	Diamètre moyen des particules (μm)
Si	13	20
CaO ₂	12	10
SiO ₂ cristallisée (Tridymite + cristobalite)	50	300
SiO ₂ vitreuse	25	300

[0053] Cet ensemble de courbes de dilatation montre que les courbes A et B coïncident pratiquement de sorte que l'on peut s'attendre à ce que la réparation à chaud de briques de silice, sur lesquelles on forme une masse réfractaire obtenue à partir du mélange précité exempt de silice vitreuse, ne présentera aucun problème du point de vue dilatation.

[0054] Par contre, si on considère les courbes B et C on constate qu'il existe un écart relativement important entre ces deux courbes.

[0055] Il a, toutefois, été constaté, suivant l'invention, et comme il résulte d'ailleurs de l'exemple 1, que malgré cet écart, d'une façon entièrement imprévisible, les essais pratiques ont montré qu'il y a une parfaite compatibilité entre les deux produits concernés pour les réparations et reconstructions classiques envisagées.

[0056] Si l'on considère, enfin, la courbe B', on constate que l'addition de silice vitreuse au mélange à projeter permet de réduire considérablement l'écart entre la courbe C du bloc mullitique et la courbe B' relative au mélange projeté.

[0057] Par conséquent, le bénéfice de cette addition est de diminuer les sollicitations mécaniques, à la température de travail, pouvant résulter d'un désaccord thermique portant sur un long interface, et ceci sans que cette addition ait une influence négative sur les propriétés mécaniques de la zone réparée.

[0058] Il est bien entendu que l'invention n'est pas limitée aux formes de réalisation particulières des exemples concrets mais que d'autres variantes peuvent être envisagées dans le cadre de l'invention, aussi bien en ce qui con-

cerne la forme et les dimensions des blocs mullitiques et les moyens pour réaliser l'ancrage mécanique éventuel de la masse réfractaire projetée 14 sur la face 2 de ces blocs. Ainsi, l'encoche en forme de mortaise 3 ne doit par exemple pas nécessairement s'étendre aux bords longitudinaux de la face 2 mais pourrait par exemple s'étendre obliquement ou perpendiculairement par rapport à ces bords. Ainsi, au lieu de former des rainures continues à travers toute la

longueur de la surface réparée, les encoches 3 dans les blocs assemblés pourraient former des rainures interrompues.

[0059] Il en est de même pour le mélange de particules destinées à former, par projection réactive, la masse réfractaire 14 sur la face 2 des blocs 1, qui pourrait varier dans de larges limites.

[0060] En effet, aussi bien la nature chimique et physique des particules entrant dans ce mélange que le rapport relatif des quantités mises en oeuvre de chacun des composants de ce mélange peuvent varier dans des limites relativement larges pour autant qu'on veuille à éviter que cette masse réfractaire projetée puisse par réaction chimique dégrader les blocs 1 et que la dilatation totale de cette masse et des blocs à la température de travail ne puisse provoquer le décrochage de la masse réfractaire sur les blocs 1. L'écart admissible entre ces dilatations dépend en grande partie de la surface à réparer. Ainsi, pour des surfaces relativement réduites un plus grand écart est admis que lorsque la surface à réparer est relativement grande où il y a lieu de veiller à ce que les dilatations soient aussi proches que possible les unes des autres. Enfin, l'élément préfabriqué 1 peut présenter un trou, de préférence, de section rectangulaire, facilitant la manipulation de l'élément lors de sa pose.

Revendications

1. Procédé de réparation à chaud d'installations industrielles comprenant une structure en matériaux réfractaires (11) de nature siliceuse, en particulier installations fonctionnant par chauffage indirect à l'aide de carneaux (10), telles que des batteries de fours à coke, suivant lequel on fait usage d'au moins un élément préfabriqué (1) en matériaux réfractaires que l'on solidarise avec ladite structure (11) par la projection, au moyen d'un courant de gaz porteur contenant de l'oxygène, d'un mélange de particules réfractaires et de particules pouvant réagir exothermiquement avec l'oxygène choisies dans le groupe formé d'une part, par les métaux suivants : Al, Si, Mg, Ca, Fe, Cr, Zr, Sr, Ba et Ti, et, d'autre part, par les composés de ces métaux pouvant, par décomposition, former avec des oxydes issus de ces métaux, des oxydes mixtes, de manière à constituer une phase liante pour les particules précitées en matière réfractaire, ces particules d'une matière réfractaire permettant de former in situ une masse réfractaire (14) cohérente fixant l'élément susdit à la structure en matériaux réfractaires et étant formées par au moins un des oxydes choisis dans le groupe comprenant le SiO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , MgO , Cr_2O_3 , TiO_2 , CaO , caractérisé en ce que l'on utilise, d'une part, un élément préfabriqué (1) en un produit réfractaire à cristallisation mullitique présentant une teneur en alumine comprise entre 30 et 85 % et de préférence entre 50 et 80 % d'alumine, et, d'autre part, un mélange de particules pouvant réagir exothermiquement avec l'oxygène et de particules d'une matière réfractaire, dont la composition est telle à former in situ une masse réfractaire (14) qui soit compatible avec la composition et le coefficient de dilatation thermique de l'élément (1) et de la structure (11) susdits auxquels cette masse (14) doit se fixer, et ceci en tenant compte des sollicitations auxquelles cette dernière sera soumise dans les conditions de travail.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on solidarise l'élément préfabriqué précité (1) avec la structure en matériaux réfractaires de nature siliceuse par la projection d'un mélange formé, d'une part, de particules de silicium pouvant réagir exothermiquement avec l'oxygène et, d'autre part, de particules réfractaires contenant (éventuellement) de la silice et au moins un des composés précités pouvant, par décomposition, former avec la silice des oxydes mixtes de manière à constituer la phase liante précitée.
3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce que l'on utilise comme composés des métaux précités, au moins un des peroxydes du groupe formé par le CaO_2 , MgO_2 , BaO_2 , SrO_2 et/ou des sels de ces métaux tels que AlCl_3 , SiCl_4 , MgCl_2 .
4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, lorsque la structure précitée est essentiellement en réfractaire siliceuse, on fait usage d'un mélange de particules oxydables et réfractaires permettant de former une masse cohérente en réfractaire également essentiellement siliceuse.
5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'on fait usage d'un mélange de particules oxydables et réfractaires qui, par projection au moyen d'un courant de gaz porteur, permet de former une masse réfractaire cohérente présentant une différence de dilatation relative globale à 1200°C par rapport à celle de l'élément préfabriqué inférieure à 0,5 % et, en particulier pour les réparations ou reconstructions s'étendant sur au moins 2 mètres inférieure à 0,3 %

6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, pour des installations comprenant des chambres de traitement thermique (12) chauffées à l'aide de carneaux (10) on place du côté de ces derniers l'élément préfabriqué (1) précité et du côté de la chambre de traitement thermique (12) on applique la masse réfractaire cohérente (14) précitée.

7. Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce que l'on applique la masse réfractaire (14) sous forme, d'une part, d'un joint d'étanchéité et de liaison entre l'élément préfabriqué (1) et la structure précitée (11), et, d'autre part, d'un revêtement recouvrant l'élément préfabriqué susdit du côté de la chambre de traitement thermique (12).

8. Procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce que l'on fait usage d'un élément préfabriqué (1) présentant du côté de la chambre de traitement thermique (12) des moyens (3) pour réaliser un accrochage mécanique entre cet élément (1) et la masse réfractaire précitée (14).

9. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce que ces moyens comprennent au moins une encoche (3) sensiblement en forme de mortaise.

10. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que, lorsque l'on fait usage de plusieurs éléments préfabriqués superposés (1), ces derniers présentent à leurs faces de contact (4, 5) des moyens d'emboîtement (8, 9).

11. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que l'on réalise au moyen de l'élément préfabriqué précité (1) et d'un revêtement formé de la masse réfractaire précitée (14) une paroi ou portion de paroi dont tout au plus la moitié de l'épaisseur est formée par l'élément préfabriqué (1) et l'autre partie de cette épaisseur est formée par le revêtement susdit (14) recouvrant cet élément (1) du côté de la chambre de traitement thermique.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Heissreparatur von Industrieanlagen mit feuerfester, siliziumhaltiger Struktur (11), insbesondere von mit indirekter Beheizung mittels Feuerzügen (10) funktionierenden Anlagen, wie Koksöfen-Batterien, gemäß welchem Verfahren man zumindest einen Fertigbauteil (1) aus feuerfestem Material verwendet, den man mit besagter Struktur (11) verbindet durch mittels eines Sauerstoff enthaltenden Trägergasstromes durchgeführten Aufblasens einer Mischung aus feuerfesten Partikeln und Partikeln, die exotherm mit Sauerstoff reagieren können, ausgewählt aus der Gruppe gebildet einerseits durch Metalle, wie Al, Si, Mg, Ca, Fe, Cr, Zr, Sr, Ba und Ti und andererseits durch Verbindungen dieser Metalle, die durch Zersetzung mit von diesen Metallen abgeleiteten Oxiden gemischte Oxide bilden können, um eine Bindephase für die vorerwähnten Partikeln aus feuerfestem Material zu bilden, welche Partikeln aus feuerfestem Material es erlauben, in situ eine feuerfeste, koherente Masse (14) zu bilden, welche den erwähnten Bauteil auf der feuerfesten Struktur festlegt, welche Metallverbindungen gebildet sind durch zumindest ein Oxid ausgewählt aus der Gruppe SiO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , MgO , Cr_2O_3 , TiO_2 , CaO , **dadurch gekennzeichnet**, daß man verwendet einerseits einen Fertigbauteil (1) aus einem feuerfesten Material mit mullitischer Kristallisation und einem Aluminiumoxidgehalt zwischen 30 und 85%, vorzugsweise zwischen 50 und 80%, und andererseits eine Mischung aus Partikeln, die exotherm mit Sauerstoff reagieren können und feuerfesten Partikeln, deren Zusammensetzung so ist, daß in situ eine feuerfeste Masse (14) aufbaubar ist, welche kompatibel mit der Zusammensetzung und dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Bauteiles (1) und der Struktur (11), auf welchen sich diese Masse (14) festlegen muß, ist, wobei die Belastungen, welchen letztere bei Arbeitsbedingungen ausgesetzt sein werden, beachtet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß man den erwähnten Fertigbauteil (1) mit der feuerfesten, siliziumhaltigen Struktur verbindet durch Aufblasen einer Mischung gebildet einerseits aus Siliziumpartikel, die exotherm mit Sauerstoff reagieren können und andererseits aus feuerfesten Partikel, die (eventuell) Siliziumdioxid enthalten und zumindest einer der erwähnten Verbindungen, die durch Zersetzung mit dem Siliziumdioxid gemischte Oxide bilden können, um die erwähnte Bindephase zu bilden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß man für die vorerwähnten Metallverbindungen zumindest eine Peroxid der Gruppe gebildet aus CaO_2 , MgO_2 , BaO_2 , SrO_2 und/oder Salze dieser Metalle wie AlCl_3 , SiCl_4 , MgCl_2 , verwendet.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenn die erwähnte Struktur im wesentlichen aus siliziumhaltigem Feuerfestmaterial besteht, man eine Mischung aus oxidierbaren und feuerfesten Materialien verwendet, welche es erlauben, eine koherente und feuerfeste Masse zu bilden, die ebenfalls im wesentlichen siliziumhaltig ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß man eine Mischung aus oxidierbaren und feuerfesten Partikeln verwendet, die es erlaubt, durch Aufblasen mittels eines Trägergasstromes eine koherente feuerfeste Masse zu bilden, welche bei 1200°C einen relativen Wärmeausdehnungsunterschied zum Fertigbauteil von kleiner 0,5%, und insbesondere für sich über zumindest 2 Meter erstreckende Reparaturen oder Erneuerungen von kleiner 0,3% aufweist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß man bei Anlagen mit Wärmebehandlungskammern (12), die mittels Feuerzügen (10) beheizt werden, auf der Seite der letzteren der erwähnten Fertigbauteil (1) plaziert und auf der Seite der Wärmebehandlungskammer (12) die erwähnte koherente feuerfeste Masse (14) appliziert.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die feuerfeste Masse (14) in Form einerseits einer Dichtung und Verbindung zwischen dem Fertigbauteil (1) und der vorerwähnten Struktur (11) und andererseits einer den vorerwähnten Bauteil überdeckenden Verkleidung auf der Seite der Wärmebehandlungskammer (12) appliziert.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß man einen Fertigbauteil (1) verwendet, der auf der Seite der Wärmebehandlungskammer (12) Mitteln aufweist, mit welchen eine mechanische Verkopplung zwischen diesem Bauteil (1) und der erwähnten feuerfesten Masse realisierbar ist.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß diese Mitteln zumindest eine Kerbe (3) ungefähr in Form einer Nut umfassen.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenn man mehrere, übereinandergestapelte Fertigbauteile (1) verwendet, diese an ihren Kontaktflächen (4,5) Verbindungsmitteln (8,9) aufweisen.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß man mit Hilfe des erwähnten Fertigbauteiles (1) und einer Verkleidung gebildet aus der erwähnten feuerfesten Masse (14) eine Wand oder einen Wandteil bildet, bei welcher/welchem höchstens die Hälfte seiner Wandstärke durch den Fertigbauteil (1) und der andere Teil dieser Wandstärke durch die erwähnte Verkleidung (14) gebildet ist, die diesen Bauteil (1) auf der Seite der Wärmebehandlungskammer bedeckt.

Claims

1. Process for hot repair of industrial installations comprising a structure made of refractory materials (11) of siliceous nature, in particular installations operating by indirect heating by means of flues (10), such as coke furnace batteries, according to which use is made of at least one prefabricated element (1) made of refractory materials which are joined to said structure (11) by projecting a current of carrier gas containing oxygen, a mixture of refractory particles and particles which can react exothermically with oxygen, which are selected, on the one hand, from the group consisting of Al, Si, Mg, Ca, Fe, Cr, Zr, Sr, Ba and Ti, and, on the other hand, from compounds of these metals which can form, by decomposition, with the oxides obtained from these metals, mixed oxides, so as to constitute a binding phase for the aforesaid particles of refractory material, thus permitting a coherent refractory mass (14) to be formed in situ, fixing the aforesaid element to the structure made of refractory materials and being formed by at least one of the oxides chosen from group comprising SiO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , MgO , Cr_2O_3 , TiO_2 and CaO , characterised in that said process uses, on the one hand, a prefabricated element (1) made from a refractory material with mullitic crystallisation and having an alumina content of between 30 and 85%, and preferably between 50 and 80%, and, on the other hand, a mixture of particles which can react exothermically with oxygen, and of particles of a refractory material whose composition is such as to form in situ a refractory mass (14) which is compatible with the composition and the coefficient of thermal expansion of the aforesaid element (1) and structure (11) to which said mass (14) is to be fixed, taking account of the stresses to which said mass will be submitted under working conditions.

2. Process according to claim 1, characterised in that the aforesaid prefabricated element (1) is joined to the structure made of refractory materials which are siliceous in nature, by projection of a mixture formed on one hand of particles of Si which can react exothermically with the oxygen, and, on the other hand, of refractory particles containing (possibly) silica and at least one of the aforesaid compounds, which can, by decomposition, form with the silica mixed oxides, so as to constitute the aforesaid binding phase.
3. Process according to claim 2, characterised in that for the compounds of the metals mentioned above use is made of at least one of the peroxides in the group formed by CaO_2 , MgO_2 , BaO_2 , SrO_2 and/or the salts of these metals, such as AlCl_3 , SiCl_4 or MgCl_2 .
4. Process according to any of claims 1 to 3, characterised in that, when the aforesaid structure is essentially made of siliceous refractory, use is made of a mixture of oxidisable and refractory particles which can form a coherent mass of refractory which is also essentially siliceous.
5. Process according to any of claims 1 to 4, characterised in that use is made of a mixture of refractory and oxidisable particles, which, when projected using a current of carrier gas makes it possible to form a coherent refractory mass with a total expansion difference of less than 0.5% at 1200 °C relative to that of the prefabricated element, and of less than 0.3% for repairs or reconstructions extending over at least 2 m in particular.
6. Process according to any of claims 1 to 5, characterised in that, for installations comprising heat treatment chambers (12) heated by means of flues (10), the aforesaid prefabricated element (1) is placed on the side of said flues and said coherent refractory mass (14) is applied on the heat treatment chamber side.
7. Process according to claim 6, characterised in that the refractory mass (14) is applied in the form of, on the one hand, a sealing and bonding joint between the prefabricated element (1) and the aforesaid structure (11), and, on the other hand, a coating which covers said prefabricated element on the heat treatment chamber side (12).
8. Process according to claim 7, characterised in that use is made of a prefabricated element (1) with, on the heat treatment chamber side (12), means (3) for forming a mechanical bound between said element (1) and the aforesaid refractory mass (14).
9. Process according to claim 8, characterised in that said means comprise at least one notch (3), essentially in the form of a mortise.
10. Process according to any of claims 1 to 9, characterised in that, when use is made of several superimposed prefabricated elements (1), said elements have means (8, 9) for fitting into one another on their contact faces (4, 5).
11. Process according to any of claims 7 to 10, characterised in that, by means of the aforesaid prefabricated element (1) and the coating formed of the aforesaid refractory mass (14), a wall or portion of wall is created with all or at least half the thickness being formed by said prefabricated element (1), with the other part of this thickness being formed by the aforesaid coating (14) covering said element (1) on the heat treatment chamber side.



