

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 862 034 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.04.1999 Patentblatt 1999/16

(51) Int Cl.⁶: **F27D 1/02**

(21) Anmeldenummer: **98102054.8**

(22) Anmeldetag: **06.02.1998**

(54) **Schlusssteinset**

Keystone set

Ensemble pour clé de voute

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE DK ES FI GB LI
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **01.03.1997 DE 19708419**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.09.1998 Patentblatt 1998/36

(73) Patentinhaber: **Schwab Feuerfesttechnik GmbH**
67814 Dannenfels (DE)

(72) Erfinder:
• **Schmidt, Hans J., Dr.**
Rockwood, Ontario, NOB 2K (CA)

• **Röpke, Klaus**
32657 Lemgo (DE)
• **Schwab, Harald**
67814 Dannenfels (DE)

(74) Vertreter: **Albrecht, Rainer Harald, Dr.-Ing. et al**
Patentanwälte
Andrejewski, Honke & Sozien,
Theaterplatz 3
45127 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
CH-A- 453 586 **DE-A- 1 583 466**
DE-A- 2 119 051 **DE-A- 3 933 744**
DE-B- 1 222 262 **FR-A- 1 285 556**

EP 0 862 034 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Schlußsteinset für ein Gewölbe aus feuerfesten Steinen, bestehend aus zwei formschlüssig an die feuerfesten Steine anschließbaren Adaptersteinen und einem keilförmigen Schlußstein, der in den zu schließenden Raum zwischen den Adaptersteinen axial einsetzbar ist, wobei die Adaptersteine und der Schlußstein in ein Fugenbett aus Mörtel eingesetzt sind und aus Magnesiasteinen bestehen. - Gewölbe aus feuerfesten Steinen findet man in Industrieöfen, z. B. im Bereich der Verteilerbrücke oberhalb eines Brenners eines Kalkschachtofens.

[0002] Bei einem aus DE-C 39 33 744 bekannten Schlußsteinset, von dem die Erfindung ausgeht, sind die im eingebauten Zustand gegeneinander abgestützten Anschlußflächen der Adaptersteine und des Schlußsteins stufenförmig mit axial verlaufenden Tragkanten ausgebildet. Der axial einsetzbare Schlußstein, der in axialer Richtung auch geteilt ausgebildet sein kann, liegt mit seitlichen Schultern auf einem Absatz der Adaptersteine auf. Maßtoleranzen in den aufeinander abgestimmten Steinen des Schlußsteinsets sowie unterschiedliche Krafteinwirkungen auf die Auflageflächen des Gewölbes bewirken eine ungleichmäßige Kräftezusammenführung im Gewölbescheitel, wobei Kerbwirkungen und große Kantendrücke an den Tragkanten der Anschlußflächen Bruchstellen und Risse im Mauerwerk verursachen können. Nachteilig ist ferner, daß beim Einsetzen des Schlußsteins ein gleichmäßiger Mörtelauftrag auf allen Flächen nicht gewährleistet ist. Beim Einschieben des Schlußsteins kommt es regelmäßig zu Mörtelansammlungen auf den Absätzen der Adaptersteine, wobei die Mörtelansammlungen punktuell verdichtet werden. Es können Montagefehler resultieren, die ebenfalls dazu beitragen, daß der Gewölbedruck nicht gleichmäßig auf den Schlußstein übertragen wird.

[0003] Aus CH-PS 453 586 ist eine Ofenausmauerung für Drehrohröfen bekannt, die aus keilförmigen Steinen und zwischen den Steinen angeordneten Metallblechen aufgebaut ist. Die Metallbleche besitzen eine Blechstärke zwischen 0,8 und 1 mm und weisen durch Tiefziehen hergestellte Sicken auf, die in Rillen der angrenzenden Feuerfeststeine eingreifen. Die Metallbleche dienen als Fugebindemittel. Die Feuerfeststeine sind nicht im Mörtelbett verlegt, sondern lediglich unter Zwischenschaltung der Bleche formflüssig miteinander verbunden.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Schlußsteinset anzugeben, dessen Schlußstein im vollen Fugenbett gesetzt werden kann und welches den Gewölbedruck bei gleichmäßiger Druckverteilung aufnimmt.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe lehrt die Erfindung, daß die im eingebauten Zustand gegeneinander abgestützten Anschlußflächen der Adaptersteine und des Schlußsteins als ebene, stufenfreie Flächen ausgebildet sind und einander zugeordnete Rillen aufweisen, die

sich nach dem Einsetzen des Schlußsteins zu einem stirnseitig offenen Kanal ergänzen, und daß die Kanäle jeweils eine stirnseitig einführbare massive Kupplungsstange aus einem nichtlegierten Kohlenstoffstahl aufnehmen. Im Rahmen der Erfindung werden als Adaptersteine und als Schlußstein Magnesiasteine eingesetzt, also feuerfeste Steine mit einem hohen Anteil an Magnesiumoxid, vorzugsweise einem MgO-Gewichtsanteil von mehr als 80 Gew.-%. Geeignet sind MA-Spinnellsteine, Magnesiachronitsteine, Magnesiazirkonsteine und dergleichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ergänzen sich die einander zugeordneten Rillen zu Bohrungen und weisen die passend in die Bohrungen eingesetzten Kupplungsstangen einen kreisförmigen Querschnitt mit einem Durchmesser von 10 bis 15 mm auf.

[0006] In weiterer Ausgestaltung lehrt die Erfindung, daß der Schlußstein geteilt ausgebildet ist und aus zwei Schlußsteinhälften besteht, die im eingebauten Zustand an ebenen, stufenfreien Anlageflächen gegeneinander abgestützt sind. Die Anlageflächen weisen ebenfalls einander zugeordnete Rillen auf, die sich zu einem stirnseitig offenen Kanal ergänzen, der eine Kupplungsstange aufnimmt.

[0007] Durch die ebenen, stufenfreien Anschlußflächen ist der Gewölbedruck gleichmäßig auf den Schlußstein bzw. die Schlußsteinhälften übertragbar. Das Setzen des Schlußsteins bzw. der Schlußsteinhälften erfolgt vollfugig im vollen Fugenbett, wobei ein gleichmäßiger Mörtelauftrag gewährleistet ist und störende partielle Verdichtungen von Mörtelansammlungen nicht auftreten. Montagefehler sind dadurch ausgeschlossen. Die Kupplungsstangen sichern den Schlußstein bzw. die Schlußsteinhälften gegen ein Verschieben unter der Wirkung des Gewölbedruckes. Unter der Betriebstemperatur des Ofens, während des Aufheiz- und Brennprozesses, kommt es durch Reaktion der Bestandteile der metallischen Kupplungsstange und der Magnesiasteine zu einer festen Verbindung in Form einer ferritischen Verbindungszone zwischen der Kupplungsstange und dem angrenzenden Magnesiamaterial. Die Verbindungszone entsteht durch Diffusionsvorgänge und wirkt auf eine im Vergleich zum Querschnitt der Kupplungsstangen wesentlich größeren Bereich der Magnesiasteine. Die Verbindungszone bewirkt eine feste Verbindung und sichere Verriegelung der das Schlußsteinset bildenden Steine. Ein Verrutschen bei sich änderndem Gewölbedruck ist ausgeschlossen und eine gleichmäßige Einleitung des Gewölbedruckes gewährleistet.

[0008] Die Adaptersteine können an ihrer dem Schlußstein abgewandten Außenseite einen im wesentlichen radial ausgebildeten Vorsprung aufweisen, der nach Art einer Nut/Federverbindung formschlüssig in eine Nut an der Außenseite eines angrenzenden Steins des Gewölbes eingreift. Es versteht sich, daß an der Außenseite der Adaptersteine auch eine Nut vorgesehen sein kann, die mit einem an den benachbarten Stein an-

geformten Vorsprung formschlüssig zusammenwirkt.

[0009] Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlich erläutert. Die einzige Figur zeigt in Form einer Explosionsdarstellung ein Schlußsteinset für ein ausschnittsweise dargestelltes Gewölbe aus feuerfesten Steinen in einem Industrieofen, z. B. einem Kalkschachtofen.

[0010] Das Gewölbe ist aus keilförmigen feuerfesten Steinen 1 aufgebaut, die über im wesentlichen radial verlaufenden Nut/Federelemente 2 formschlüssig ineinandergreifen. Das Schlußsteinset besteht aus zwei formschlüssig an diese Steine 1 anschließbaren Adaptersteinen 3 und einem, im Ausführungsbeispiel geteilt ausgebildeten, keilförmigen Schlußstein 4, der in den zu schließenden Raum zwischen den Adaptersteinen 3 axial einsetzbar ist. Als Adaptersteine 3 und als Schlußstein 4 werden Magnesiateine verwendet. Der Figur entnimmt man, daß die im eingebauten Zustand gegeneinander abgestützten Anschlußflächen 5 der Adaptersteine 3 und des Schlußsteins 4 als ebene, stufenfreie Flächen ausgebildet sind und einander zugeordnete Rillen 6 aufweisen, die sich nach dem Einsetzen des Schlußsteins zu einem stirnseitig offenen Kanal 7 ergänzen. In die Kanäle 7 sind metallische Kupplungsstangen 8 stirnseitig einführbar. Der geteilt ausgebildete Schlußstein 4 besteht aus zwei identischen Schlußsteinhälften 4', 4'', die im eingebauten Zustand ebenfalls an ebenen, stufenfreien Anlageflächen gegeneinander abgestützt sind. Die Anlageflächen weisen ebenfalls einander zugeordnete Rillen auf, die sich zu einem stirnseitig offenen Kanal 7 ergänzen, der eine metallische, stirnseitig einführbare Kupplungsstange 8 aufnimmt. Im Ausführungsbeispiel ergänzen sich die einander zugeordneten Rillen 6 zu einer Bohrung, die sich axial über die gesamte Breite der Steine erstreckt. Die Bohrung weist vorzugsweise einen Durchmesser von 12 mm auf. Die Kupplungsstangen 8 sind massiv als Rundbolzen ausgebildet und bestehen aus einem unlegierten Kohlenstoffstahl.

[0011] An ihrer dem Schlußstein 4 abgewandten Außenseite sind die Adaptersteine nach Art einer Nut/Federverbindung 2 an die angrenzenden Steine 1 des Gewölbes angeschlossen. Zu diesem Zweck weisen die Adaptersteine 3 an ihrer Außenseite einen im wesentlichen radial ausgerichteten Vorsprung 9 auf, der in eine Nut 10 an der Außenseite des angrenzenden Steins 1 des Gewölbes eingreift. Es versteht sich, daß die Nut/Federverbindung 2 auch anders gestaltet sein kann.

[0012] Die Schlußsteinhälften 4', 4'' werden vollfugig in ein volles Fugenbett aus Mörtel gesetzt. Anschließend werden die Kupplungsstangen 8 in die stirnseitig offenen Kanäle 7 eingeführt. Während des Aufheiz- und Brennvorganges des Ofens kommt es zu einer Reaktion von Bestandteilen der metallischen Kupplungsstangen 8 und der Magnesiateine 3, 4', 4''. Es entsteht eine feste Verbindung zwischen den Kupplungsstangen 8 und den angrenzenden Magnesiateinen 3, 4', 4'', die auf

eine sich bildende ferritische Übergangszone zurückgeführt werden kann. Durch die Kupplungsstangen 8 sind die Schlußsteinhälften 4', 4'' gegen Verrutschen gesichert und in der Lage, unterschiedlich große Gewölbedrücke aufzunehmen. Der Gewölbedruck wird über die ebenen, stufenfreien Anschlußflächen 5 mit gleichmäßiger Druckverteilung in den Schlußstein 4 bzw. dessen Schlußsteinhälften 4', 4'' eingeleitet.

Patentansprüche

1. Schlußsteinset für ein Gewölbe aus feuerfesten Steinen, bestehend aus zwei formschlüssig an die feuerfesten Steine anschließbaren Adaptersteinen und einem keilförmigen Schlußstein, der in den zu schließenden Raum zwischen den Adaptersteinen axial einschiebbar ist, wobei die Adaptersteine und der Schlußstein in ein Fugenbett aus Mörtel eingesetzt sind und aus Magnesiateinen bestehen, **dadurch gekennzeichnet,**

daß die im eingebauten Zustand gegeneinander abgestützten Anschlußflächen (5) der Adaptersteine (3) und des Schlußsteins (4) als ebene, stufenfreie Flächen ausgebildet sind und einander zugeordnete Rillen (6) aufweisen, die sich nach dem Einsetzen des Schlußsteins (4) zu einem stirnseitig offenen Kanal (7) ergänzen, und

daß die Kanäle (7) jeweils eine stirnseitig einführbare massive Kupplungsstange (8) aus einem nichtlegierten Kohlenstoffstahl aufnehmen.

2. Schlußsteinset nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einander zugeordneten Rillen (6) sich zu Bohrungen ergänzen und die passend in die Bohrungen eingesetzten Kupplungsstangen (8) einen kreisförmigen Querschnitt mit einem Durchmesser von 10 bis 15 mm aufweisen.
3. Schlußsteinset nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnesiateine einen MgO-Gewichtsanteil von mehr als 80 Gew.-% aufweisen.
4. Schlußsteinset nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlußstein (4) geteilt ausgebildet ist und aus Schlußsteinhälften (4', 4'') besteht, die im eingebauten Zustand an ebenen, stufenfreien Anlageflächen gegeneinander abgestützt sind, daß die Anlageflächen einander zugeordnete Rillen aufweisen, die sich zu einem stirnseitig offenen Kanal (7) ergänzen, und daß der Kanal (7) eine stirnseitig einführbare Kupplungsstange (8) aus einem nichtlegierten Kohlenstoff-

stahl aufnimmt.

5. Schlußsteinset nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Adaptersteine (3) an ihrer dem Schlußstein (4) abgewandten Außenseite einen im wesentlichen radial ausgerichteten Vorsprung (9) aufweisen, der nach Art einer Nut/Feder-Verbindung formschlüssig in eine Nut (10) an der Außenseite eines angrenzenden Steins (1) des Gewölbes eingreift.

Claims

1. A keystone set for an arch made of refractory bricks, consisting of two adapter bricks which can be joined to the refractory bricks with a positive fit and of a wedge-shaped keystone which can be inserted axially in the space which is to be closed between the adapter bricks, wherein the adapter bricks and the keystone are inserted in a joint bed of mortar and consist of magnesia bricks, characterised in that

the joint faces (5) of the adapter bricks (3) and of the keystone (4), which joint faces are supported against each other in the installed state, are constructed as flat, step-free faces and comprise mutually corresponding grooves (6) which complement each other to form a channel (7) open at the end face after the insertion of the keystone (4), and

that the channels (7) each receive a solid coupling rod (8) made of an unalloyed carbon steel which can be introduced from the end face.

2. A keystone set according to claim 1, characterised in that the mutually corresponding grooves (6) complement each other to form bores, and the coupling rods (8) which are inserted in the bores to fit therein have a circular cross-section with a diameter of 10 to 15 mm.
3. A keystone set according to claims 1 or 2, characterised in that the magnesia bricks have a content by weight of MgO of more than 80 % by weight.
4. A keystone set according to any one of claims 1 to 3, characterised in that the keystone (4) is of divided construction and consists of keystone halves (4', 4'') which in the installed state are supported against each other at flat, step-free contact faces, that the contact faces comprise mutually corresponding grooves which complement each other to form a channel (7) open at the end face, and that the channel (7) receives a coupling rod (8) made of an unalloyed carbon steel which can be introduced from the end face.

5. A keystone set according to any one of claims 1 to 4, characterised in that the adapter bricks (3) have a substantially radially aligned projection (9) on their outer face remote from the keystone (4), which projection fits positively into a groove (10) in the outer face of an adjoining brick (1) in the manner of a tongue-and-groove joint.

10 Revendications

1. Ensemble formant clé de voûte pour une voûte en briques réfractaires, constitué de deux briques d'adaptation pouvant être reliées aux briques réfractaires par complémentarité de formes et d'une clé de voûte en coin pouvant être insérée axialement dans l'espace à fermer entre les briques d'adaptation, les briques d'adaptation et la clé de voûte étant mises en place dans un lit de jointoiment en mortier et étant constituées par des briques en magnésie, caractérisé en ce que les faces de liaison (5) des briques d'adaptation (3) et de la clé de voûte (4), qui prennent appui les unes sur les autres en position montée, sont conçues sous la forme de faces planes sans décrochement et sont pourvues de gorges (6) qui sont associées les unes aux autres et qui, une fois la clé de voûte (4) en place, se complètent pour former un canal (7) ouvert frontalement, et en ce que les canaux (7) reçoivent chacun une tige d'accouplement massive à introduction frontale (8) en acier au carbone non allié.
2. Ensemble formant clé de voûte selon la revendication 1, caractérisé en ce que les gorges (6) associées les unes aux autres se complètent pour former des trous, et les tiges d'accouplement (8) insérées sans jeu dans les trous présentent une section transversale circulaire avec un diamètre de 10 à 15 mm.
3. Ensemble formant clé de voûte selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les briques en magnésie possèdent une proportion en poids de MgO supérieure à 80 % en poids.
4. Ensemble formant clé de voûte selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la clé de voûte (4) est conçue de manière divisée et est constituée de demi-clés de voûte (4', 4'') qui, en position montée, prennent appui l'une contre l'autre au niveau de faces de contact planes sans décrochement, en ce que les faces de contact sont pourvues de gorges qui sont associées les unes aux autres et qui se complètent pour former un canal (7) ouvert frontalement, et en ce que le canal (7) reçoit une tige d'accouplement à introduction frontale (8) en acier au carbone non allié.

5. Ensemble formant clé de voûte selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les briques d'adaptation (3) comportent, sur leur côté extérieur situé à l'opposé de la clé de voûte (4), une saillie (9) qui est orientée sensiblement radialement et qui, à la manière d'un assemblage à rainure et languette, pénètre par complémentarité de formes dans une rainure (10) ménagée sur le côté extérieur d'une brique adjacente (1) de la voûte.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

