

⑫

## NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der neuen Patentschrift :  
30.08.89

⑤① Int. Cl.<sup>4</sup> : **F 27 D 1/00, C 10 B 29/08**

②① Anmeldenummer : 81107658.7

②② Anmeldetag : 26.09.81

⑤④ **Einspannsystem zur Vermeidung von schädlichen Zug- und Schubspannungen in ggf. mehrschichtigen Mauerwerksscheiben.**

③⑩ Priorität : 28.11.80 DE 3044897

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
16.06.82 Patentblatt 82/24

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : 28.08.85 Patentblatt 85/35

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch : 30.08.89 Patentblatt 89/35

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :  
AT BE DE FR GB IT LU NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen :

DE-A- 1 421 020

DE-A- 2 041 536

DE-A- 2 709 631

DE-C- 637 252

DE-C- 728 101

DE-C- 1 252 171

DE-C- 2 752 876

FR-A- 1 330 595

GB-A- 667 566

GB-A- 935 238

Handbuch des Kokereiwesens, Grosskinsky, Bd. 1, S. 236-237

Glückauf Forschungshefte, 44 (1983), S. 80-90

⑦③ Patentinhaber : Krupp Koppers GmbH  
Altendorfer Strasse 120  
D-4300 Essen 1 (DE)

⑦② Erfinder : Dürselen, Heinz, Dipl.-Ing.  
Laubrockweg 5  
D-4300 Essen 14 (DE)

Erfinder : Neitzel, Jürgen, Dipl.-Ing.  
Ratsherrnweg 13  
D-4300 Essen 1 (DE)

Erfinder : Schüffler, Arnulf, Dr., Dipl.-Ing.  
Michaelstrasse 31  
D-4300 Essen 1 (DE)

Erfinder : Stanke, Walter  
Richard-Wagner-Strasse 98  
D-4300 Essen 1 (DE)

**EP 0 053 659 B2**

**Beschreibung**

Die Erfindung betrifft ein Einspannsystem zur Vermeidung von schädlichen Zug- und Schubspannungen in ggf. mehrschichtigen Mauerwerksscheiben, die sowohl thermischen als auch mechanischen Verformungsbeanspruchungen unterliegen und bei denen die Mauerwerkseinspannung durch Einspannplatten erfolgt, auf die die Einspannkräfte der Anker mit Hilfe von jochartigen Trägern und zwischengeschalteten Federn oder Distanzstücken übertragen werden.

Bei größeren Trennwandflächen wachsen die unvermeidlichen thermischen und mechanischen Verformungen mit dem Quadrat oder höherer Potenz der Wandhöhe, d.h. überproportional an. Wird demzufolge das Einspannsystem für größere Kräfte entsprechend steifer ausgelegt, so führen Veränderungen der Temperaturfelder und der betrieblichen Lasten zu unkontrollierten, oft extremen und unzulässigen Umlagerungen der Einspannkräfte, d.h. einerseits zu Überbeanspruchungen und an anderen Stellen zu unzureichenden Einspann-Druckkräften. Beide bewirken unzulässig hohe Spannungen.

Die Erfindung geht von folgender Zielsetzung aus :

Steigerung der Lebensdauer, dadurch daß Risse vermieden werden, und die Herstellung größerer, höherer und dünnerer Trennwände.

Mit der so erreichten Vergrößerung des nutzbaren Ofenvolumens und der Verbesserung der Nutzungsdauer und der Instandhaltungskosten ist ein wesentlicher Zuwachs an Wirtschaftlichkeit verbunden.

Die Aufgabe besteht darin, trotz wechselnder thermischer und mechanischer Verformungen des äußeren Einspannsystems hinreichende Druckvorspannungen in den Trennwänden zu erzeugen und ständig sicherzustellen, um Zugspannungsrisse zu vermeiden durch Überlagerung entsprechender Druckspannungen.

« Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß ein Einspannsystem der eingangs genannten Art vorgeschlagen, wobei das System im Betriebszustand das Merkmal a), gegebenenfalls mit b) zusammen, in Kombination mit den Merkmalen c) und d) aufweist und wobei

a) die Größe der Druckkräfte der Einspannplatten auf das Mauerwerk im normalen Betriebszustand ausgehend von der halben Wandhöhe über eine Länge von etwa 75 % der Wandhöhe zu den oberen und unteren Berandungen der eingespannten Wand hin abfällt nach Art einer Glockenkurve oder einer parabolischen Funktion,

b) die Resultierenden der Einspannkräfte auf beidseitig je zur Hälfte innerhalb der äußeren 65 mm oder in den Mittelebenen der äußeren Wandschichten angreifen und hierbei gerichtet sind in die Längsrichtung der Wand oder in einem Winkel bis zu 30 Grad in Richtung zur Mittelebene des Wandsystems, wobei sich die Kraftvektoren längs einer Linie in der Wand schneiden, die näherungsweise parallel zur Einspannplatte verläuft,

c) die Aufrechterhaltung der gewünschten Verteilung der Einspannkräfte über der Länge der Einspannplatte bei allen relevanten Störfällen innerhalb enger Toleranzgrenzen gewährleistet wird, dadurch, daß die Konstruktion so gebaut und federelastisch ausgeführt wird, daß die Störeinflüsse verringert werden und die Kraftübertragungskennlinien bzw. die Federeigenschaften der Queranker, der jochartigen Träger, der Einspannplatte und der Andruckelemente dazwischen so ausgelegt sind und bewirken, daß die örtlichen Kräfte im Störfall nicht bzw. nur um 5 bis 20 % verändert werden und

d) bei Beeinträchtigung der Kraftverteilung durch die Form der Oberflächen oder durch Fertigungstoleranzen die Herstellung und/oder der Ausgleich der Einspannpressung erfolgt, indem diese oberflächlichen Toleranzen in den angrenzenden Bereichen mit Hilfe elastischer oder verformbarer Materialien ausgeglichen werden, welche örtliche Rauigkeiten von mindestens 2,5 mm Höhe kompensieren ».

Die Aufgabenstellung wird also erfindungsgemäß als Optimierung der über den Kraftfluß verbundenen Elemente des Gesamtsystems gelöst. Bei seitlicher Flächenbelastung verwölbt sich die Wand auf halber Höhe am stärksten. Um insbesondere hier eine möglichst hohe Stabilität der Wand zu erreichen und um ein Aufreißen des Mauerwerks in den Seitenflächen wie im Kern zu vermeiden, werden die Einspanndruckkräfte der Wand mittig am höchsten gewählt und ihre Angriffsflächen soweit wie möglich seitlich auseinander in die beiden äußeren Randzonen gelegt, wobei die Resultierenden der beiden Randkräfte parallel zur oder in Richtung zur senkrechten Wandmittelebene wirken.

Um die gewünschte Druckverteilung bei Störfällen unterschiedlicher Art sicherzustellen, werden die einzelnen Konstruktionselemente des Einspannsystems so federelastisch ausgeführt, daß sie die Störeinflüsse möglichst weitgehend kompensieren.

Der Vorteil der vorgesehenen Federelastizitäten im Einspannsystem besteht zum einen in den geringen Verlagerungen der Kraftverteilungen und zum anderen in der damit leichteren und billigeren Bauweise, insbesondere bei größeren Trennwandabmessungen.

Die Herstellung der gewünschten Verteilung der Einspannkräfte über der Länge der Einspannplatten kann erfolgen durch eine entsprechende Abstufung der Stärke der Distanzstücke oder durch entspannt eingebaute Federelemente, die z. B. nachträglich durch die Queranker oder die Ofendehnung gespannt werden oder im sogenannten Einschnittverfahren unmittelbar durch Federelemente, die im vorgespannten blockierten Zustand eingebaut werden, und deren Auflager so einjustiert werden, daß sich nach dem

Aufheben der Blockade die gewünschte Kraftverteilung ergibt, oder im sogenannten Zweischrittverfahren, zunächst quantitativ genau durch 1 oder mehrere mechanische, hydraulische oder pneumatische Spannelemente, d. h. mit entsprechend einstellbaren Spannwerkzeugen mit vorgegebenen örtlichen Einspannkraften und danach durch justierte Andruckelemente wie Distanzstücke oder Federelemente, die die Kraftverteilung übernehmen.

Andere Merkmale der Erfindung sind in weiteren Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Fig. 1 bis 7 verdeutlichen schematisch die Verknüpfungen und Zusammenhänge innerhalb der Einspannsysteme. Zur Einspannung des Wandmauerwerks 9 dienen beispielsweise folgende Konstruktionselemente :

10

- 1 oberer Queranker
- 2 unterer Queranker
- 3 obere Querankerfeder
- 4 untere Querankerfeder

15

5 jochartiger Träger, Ankerständer

a/b vor/nach der Verformung durch Störeinflüsse (5 a/b in Fig. 4) (z. B. zunehmender Temperaturgradient oder Längung des oberen Querankers)

6 Andruckelemente, Distanzstücke, Bolzen, Federelemente zur Übertragung der Anpresskräfte

7. Einspannplatte, Wandschutzplatte, Panzerplatte

20

a/b vor/nach der Verformung durch Störeinflüsse (7 a/b in Fig. 4) wie z. B. zunehmende Temperaturgradienten

8. Isoliermaterial, Dichtung, Fasermatte.

Die Queranker 1 und 2 spannen über Federelemente 3 und 4 den jochartigen Träger 5, der die Andruckelemente 6 gegen die Einspannplatten 7 und 8 preßt.

25

Figur 1 zeigt eine Ausführung mit einem Andruckelement 6,

Figur 2 eine Ausführung mit 2 Reihen von maximal je 9 Andruckelementen.

In Figur 3 sind die drei Andruckelemente 6 als Federelemente eingesetzt.

30

Figuren 4, 5 und 6 verdeutlichen die Verformungen des jochartigen Trägers 5a und der Einspannplatte 7a bei normaler Länge der Queranker im Vergleich zu den Störfällen mit vergrößerter Länge des Querankers oder verringerter Querankerkraft 5b und 7b. In letzterem Fall überwiegen an den Enden der Verformungskurven des jochartigen Trägers 5b und der Einspannplatte 7b die thermischen Krümmungen. Diese entstehen durch das Temperaturgefälle vom Ofeninnern nach Außen und wechseln je nach den Bedingungen des Betriebes und der Witterung.

35

Erfindungsgemäß werden die Vorspannungen in den Trennwänden (9 in Fig. 1) hergestellt entweder direkt durch das Einjustieren vorgespannt blockierter Andruckelement (6 in Fig. 1) zwischen den Einspannplatten 7 und dem davor angeordneten jochartigen Träger 5 und anschließendes Aufheben der Blockade oder zunächst durch einstellbare Spannelemente zwischen der Einspannplatte 7 und dem jochartigen Träger 5, der vorgespannt wird, und danach durch Einjustieren der Andruckelemente 6.

40

Die Vorspannungen in den Trennwänden sollen ständig aufrecht erhalten werden durch die Federeigenschaften des Querankersystems (1 und 3 in Fig. 1), der jochartigen Träger 5, der Einspannplatten 7 und 8 und der Andruckelemente 6.

Gemäß Fig. 6 ändert sich die Länge der Queranker 1 und damit die Kraft F der Federn 3 mit den unvermeidlichen Temperaturschwankungen wie z. B. bei Regenfällen.

45

Mit den angegebenen Federkonstanten können die Laständerungen bei den üblichen Einspannkraften innerhalb der Toleranzgrenzen nach Anspruch 1 gehalten werden. Die Federn an beiden Enden des Querankers können in einer einseitigen Feder mit der halben Federkonstante zusammengefaßt werden, wenn die Kraftänderungen von einer Seite zur andere übertragen werden.

50

In Fig. 7 ist schematisch die Superposition zusätzlicher Verformungen  $\Delta x_{\text{therm}}$  und  $\Delta x_{\text{mech}}$  durch unvermeidliche Änderungen der Temperaturgradienten als Folge der eingetragenen Temperaturänderungen  $\Delta T_2$  und  $\Delta T_1$ , und durch die Änderung  $\Delta F = q \cdot F$  der Punktlast F dargestellt.

Der Faktor q beträgt nach Anspruch 1 maximal 20 %. Diese Temperaturschwankungen treten in ähnlicher Weise sowohl in den jochartigen Trägern als auch in den Einspannplatten auf.

55

Die Federeigenschaften, insbesondere die Flächenträgheitsmomente werden so festgelegt, daß sich die Änderungen der Biegepeile an den Kraftangriffspunkten gegenseitig bis auf geringen verbleibende Restverschiebungen so weit wie möglich aufheben, d. h. es gilt näherungsweise  $\Delta x_{\text{therm}} = \Delta x_{\text{mechanisch}}$ .

Die vorgesehenen Änderungen der Flächenträgheitsmomente über der Länge bzw. der Höhe sollen die unterschiedlichen Verläufe der thermischen und der mechanischen Biegelinien soweit wie möglich einander annähern, um als verbleibende Restverschiebung eine Parallelverschiebung zu erhalten.

60

Nachfolgend werden weitere Einzelheiten der erfindungsgemäßen Ansprüche beispielhaft anhand von Dimensionierungsbeispielen und den beiliegenden Figuren 8 bis 16 erläutert.

Es zeigen :

Figur 8 Krafteinleitung in die Stirnfläche 10 der Wand 9 nach den Ansprüchen 1, 29 und 30

Figur 9 Konstruktionsbeispiele für den jochartigen Träger 5 nach den Ansprüchen 4 bis 8

65

Figur 10 Verlängerter jochartiger Träger nach Anspruch 9

## EP 0 053 659 B2

Figur 11 Andruckelemente mit Bolzenschrauben, Federn und Kolbenartigen Elementen, sowie Kraftindikatoren nach den Ansprüchen 14 bis 19

Figur 12 Federelemente nach den Ansprüchen 18 und 19

Figur 13 Anordnung von Andruckelementen nach den Ansprüchen 1 und 20

5 Figur 14 Federelemente zur Dämpfung des Einflusses der Thermischen Krümmung des jochartigen Trägers nach den Ansprüchen 1, 21 und 22

Figur 15 Systematische Variation der Abstände der Andruckelemente nach Anspruch 24

10 In Fig. 8 sind die resultierenden Kraftvektoren der Einspannkräfte bei einer zweiteiligen Einspannplatte 7a und 7b und die Anpreßflächen 10 auf das Mauerwerk entsprechend Anspruch 1 dargestellt. Die Füllung und Ausbildung der Fuge 8 bzw. 10 zwischen Einspannplatte 7 und Mauerwerk 9 wird den Ansprüchen 28 bis 30 beschrieben.

Figur 9 zeigt zu den Ansprüchen 4 bzw. 4 bis 8 konstruktive Beispiele für die Änderung der Flächenträgheitsmomente des jochartigen Trägers. Die Änderungen erfolgen in Form von variablen Steghöhen (Fig. 9a, b, c, d)

15 durchlöchertern bzw. geschlitzten Stegen (Fig. 9c, g, h bzw. 9e)

variablen Flanschstärken (Fig. 9d, e)

variablen Flanschbreiten (Fig. 9f, g, h) oder als

Kombination mehrerer Träger oder Profile (Fig. 9c und h)

Figur 10 verdeutlicht den Patentanspruch 9. Hierin sind folgende Konstruktionselemente dargestellt :

20

21 obere (Zwillings) Queranker, die in Höhe unmittelbar unter der Ofendecke gespannt sind

22 obere Joche

23 Andruckelemente zur Einspannung der Decke

24 Separate Einspannplatte für die Ofendecke

25

25 Ofendecke (Ausschnitt)

Die Vorzüge dieser Konstruktion sind beispielsweise :

wesentlich verstärkte Federwirkung und Energieaufnahme des jochartigen Trägers und die Möglichkeit zur separaten Einspannung des Ofendeckenbereiches.

30

Aus Figuren 11 und 12 sind zu den Ansprüchen 14 bis 19 verschiedene schematisch dargestellte Ausführungsbeispiele für die Andruckelemente 6 ersichtlich. Gasdruckbälge 13 nach Fig. 11d können beispielsweise auch so mit dem Druckregler (PC) oder einem entsprechenden Stellungsregler (Positioner) gekoppelt werden, daß die vom Regler verbrauchte Fortluft z. B. als Kühlluft verwendet wird beziehungsweise direkt oben aus dem Gasdruckbalg entnommen wird und so zur Wärmeabfuhr dient.

35

Figur 12 zeigt entsprechend den Ansprüchen 18 und 19 Feder-Andruckelemente 6 entspannt (Fig. 12a) und vorgespannt (Fig. 12b).

Die Figuren 13 bis 15 zeigen beispielsweise schematisch die Ausbildung und Anordnung der Andruckelemente 6 als Spiralfedern nach den Ansprüchen 1, 20, 21, 22 und 24.

40

Figur 13 verbildlicht schematisch eine Möglichkeit zur Erzeugung des glockenförmigen Verlaufs der Andruckkräfte nach Anspruch 1 mit gleichartigen Spiralfedern z. B. nach Anspruch 20 und 24 bei relativ biegeweicher Einspannplatte 7.

45

Figur 14 gibt demgegenüber an, wie bei annähernd konstanter Streckenlast auf der Einspannplatte 7 die Kraftumlagerungen bei Änderungen der thermischen Krümmungen des jochartigen Trägers 5 entsprechend den Ansprüchen 1, 21 und 22 durch die weicheren Federn 6 in der Mitte weitgehend abgemildert werden. Hierbei wird die Einspannplatte 7 zweckmäßigerweise relativ starr ausgebildet.

Figur 15 zeigt beispielsweise eine Kombination aus den Fig. 13 und 14, die die Forderungen nach glockenförmigem Verlauf der Andruckkräfte und nach Abmilderung der Wirkungen der thermischen Verkrümmungen erfüllt bei gleichzeitig relativ dünner Einspannplatte.

Aus Anspruch 20 errechnet sich beispielsweise für

50

$n = 10$  Federn und

$H = 7,2$  m Ofenhöhe

folgende Ungleichung für die Federkonstante

55

$$139 \text{ kN/m} \leq C_m \leq 1 \text{ 528 KN/m}$$

Aus Anspruch 26 errechnet sich beispielsweise als mittleres Flächenträgheitsmoment der Einspannplatte Formelmäßig für :

60

$H = 7$  m Ofenhöhe,  $n = 7$  Andruckstellen

$j = 1$  Andruckplatte :

$$7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \leq I_j \leq 7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

65

Bei einer Rechteckplatte mit  $b = 0,84$  m Breite entspricht dieses einer Plattendicke zwischen 0,1 und

0,215 m.

Aus Anspruch 27 ergibt sich formelmäßig beispielsweise für  
 $H = 7,2$  m Ofenhöhe,  $j = 1$  Platte mit  
 $b = 0,84$  m Plattenbreite, wie im obenstehenden Beispiel zu Anspruch 26 mit  
 $I_j = 22 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$

5

10

15

20

Abstand von der Mitte (m)	0	1	1,2	2	(3)	(3,2)
Abstand vom obersten bzw. untersten Punktlast-Übertragungspunkt der Platte (m)	3,6	2,6	2,4	1,6	(0,5)	(0,4)
Örtliches Flächenträgheitsmoment I ( $10^{-6} \text{ m}^4$ )	330	238	220	147	(55)	(37)
Dicke einer äquivalenten Rechteckplatte (mm)	168	150	146	128	(92)	(80)

Die Klammerwerte sollen darauf hinweisen, daß in diesen Bereichen abweichende (Rand-)Bedingungen bestimmend sein können, wie z. B. Herstellbarkeit oder zusätzliche Funktionen des Einspannsystems.

25

Setzen sich der jochartige Träger oder die Einspannplatte aus mehreren Teilen zusammen, so ist das nach den Regeln der statik zusammengefaßte Flächenträgheitsmoment maßgeblich. Die Abstufungen der Flächenträgheitsmomente können beispielsweise durch Aussparungen oder entsprechende Verschraubungen erzeugt werden.

30

Das erfindungsgemäße Einspannsystem ist bevorzugt anwendbar bei Trennwänden in Industrieöfen, insbesondere bei Heizwänden von Verkokungsöfen.

### Patentansprüche

35

1. Einspannsystem zur Vermeidung von schädlichen Zug- und Schubspannungen in ggf. mehrschichtigen Mauerwerksscheiben, die sowohl thermischen als auch mechanischen Verformungsbeanspruchungen unterliegen und bei denen die Mauerwerkseinspannung durch Einspannplatten erfolgt, auf die die Einspannkräfte der Anker mit Hilfe von jochartigen Trägern und zwischengeschalteten Federn oder Distanzstücken übertragen werden, wobei das System im Betriebszustand das Merkmal a),

40

gegebenenfalls mit b) zusammen, in Kombination mit den Merkmalen c) und d) aufweist und wobei a) die Größe der Druckkräfte der Einspannplatten auf das Mauerwerk im normalen Betriebszustand ausgehend von der halben Wandhöhe über eine Länge von etwa 75 % der Wandhöhe zu den oberen und unteren Berandungen der eingespannten Wand hin abfällt nach Art einer Glockenkurve oder einer parabolischen Funktion,

45

b) die Resultierenden der Einspannkräfte nur beidseitig je zur Hälfte innerhalb der äußeren 65 mm oder in den Mittelebenen der äußeren Wandschichten angreifen und hierbei gerichtet sind in die Längsrichtung der Wand oder in einem Winkel bis zu 30 Grad in Richtung zur Mittelebene des Wandsystems, wobei sich die Kraftvektoren längs einer Linie in der Wand schneiden, die näherungsweise parallel zur Einspannplatte verläuft,

50

c) die Aufrechterhaltung der gewünschten Verteilung der Einspannkräfte über der Länge der Einspannplatten bei allen relevanten Störfällen innerhalb enger Toleranzgrenzen gewährleistet wird, dadurch, daß die Konstruktion so gebaut und federelastisch ausgeführt wird, daß die Störeinflüsse verringert werden und die Kraftübertragungskennlinien bzw. die Federeigenschaften der Queranker, der jochartige Träger, der Einspannplatte und der Andruckelemente dazwischen so ausgelegt sind und

55

bewirken, daß die örtlichen Kräfte im Störfall nicht bzw. nur um 5 bis 20 % verändert werden und d) bei Beeinträchtigung der Kraftverteilung durch die Form der Oberflächen oder durch Fertigungstoleranzen die Herstellung und/oder der Ausgleich der Einspannpressung erfolgt, indem diese oberflächlichen Toleranzen in den angrenzenden Bereichen mit Hilfe elastischer oder verformbarer Materialien ausgeglichen werden, welche örtliche Rauigkeiten von mindestens 2,5 mm Höhe kompensieren.

60

2. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Feder des Querankers so konstruiert und dimensioniert wird, daß die zusammengefaßte Federkonstante C in (N/m) aller Federn des Querankers auf jeder Stirnseite in Abhängigkeit von der Wandhöhe H in (m) und dem Abstand 1 von der halben Wandhöhe in (m) innerhalb folgender Grenzen zu liegen kommt :

65

## EP 0 053 659 B2

$$0,2 \cdot H^2 \leq \alpha \cdot C \cdot I \leq 0,33 \leq H^2,$$

wobei  $\alpha = 10^{-6}(\text{m}^2/\text{N})$  ist.

3. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Flächenträgheitsmoment  $I$  in  $(\text{m}^4)$  und damit der Querschnitt des jochartigen Trägers so dimensioniert wird, daß folgende Grenzbedingungen erfüllt werden :

$$H \cdot \beta \leq I \leq H \cdot 2 \cdot \beta$$

wobei die Wandhöhe mit  $H$  in (m) bezeichnet und  $\beta = 10^{-4} (\text{m}^3)$  ist.

4. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Biegesteifigkeit und damit das Flächenträgheitsmoment  $I$  des jochartigen Trägers bereichsweise stetig und/oder mit einem oder mehreren Schritten abgestuft von halber Ofenhöhe ausgehend zu den Enden hin abgeschwächt wird.

5. Einspannsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß außer an den Enden das Flächenträgheitsmoment näherungsweise der folgenden Funktion proportional folgt: Wurzel aus (Abstand vom Queranker dividiert durch Ofenhöhe).

6. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine der Abschwächungen des Flächenträgheitsmomentes des jochartigen Trägers innerhalb des folgenden Abstandes von den äußersten Kraftübertragungspunkten der Einspannplatte beginnt :

- 30 % (bzw. 25 %) der Wandhöhe zur Mitte hin und/oder  
10 % der Wandhöhe nach oben und  
60 % der Wandhöhe nach unten über den letzten Kraftangriffspunkt hinaus.

7. Einspannsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine der Abstufungen im Bereich zwischen den äußersten und den nächsten oder übernächsten Kraftübertragungspunkten der Einspannplatte erfolgt.

8. Einspannsystem nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß jochartige Träger mit einem auf 65 % bis 80 % reduzierten Trägheitsmoment eingesetzt sind, wobei die jochartigen Träger aus einem Material von mindestens 10 % höherer Zugfestigkeit als der eines üblichen Standardstahles mittlerer Zugfestigkeit mit 370 N/mm<sup>2</sup> bestehen.

9. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die jochartigen Träger nach oben verlängert sind und über 1 oder 2 Joche indirekt von 1 oder 2 Querankern angedrückt werden, wobei die Reaktionskraft am anderen Ende des Joches bzw. der Joche die Einspannung der Decke bzw. Ofendecke bewirkt.

10. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturverformung des jochartigen Trägers durch Temperaturengleich verringert wird mit isolierender und/oder wärmeleitender Ausrüstung Veränderung der Oberflächenstruktur, oder wärmeleitende Überbrückungen aus dem Bereich des Innenflansches in Richtung auf den Außflansch, wobei unter isolierend auch das Umhüllen mit einem dünnen Blechmantel verstanden wird.

11. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Maßnahmen zum Temperaturengleich des jochartigen Trägers beschränkt bleiben auf den Bereich der angrenzenden Einspannplatte und/oder auf die Vor- und Rückseite oder nur auf die Seitenflächen des jochartigen Trägers.

12. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Maßnahmen zum Temperaturengleich im Bereich des jochartigen Trägers erfolgen in Form wärmestrahlungswirksamer Oberflächenbeschichtung mit hohen Strahlungsabsorptionszahlen an den inneren Flanschseiten des Profils und/oder Oberflächenbeschichtung mit demgegenüber höherer Reflektions- und/oder Isolierwirkung auf einer oder beiden Außenseiten der beiden Flansche des Profils.

13. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturverformung des jochartigen Trägers verringert wird durch Temperaturengleich, wobei die Wärme übertragen wird nach dem Prinzip der geschlossenen Wärmerohre durch verdampfende und kondensierende Wärmeübertragungsmittel und entsprechende Einbauten.

14. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Andruckelemente (6) mit Hilfe von Bolzenschrauben (11) und/oder Indikatoren (12) einzeln auf bestimmte Kräfte einstellbar sind, die an der Einspannplatte (7) angreifen.

15. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe kolbenartiger Wirkungselemente, einem oder mehreren Gasdruckbälgen (13) oder hydraulischem Druck, eine vorgegebene Kraftübertragung auf die Einspannplatte (7) direkt oder indirekt erzeugt wird.

16. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftübertragungselemente (6) als Federelemente ausgeführt werden, deren Federn einstellbar sind zur Erzeugung bestimmter Betriebskräfte, wobei diese Kräfte über die Einspannplatte (7) verteilt werden und eine gewünschte Verteilung der Flächenpressung über der Stirnfläche des Mauerwerks (9) erzeugen.

17. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bemessung der Federkonstanten der Druckfedern in den Federelementen (6) nach dem Kriterium erfolgt, daß auch bei Totalausfall der thermischen Verformungskräfte des jochartigen Trägers (5) und/oder der Einspannplatte (7) die einmal eingestellten Betriebslasten in den Druckübertragungspunkten sich nicht mehr als um  $\pm 15\%$  ändern.

## EP 0 053 659 B2

18. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Federelemente (6) mit geringer Federsteifigkeit für die Kraftübertragung am jochartigen Träger verwendet werden, wobei zur Vereinfachung der Montagen und/oder für eine verbesserte Krafteinstellung die Baulänge der Federelemente durch eine Vorspannung verkürzt und für die Zeit der Montage und ggf. für die Anheizzeit vorübergehend blockiert wird.

19. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vorgespannte Federelemente (6) für die Kraftübertragung am jochartigen Träger verwendet werden, deren Einbaulänge im entspannten Zustand zu groß ist für die Montage innerhalb der zur Verfügung stehenden Distanzen.

20. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß je nach Anzahl der Andrückelemente  $n$  zwischen jochartigem Träger und Einspannplatte und je nach Ofenhöhe  $H$  in (m) derartige Federn gewählt werden, daß die zugehörigen Federkonstanten  $C_m$ (N/m) in die folgenden Grenzen fallen :

$$\gamma \leq C_m \cdot H \cdot n \leq 11 \cdot \gamma,$$

wobei  $\gamma = 10^7$  (N) ist.

21. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Federkonstanten ausgehend von der in Anspruch 20 festgehaltenen Größe  $C_m$  in (N/m) als Wert für die Mitte der Einspannplatte zu den Rändern hin abgestuft werden, je nach Mittenabstand  $l$  in (m), und Kammerhöhe  $H$  in (m), näherungsweise nach der Formel

$$C = C_m / (1 - 4 \cdot l^2 / H^2).$$

22. Einspannsystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahl der Federwindungen oder Tellerfedereinheiten und damit die Länge des Federpaketes näherungsweise entsprechend dem Faktor  $(1 - 4 \cdot l^2 / H^2)$  von der Mitte zum Rande hin verkürzt wird.

23. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß einzeln oder in Kombinationen folgende energiespeichernde Andruckfederelemente verwandt werden: Blattfedern, dünnwandige Rohre, rohrröhlich als Spirale gewickelte Belchpakete, seitlich belastete zylindrische Drahtspiralen, Torsionsfedern oder schubspannungsbeanspruchte Kunststoffpuffer.

24. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand  $S$ (m) gleichartiger Andruckelemente untereinander über der Länge  $H$ (m) der einzuspannenden Stirnwand unterschiedlich bemessen wird und dabei entsprechend dem Abstand  $l$ (m) von der Mitte zum Rande hin vergrößert wird, näherungsweise nach der folgenden Formel, die von dem Abstand  $S = S_m$  in der Mitte ausgeht :

$$S = S_m \cdot (1 - 4 \cdot l^2 / H^2)^{-1}.$$

25. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Andruckelemente mit einem wärmestrahlungs- bzw. Flammenschutz versehen sind.

26. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Einspannung der Stirnseiten des Mauerwerkes mit der Wandhöhe  $H$ (m) entweder geteilte Platten verwandt werden, die in  $j$  Abschnitte der Länge  $H/j$  aufgegliedert sind, oder ungeteilte Platten ( $j=1$ ) und die Platten in insgesamt  $n$  verschiedenen Höhen mit den Punktkräften des jochartigen Trägers gegen das Mauerwerk gepreßt werden, wobei die Platten so dimensioniert sind, daß das Flächenträgheitsmoment  $I_j$  dieser Platten der folgenden Gleichung genügt :

$$\delta \cdot H^2 \leq n \cdot j \cdot I_j \leq \delta \cdot 10 H^2,$$

wobei  $\delta = 10^{-5}(\text{m}^2)$  ist.

27. Einspannsystem nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die mittleren Flächenträgheitsmomente  $I_j(\text{m}^4)$  der Einspannplatten mit der Länge  $H/j$ (m) entsprechend dem Abstand  $l = H/2j - \Delta l$  in (m) von der Mitte der einzelnen Platte zu den Lastpunkten an den Enden hin stetig und/oder stufenweise abgeschwächt werden näherungsweise nach der Funktion

$$I = I_j \cdot 3 \cdot j \cdot \Delta l / H.$$

28. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anpreßfläche der Einspannplatte gegen das Mauerwerk mit Fasermaterial von mindestens 25 mm Originalschichtstärke gepolstert wird.

29. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anpreßfläche der Einspannplatte eine zwischen  $1,2$  und  $25^\circ$  geneigte Schräge und die zugehörige Kopfsteinfläche eine Anfasung mit dem gleichen oder einem geringeren Winkel erhält.

30. Einspannsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anpreßflächen einseitig oder beidseitig mit einer oder mehreren Nuten und/oder Federn versehen sind.

31. Einspannsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Verwendung für Trennwände in Industrieöfen.

32. Einspannsystem nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Verwendung für Heizwände von Verkokungsöfen.

5 Claims

1. Restraining system for avoiding damaging tensile and compressive stresses in brickwork plates which may be multilayered, which are subject to both thermal and mechanical stresses which cause deformation, and in the case of which the brickwork is restrained by means of restraining plates, onto  
10 which the restraining forces of the anchors are transferred by means of yoke-like girders and interposed springs or distance-pieces, in which arrangement the system, in the operating state, has the feature a), optionally together with b), in combination with the features c) and d) and,

a) in the normal operating state, the magnitude of the pressure-forces of the restraining plates, on the brickwork, diminishes towards the upper and lower edges of the restrained wall, in the manner of a  
15 bell-curve, or of a parabolical function, starting from halfway up the wall, over a length of approximately 75 % of the height of the wall,

b) the resultants of the restraining forces act only on both sides, to the extent of half in each case, within the outer 65 mm of the outer layers of the wall, or in the central planes thereof, and, in doing so, are directed in the longitudinal direction of the wall, or at an angle of up to 30 degrees in the direction of the  
20 central plane of the wall system, the force-vectors intersecting along a line in the wall, this line running approximately parallel to the restraining plate.

c) the maintenance of the desired distribution of the restraining forces, over the length of the restraining plates, is guaranteed within narrow tolerance-limits, in the case of all relevant abnormal events, by designing the structure to be resilient and by building it in such a manner that the abnormal  
25 effects are attenuated, and the curves describing the force-transfer, or the spring-characteristics of the transverse anchors, of the yoke-like girders, of the restraining plate, and of the pressure-applying elements located between the girder and the plate, are designed in such a way and have such an effect that the local forces do not change if an abnormal event occurs, or change by only 5 to 20 %, and

d) the restraining compression is produced and/or compensated concurrently with the processes  
30 which adversely affect the force-distribution as a result of the shape of the surfaces, or as a result of manufacturing tolerances, by compensating these superficial tolerances in the adjoining regions with the aid of resilient or deformable materials which compensate local irregularities having a height of at least 2.5 mm.

2. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the spring of the transverse anchor  
35 is designed and dimensioned in such a manner that the integrated spring-constant C, in (N/m), of all springs of the transverse anchor on each end-face comes to lie, as a function of the wall height H, in (m), and of the distance l, in (m), from the level corresponding to halfway up the wall, within the undermentioned limits :

40 
$$0.2 \cdot H^2 \leq \alpha \cdot C \cdot l \leq 0.33 \cdot H^2,$$

where  $\alpha = 10^{-6}$  (m<sup>2</sup>/N).

3. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the geometrical moment of inertia I, in (m<sup>4</sup>), and hence the cross-section of the yoke-like girder, is dimensioned in such a manner that the  
45 undermentioned boundary-conditions are satisfied :

$$H \cdot \beta \leq I \leq H \cdot 2 \cdot \beta,$$

the wall height being designated by H and  $\beta = 10^{-4}$  (m<sup>3</sup>).

4. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the flexural stiffness, and hence the  
50 geometrical moment of inertia I of the yoke-like girders, is regionally attenuated, in a smooth manner, and/or is graded by means of one or more steps, in the direction of the ends, starting from a level corresponding to half the oven height.

5. Restraining system according to Claim 4, characterised in that except at the ends, the geometrical  
55 moment of inertia proportionally follows the undermentioned function in an approximate manner : Root of (distance from the transverse anchor, divided by oven height).

6. Restraining system according to Claim 1, characterised in that at least one of the areas over which the geometric moment of inertia of the yoke-like girder is attenuated commences within the undermen-  
tioned distance from the outermost points on the restraining plate at which forces are transferred :

60 30 % (or 25 %) of the wall height, in the direction of the mid-point and/or  
10 % of the wall height in the upward direction and  
60 % of the wall height in the downward direction, beyond the last point at which a force acts.

65 7. Restraining system according to Claim 4, characterised in that at least one of the gradations is

effected in the region between the outermost point on the restraining plate at which forces are transferred, and the next force-transfer point, or the next-but-one force-transfer point.

8. Restraining system according to Claims 1 to 7, characterised in that yoke-like girders are used having a geometrical moment of inertia which has been reduced to 65 to 80 %, the material of the yoke-like girders having a tensile strength which is at least 10 % higher than that of a conventional standard steel of average tensile strength, such as 370 N/mm<sup>2</sup>.

9. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the yoke-like girders are extended upwards, and pressure is applied to it indirectly, from one or two transverse anchors, via one or two yokes, the reaction-force at the other end of the yoke or the yokes being used to restrain the ceiling or the oven roof.

10. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the temperature-deformation of the yoke-like girder is reduced by temperature-equalisation employing an insulating and/or thermally conducting finish, a modification of the surface structure, or thermally conducting bridges from the region of the inner flange in the direction of the outer flange, the term « insulating » also being understood as cladding by means of a thin sheet-metal jacket.

11. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the measures for equalising temperatures in the yoke-like girder are restricted to the region of the adjoining restraining plate, and/or to the front and rear faces of the yoke-like girder, or only to the lateral surfaces of the girder.

12. Restraining system according to Claim 1, characterised in that measures for equalising the temperatures in the region of the yoke-like girder are effected in the form of a surface-coating which radiates heat efficiently and has high radiation-absorption coefficients on the inner flange-surfaces of the profile-section, and/or a surface-coating having a relatively high reflectivity and/or insulating effect on one or both external surfaces of the two flanges of the profile-sections.

13. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the temperature-deformation of the yoke-like girder is reduced by temperature-equalisation, the heat being transferred in accordance with the principle of closed heat pipes, employing evaporating and condensing heat transfer media and appropriate internal fittings.

14. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the pressure-applying elements (6) can be adjusted, individually, to prescribed forces which act on the restraining plate (7), adjustment being effected with the aid of screw-bolts (11) and/or indicators (12).

15. Restraining system according to Claim 1, characterised in that a predetermined force-transfer to the restraining plate (7) is produced, directly or indirectly, with the aid of piston-like actuating elements, with the aid of one or more gas-pressure bellows (13), or with the aid of hydraulic pressure.

16. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the force-transfer elements (6) are designed as spring-elements, the springs of which can be adjusted in order to generate prescribed operating forces, these forces being distributed over the restraining plate (7) and producing a desired distribution of the superficial compression over the end-surface of the brickwork (9).

17. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the magnitudes of the spring-constants of the compression springs in the spring-elements (6) are specified in accordance with the criterion that, once established, the operating loads at the pressure-transfer points no longer change by more than ± 15 %, even in the event of the total disappearance of the thermal deformation-forces of the yoke-like girder (5), and/or of the restraining plate (7).

18. Restraining system according to Claim 1, characterised in that spring-elements (6) having a low spring-stiffness are used for the force-transfer at the yoke-like girder, the overall length of the spring-elements being shortened by means of a prestressing device in order to simplify the erection work and/or in order to improve the force-adjustment, and are temporarily locked during erection and, if appropriate, during the warming-up period.

19. Restraining system according to Claim 1, characterised in that prestressed spring-elements (6) are used for the force-transfer at the yoke-like girder, the installation-length of these elements, in the unstressed state, being too large installation within the available distances.

20. Restraining system according to Claim 1, characterised in that, depending on the number of pressure-applying elements n between the yoke-like girder and the restraining plates, and depending on the oven height H in (m), the types of springs selected are such that the associated spring-constants C<sub>m</sub>(N/m) fall within the undermentioned limits :

$$\gamma \leq C_m \cdot H \cdot n \leq 11 \cdot \gamma, \gamma \text{ being } 10^7 \text{ (N)}$$

21. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the spring-constants are graded, starting from the magnitude C<sub>m</sub> in (N/m), as defined in Claim 20, as the value for the middle of the restraining plates, in the direction of the edges, depending on the distance from the mid-point l in (m) and the chamber-height H in (m), in an approximate manner according to the formula

$$C = C_m / (1 - 4 \cdot l^2 / H^2).$$

22. Restraining system according to Claim 21, characterised in that the number of turns of the springs,

or of cup-spring units, and consequently the length of the spring-assembly, is shortened, from the mid-point towards the edge, in a manner corresponding approximately to the factor  $(1 - 4 \cdot l^2/H^2)$ .

23. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the undermentioned energy-storing pressure-applying spring-elements are used, individually or in combinations: Leaf springs, thin-walled tubes, sheet-metal laminations wound to form spirals resembling tubes, laterally-loaded cylindrical wire coils, torsion-springs, or plastic buffers subjected to compressive stressing.

24. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the mutual spacing  $S(m)$  of pressure-applying elements of the same type is designed to be variable over the length  $H(m)$  of the end-wall to be restrained and, in this design, this spacing is increased, from the mid-point towards the edge, corresponding to the spacing  $l(m)$  and in a manner approximately according to the undermentioned formula, which starts from the assumption that the spacing  $S = S_m$  in the middle:

$$S = S_m \cdot (1 - 4 \cdot l^2/H^2)^{-1}$$

25. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the pressure-applying elements are provided with protection against thermal radiation and flames.

26. Restraining system according to Claim 1, characterised in that for the purpose of restraining the end-faces of the brickwork having the wall-height  $H(m)$ , either divided plates are used, which are subdivided into  $j$  sections of the length  $H/j$ , or undivided plates ( $j = 1$ ) are used, these plates being pressed against the brickwork at a total of  $n$  different levels by the point-forces of the yoke-like girder, and being dimensioned in a manner such that their geometrical moment of inertia  $I_j$  satisfies the following equation:

$$\delta \cdot H^2 \leq n \cdot j \cdot I_j \leq \delta \cdot 10 H^2,$$

$\delta$  being  $10^{-5}$  ( $m^2$ ).

27. Restraining system according to Claim 26, characterised in that the mean geometrical moments of inertia  $I_j(m^4)$  of the restraining plates having the length  $H/j(m)$  is smoothly and/or incrementally diminished in accordance with the distance  $l = (H/2j) - \Delta l(m)$  from the mid-point of the individual plate towards the load-points at the ends, in a manner approximately according to the function.

$$l = I_j \cdot 3 \cdot j \cdot \Delta l/H$$

28. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the clamping surface of the restraining plate, facing the brickwork, is padded with fibre-material having a layer-thickness of at least 25 mm in its unused condition.

29. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the clamping surface of the restraining plate is bevelled at an inclination of between 1.2 and 25°, and the associated headstone surface receives a chamfer having the same angle, or a smaller angle.

30. Restraining system according to Claim 1, characterised in that the clamping surfaces are provided, on one side, or on both sides, with one or more grooves and/or springs.

31. Restraining system according to one or several of the preceding Claims, characterised by its use for partition walls in industrial furnaces.

32. Restraining system according to one or several of the preceding Claims, characterised by its use for heating walls of chamber type coke ovens.

## Revendications

1. Système de serrage pour éviter des contraintes nuisibles de traction et de cisaillement dans des panneaux de maçonnerie comportant éventuellement plusieurs couches, qui sont soumis à des efforts de déformation aussi bien thermiques que mécaniques et dans lesquels le serrage de la maçonnerie est effectué par des plaques de serrage auxquelles les forces de serrage des tirants sont transmis à l'aide de poutres en forme d'arc et de ressorts ou pièces d'écartement interposés, le système présentant, dans l'état de service, la caractéristique a), éventuellement conjointement avec la caractéristique b), en combinaison avec les caractéristiques c) et d), tandis que

a) la grandeur des forces de compression des plaques de serrage sur la maçonnerie, dans l'état normal de service, en partant de la demi-hauteur du mur, diminue sur une longueur d'environ 75 % de la hauteur du mur en direction des bordures supérieures et inférieures du mur serré, pratiquement à la façon d'une courbe en cloche ou d'une fonction parabolique.

b) que les résultantes des forces de serrage s'appliquent seulement bilatéralement, chacune pour la moitié, à l'intérieur des 65 mm extérieurs ou dans les plans médians des couches extérieures de mur et sont dirigées dans la direction longitudinale du mur ou sous un angle allant jusqu'à 30° en direction du plan médian du système de mur, les vecteurs de force se coupant dans le mur le long d'une ligne qui est approximativement dirigée parallèlement à la plaque de serrage.

c) que le maintien de la distribution désirée des forces de serrage sur la longueur des plaques de serrage est assurée, dans tous les cas de perturbation se présentant, entre des tolérances étroites, par le fait que la structure est construite et exécutée élastiquement de telle sorte que les influences perturbatrices sont réduites et que les caractéristiques de transmission de force ou les propriétés élastiques des tirants transversaux, des poutres en forme d'arc, de la plaque de serrage et des éléments de pression entre eux sont conçues de façon telle et ont un effet tel que les forces locales, en cas de perturbation, ne sont pas modifiées, ou seulement de 5 à 20 %, et

d) que lorsque la distribution de forces est altérée par la forme des surfaces ou par des tolérances de fabrication, la réalisation et/ou la compensation de la pression de serrage est assurée par le fait que ces tolérances superficielles sont compensées dans les régions limitrophes à l'aide de matériaux élastiques ou déformables qui compensent des rugosités locales d'au moins 2,5 mm de hauteur.

2. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on donne au ressort du tirant transversal une structure et une dimension telles que la constante de ressort globale C (en N/m) de tous les ressorts du tirant transversal, sur chaque côté frontal, sous la dépendance de la hauteur H du mur, en mètres, et de la distance l à la demi-hauteur de paroi, en mètres, se situe entre les limites suivantes :

$$0,2 \cdot H^2 \leq \alpha \cdot C \cdot l \leq 0,33 \cdot H^2,$$

avec  $\alpha = 10^{-6}(\text{m}^2/\text{N})$  ist.

3. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on donne au moment d'inertie de surface I, en  $\text{m}^4$ , et donc à la section de la poutre en forme d'arc, des dimensions telles que les conditions limites suivantes soient remplies :

$$H \cdot \beta \leq l \leq H \cdot 2 \cdot \beta$$

la hauteur de mur étant désignée par H, en mètres, et  $\beta$  étant égal à  $10^{-4} \text{ m}^3$ .

4. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la raideur à la flexion et donc le moment d'inertie de surface I de la poutre en forme d'arc diminue par région, constamment et/ou de façon échelonnée en une ou plusieurs étapes, en partant de la demi-hauteur du four vers les extrémités.

5. Système de serrage selon la revendication 4, caractérisé par le fait qu'à l'exception des extrémités, le moment d'inertie de surface suit approximativement, proportionnellement, la fonction suivante : racine carrée de (distance du tirant transversal divisée par la hauteur du four).

6. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'au moins l'un des affaiblissements du moment d'inertie de surface de la poutre en forme d'arc commence à l'intérieur de la distance suivante aux points les plus extérieurs de transmission de force de la plaque de serrage :

30 % (ou 25 %) de la hauteur de mur en direction du centre, et/ou

10 % de la hauteur de mur vers le haut et

60 % de la hauteur de mur vers le bas, au-delà du dernier point d'application de force.

7. Système de serrage selon la revendication 4, caractérisé par le fait qu'au moins l'une des diminutions a lieu dans la région entre les points extrêmes et les points suivants ou plus que suivants de transmission de force de la plaque de serrage.

8. Système de serrage selon les revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que des poutres en forme d'arc ayant un moment d'inertie réduit à 65 à 80 % sont utilisées, les poutres en forme d'arc étant formées d'une matière ayant une résistance moyenne à la traction de 370 N/mm<sup>2</sup>.

9. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les poutres en forme d'arc sont prolongées vers le haut et sont poussées indirectement par un ou deux tirants transversaux, par l'intermédiaire d'un ou deux arcs, la force de réaction à l'autre extrémité du ou des arcs assurant le serrage du plafond ou toit de four.

10. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on diminue la déformation thermique de la poutre en forme d'arc par compensation de température, avec traitement isolant et/ou conducteur de la chaleur, modification de la structure superficielle ou ponts conducteurs de la chaleur de la région du rebord intérieur en direction du rebord extérieur, en entendant aussi, par isolation, l'enveloppement avec une mince enveloppe de tôle.

11. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les mesures de compensation de température de la poutre en forme d'arc restent limitées à la région de la plaque de serrage adjacente et/ou aux faces antérieures et postérieures ou seulement aux surfaces latérales de la poutre en forme d'arc.

12. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que des mesures pour la compensation de température sont prises dans la région de la poutre en forme d'arc sous la forme de revêtement superficiel, actif quant au rayonnement thermique, ayant de grands nombres d'absorption de rayonnement, sur les côtés intérieurs de rebord du profilé et/ou de revêtement superficiel ayant relativement à cela un plus grand pouvoir de réflexion et/ou d'isolation, sur un côté extérieur ou sur les

deux côtés extérieurs des deux rebords du profilé.

13. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on diminue la déformation thermique de la poutre en forme d'arc par compensation de température, la chaleur étant transmise selon le principe des calorifères fermés, par des agents de transfert de chaleur qui s'évaporent et se condensent et des agencements intérieurs correspondants.

14. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les éléments de poussée (6) peuvent être réglés individuellement, à l'aide de vis (11) et/ou d'indicateurs (12), à des forces déterminées qui agissent sur la plaque de serrage (7).

15. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'à l'aide d'éléments d'action similaires à des pistons, d'un ou plusieurs soufflets à pression de gaz (13) ou d'une pression hydraulique, on engendre directement ou indirectement une transmission de force prescrite à la place de serrage (7).

16. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les éléments (6) de transmission de force sont exécutés sous forme d'éléments à ressort dont les ressorts sont réglables pour engendrer des forces déterminées en service, ces forces étant réparties sur la plaque de serrage (7) et engendrant une distribution désirée de la pression superficielle sur la surface frontale de la maçonnerie (9).

17. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le calcul des constantes de ressort des ressorts de compression des éléments (6) à ressort a lieu selon ce critère que, même en cas de disparition totale des forces thermiques de déformation de la poutre (5) en forme d'arc et/ou de la plaque (7) de serrage, les charges de service une fois établies aux points de transmission de pression ne varient pas de plus de  $\pm 15\%$ .

18. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on utilise des éléments (6) à ressort à faible rigidité de ressort pour la transmission de force à la poutre en forme d'arc et que, pour simplifier les montages et/ou pour un réglage amélioré des forces, on raccourcit la longueur de construction des éléments à ressort par une précharge et qu'on la bloque temporairement pour la durée du montage et éventuellement pour le temps d'échauffement initial.

19. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on utilise pour la transmission de force à la poutre en forme d'arc des éléments (6) à ressort préchargés dont la longueur d'installation à l'état détendu est trop grande pour le montage à l'intérieur des distances disponibles.

20. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que selon le nombre  $n$  des éléments de poussée entre poutre en forme d'arc et plaque de serrage et selon la hauteur  $H$  du four, en mètres, on choisit des ressorts tels que les constantes de ressort correspondantes  $C_m(N/m)$  se situent dans les limites suivantes :

$$\gamma \leq C_m \cdot H \cdot n \leq 11 \cdot \gamma,$$

avec  $\gamma = 10^7$  (N).

21. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on échelonne les constantes de ressort, en partant de la grandeur  $C_m$ , en N/m, retenue à la revendication 20 pour le milieu de la plaque de serrage, en direction des bords, selon la distance centrale ( $l$ ), en mètre, et la hauteur ( $H$ ) de la chambre; en mètres, approximativement selon la formule :

$$C = C_m / (1 - 4 \cdot l^2 / H^2).$$

22. Système de serrage selon la revendication 21, caractérisé par le fait que l'on diminue le nombre des spires de ressort ou des unités de rondelles Belleville et donc la longueur du paquet de ressort, approximativement conformément au facteur  $(1 - 4 \cdot l^2 / H^2)$ , du milieu en direction du bord.

23. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'individuellement ou en combinaisons, on utilise les éléments de ressort de poussée d'accumulation d'énergie suivante : des ressorts à lame, des tubes à paroi mince, des paquets de tôle enroulés en hélice de façon analogue à des tubes, des hélices cylindriques de fil chargées latéralement, des ressorts de torsion ou des tampons en matière synthétique soumis à une contrainte de cisaillement.

24. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on calcule différemment la distance  $S(m)$  d'éléments de pression similaires entre eux, en fonction de la longueur  $H(m)$  de la paroi frontale à serrer, et que conformément à la distance  $l(m)$ , on l'augmente du milieu vers le bord, approximativement selon la formule suivante qui part de la distance  $S = S_m$  au milieu :

$$S = S_m \cdot (1 - 4 \cdot l^2 / H^2)^{-1}.$$

25. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les éléments de poussée sont munis d'une protection contre le rayonnement thermique ou la flamme.

26. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que pour serrer les côtés frontaux de la maçonnerie de hauteur de paroi  $H(m)$ , on utilise ou bien des plaques divisées qui sont divisées en  $j$  tronçons de longueur  $H/j$ , ou bien des plaques non divisées ( $j = 1$ ) et que les plaques sont poussées, en  $n$  hauteurs différentes en tout, par les forces ponctuelles de la poutre en forme d'arc, contre

## EP 0 053 659 B2

la maçonnerie, les plaques étant de dimensions telles que le moment d'inertie géométrique  $I_j$  de ces plaques répond à l'équation suivante :

$$\delta \cdot H^2 \leq n \cdot j \cdot I_j \leq \delta \cdot 10 H^2,$$

5

dans laquelle  $\delta = 10^{-5} \text{ (m}^2\text{)}$ .

27. Système de serrage selon la revendication 26, caractérisé par le fait que l'on affaiblit continuellement et/ou par paliers les moments moyens d'inertie géométrique  $I_j \text{ (m}^4\text{)}$  des plaques de serrage de longueur  $H/j \text{ (m)}$ , conformément à la distance  $l = H/2j - \Delta l \text{ (m)}$ , du milieu de la plaque individuelle vers les points de charge aux extrémités, approximativement selon la fonction :

10

$$l = I_j \cdot 3 \cdot j \cdot \Delta l / H.$$

28. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on rembourre la surface de poussée de la plaque de serrage contre la maçonnerie avec de la matière fibreuse d'une épaisseur primitive de couche d'au moins 25 mm.

15

29. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la surface de poussée de la plaque de serrage présente une inclinaison de 1,2 à 25° et la surface correspondante de la boutisse un biseau d'angle égal ou inférieur.

20

30. Système de serrage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les surfaces de poussée sont munies, d'un côté ou des deux côtés, d'une ou plusieurs rainures et/ou languettes.

31. Système de serrage selon une ou plusieurs des revendications précédentes, caractérisé par l'utilisation pour des cloisons dans des fours industriels.

25

32. Système de serrage selon une ou plusieurs des revendications précédentes, caractérisé par l'utilisation pour des parois chauffantes de fours de cokéfaction.

30

35

40

45

50

55

60

65

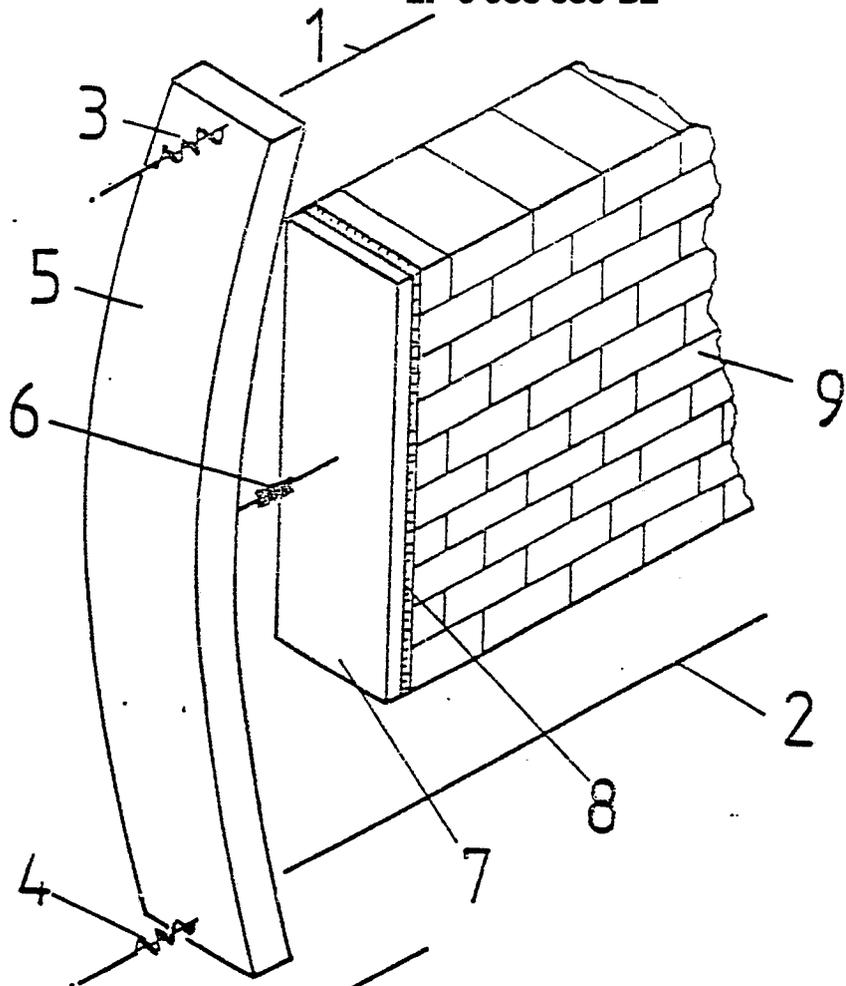


FIG. 1

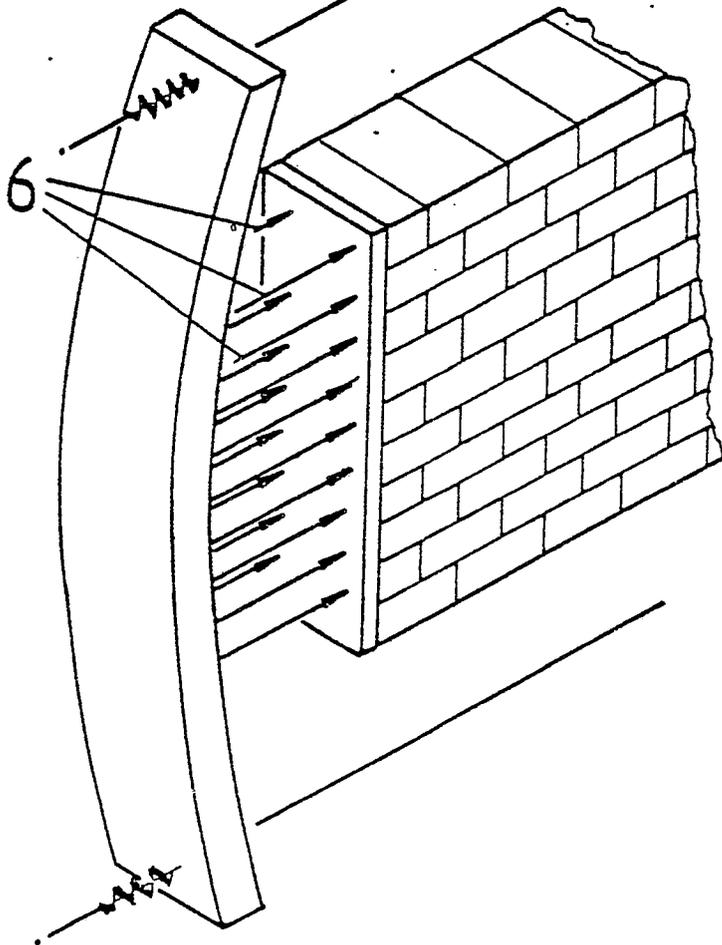


FIG. 2

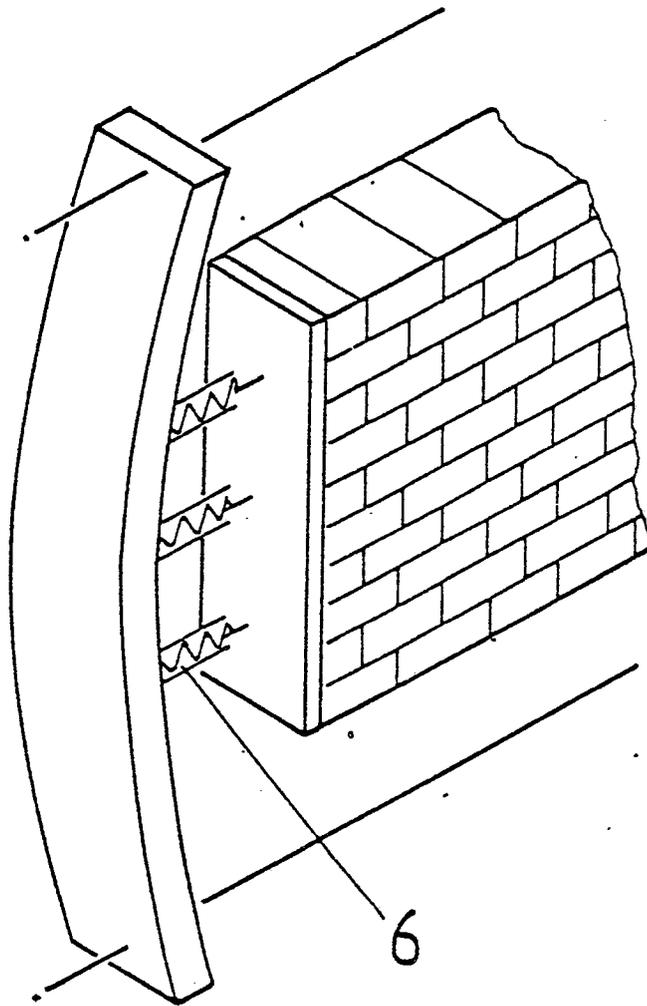


FIG.3

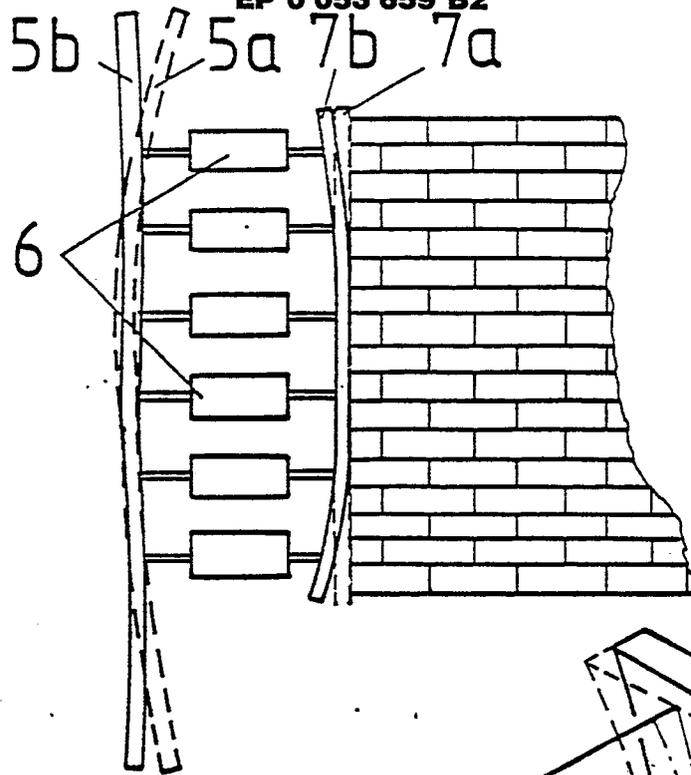


FIG. 4

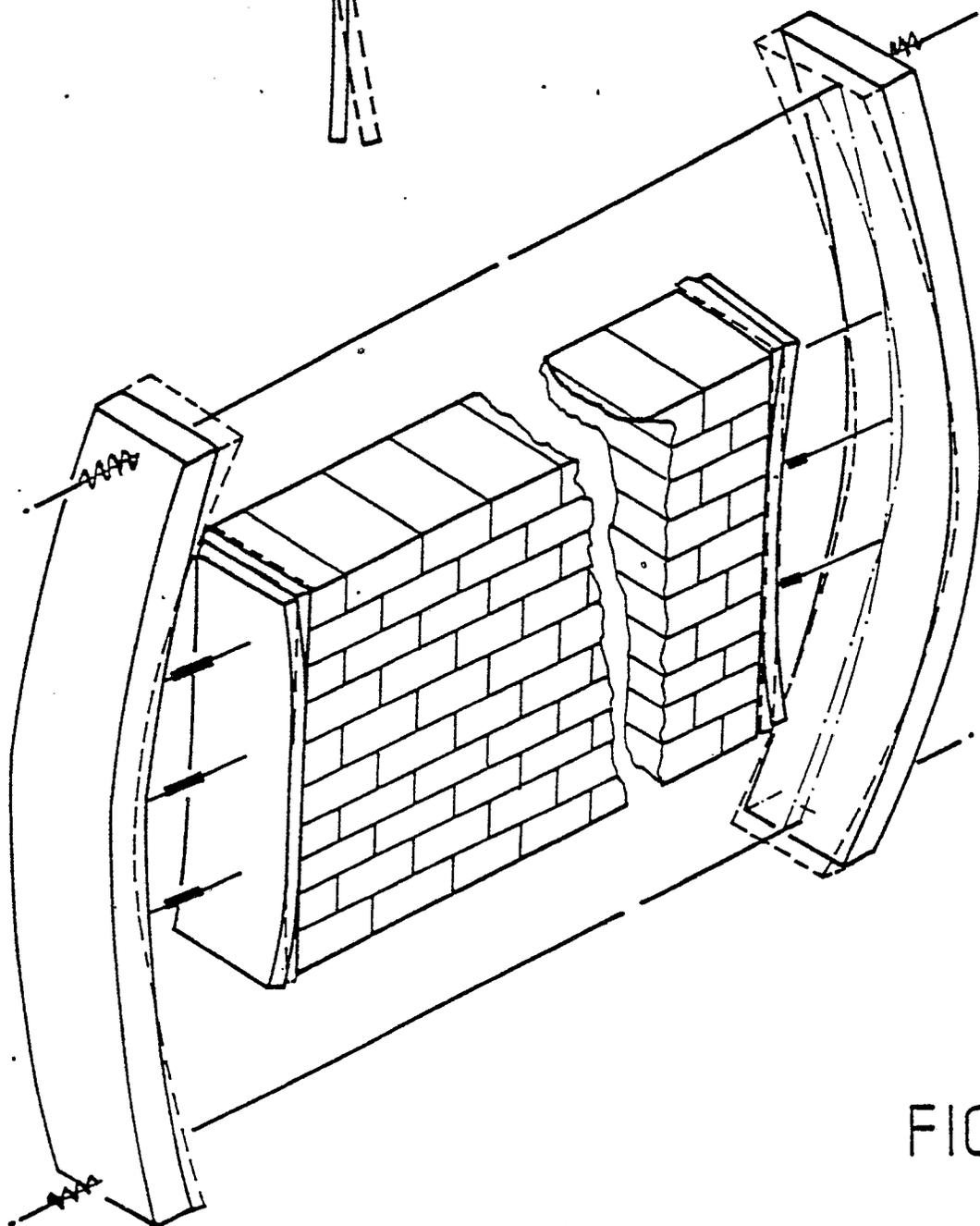


FIG. 5

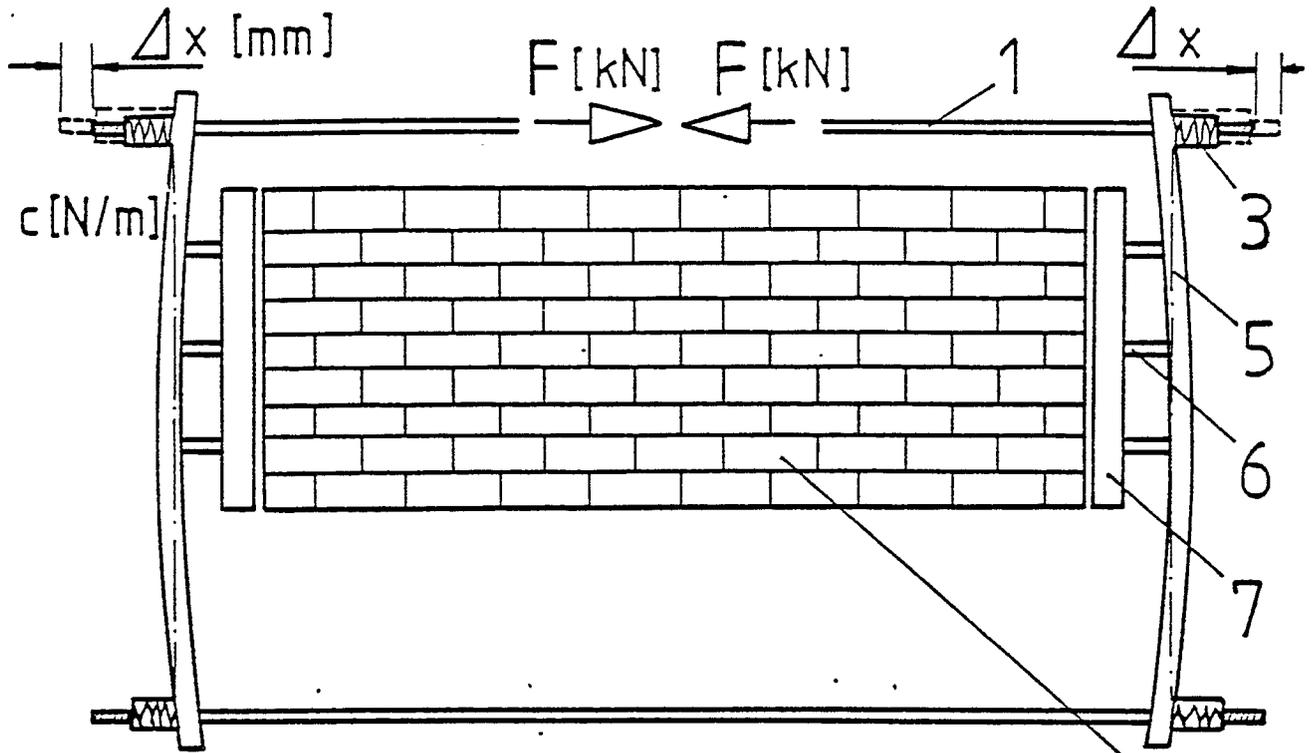


FIG.6 9

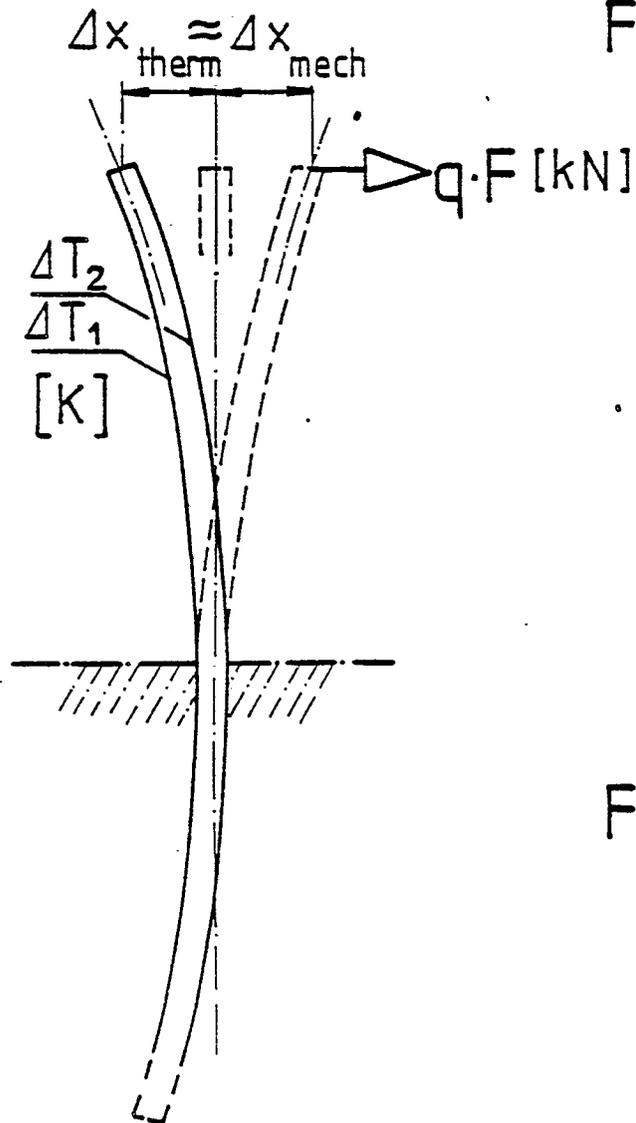


FIG.7

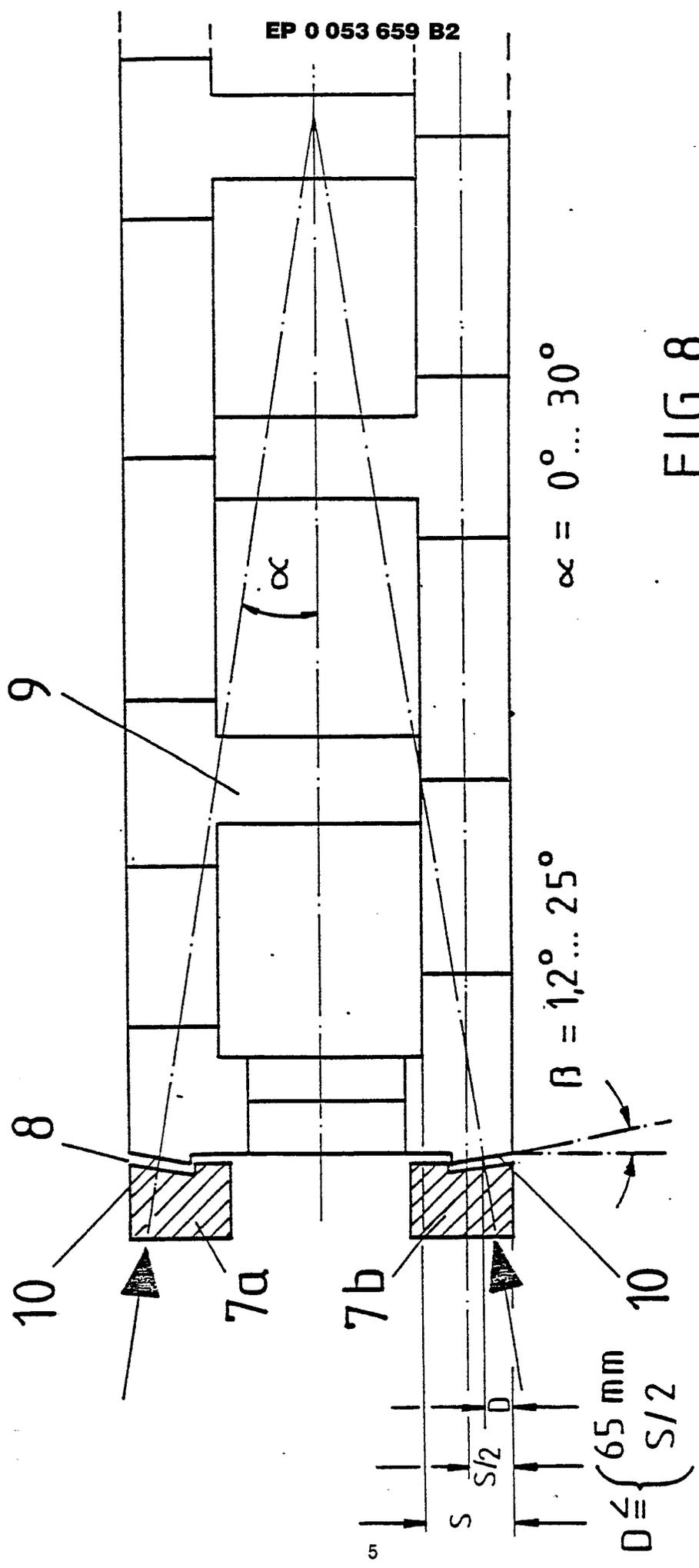


FIG.8

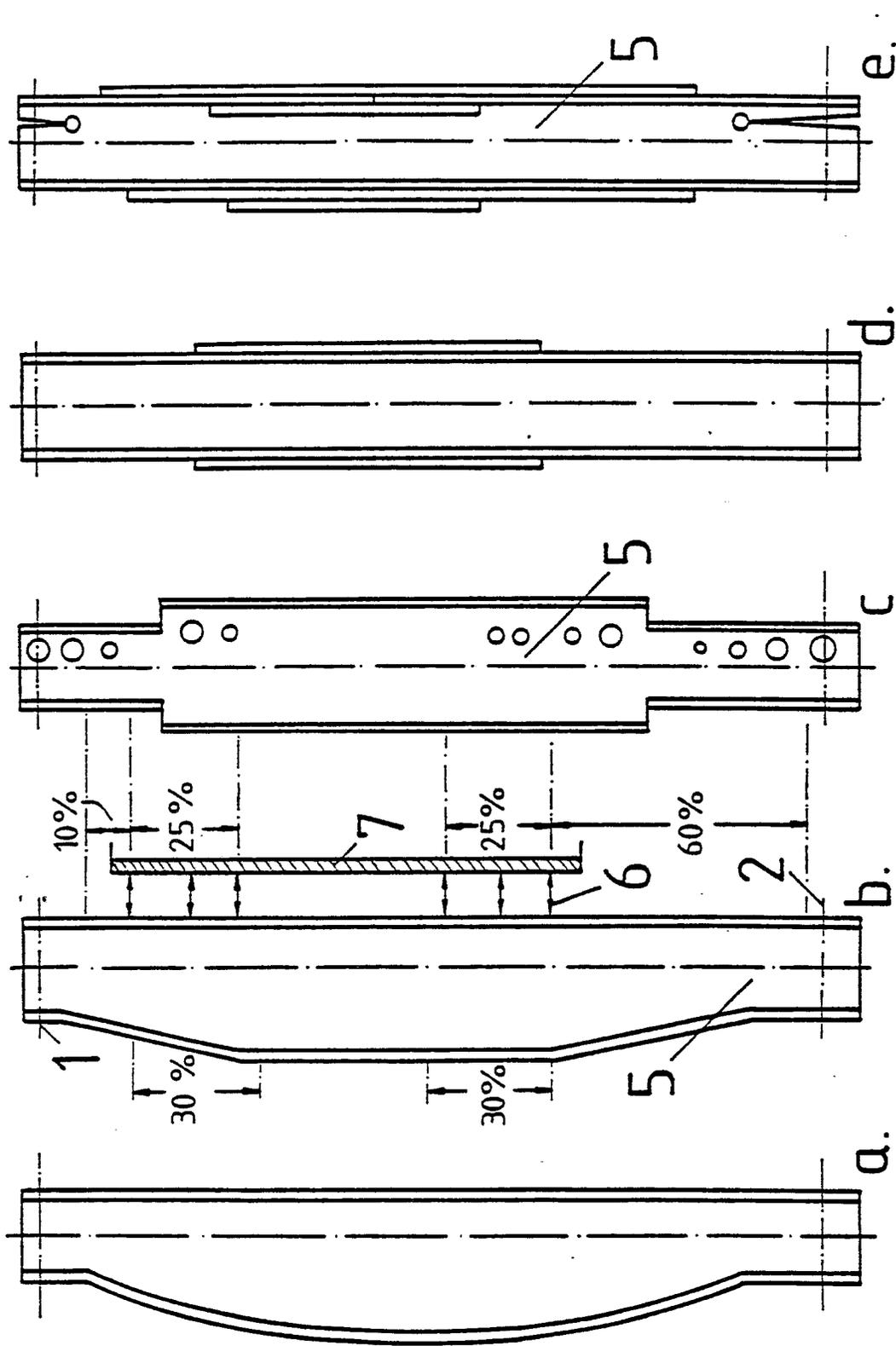


FIG. 9(a-e)

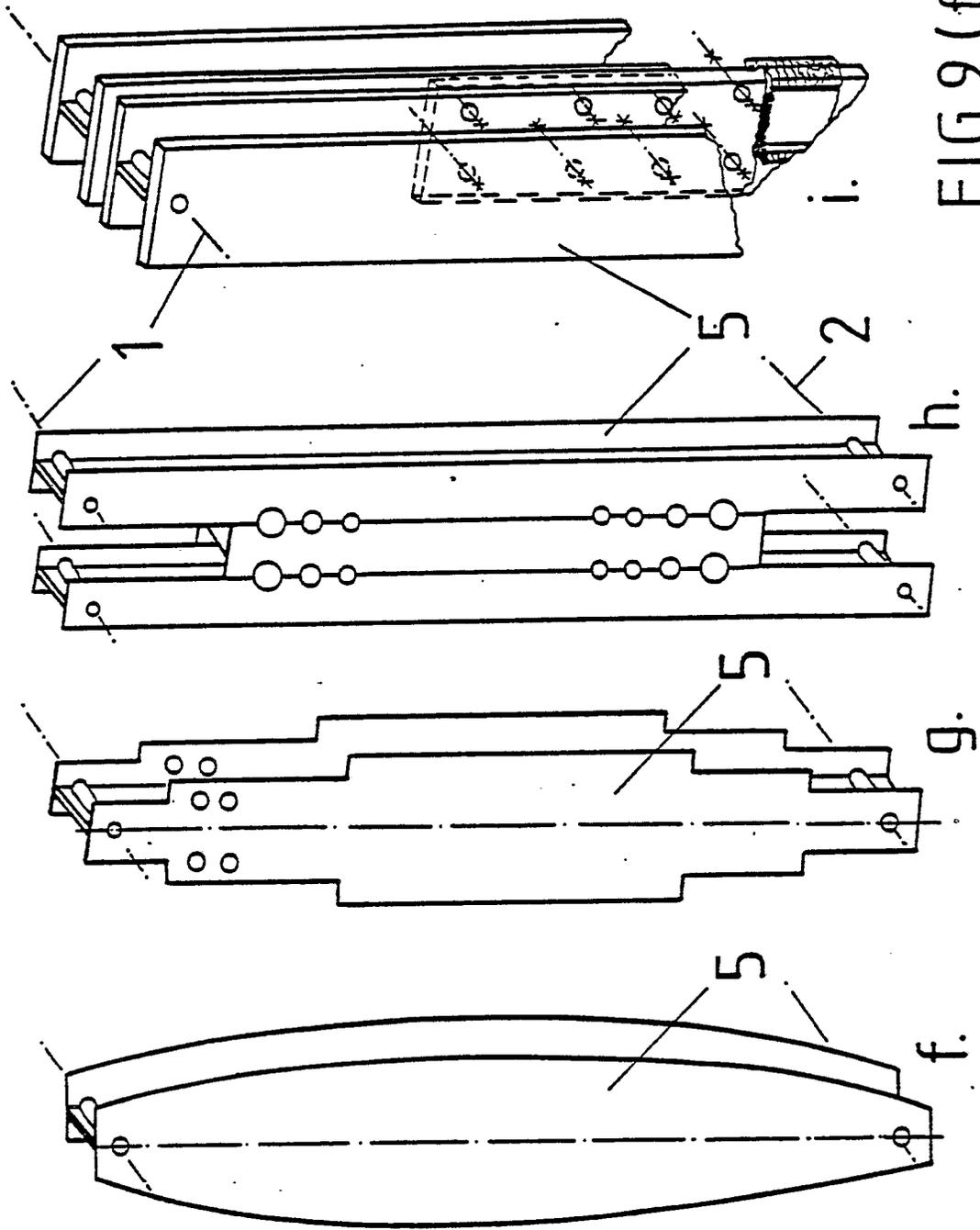


FIG.9 (f-i)

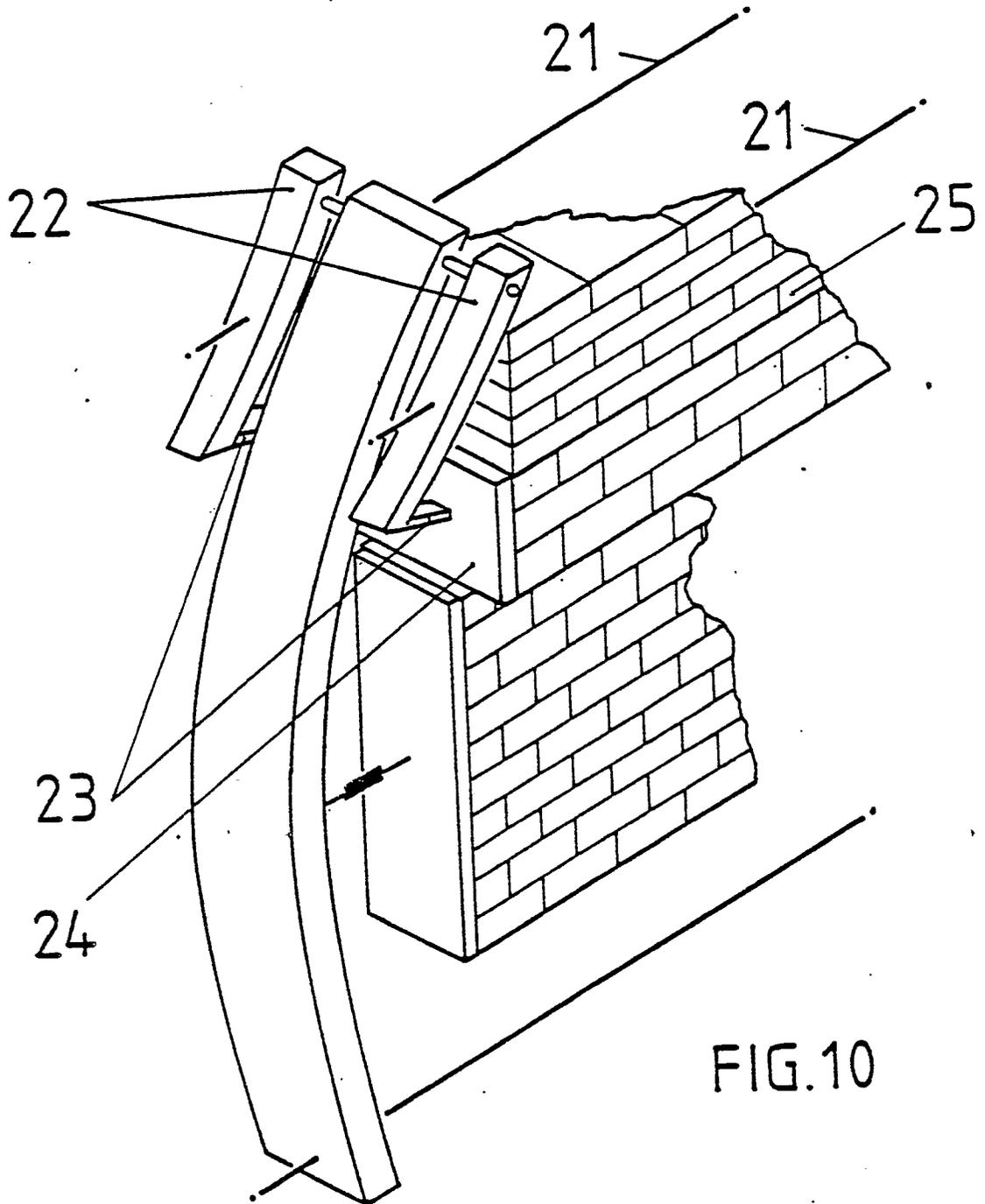


FIG.10

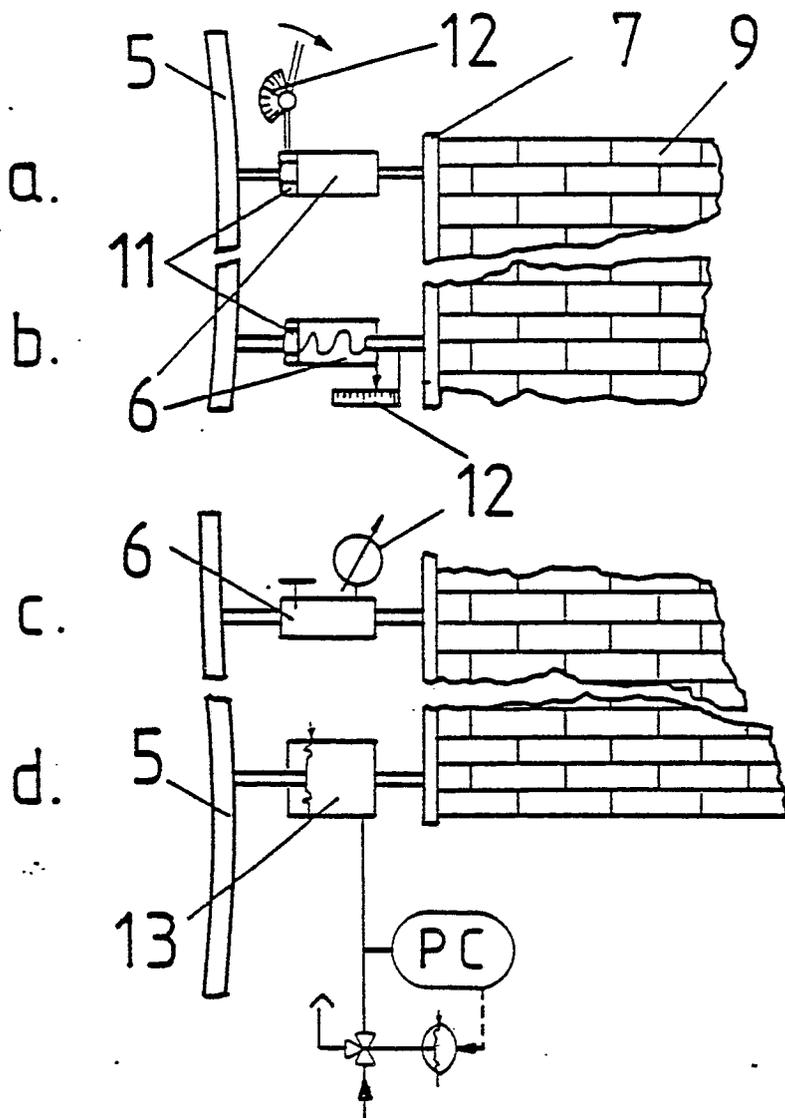


FIG.11

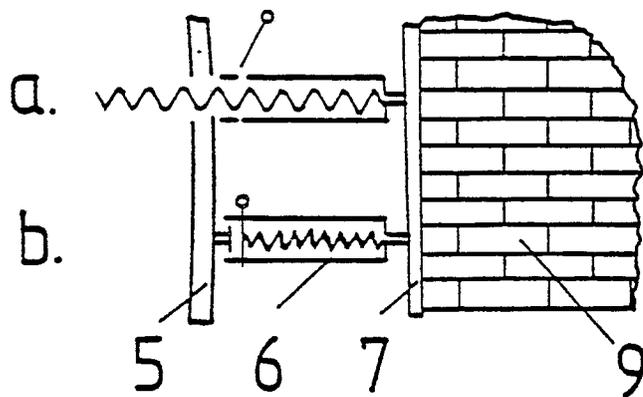


FIG.12

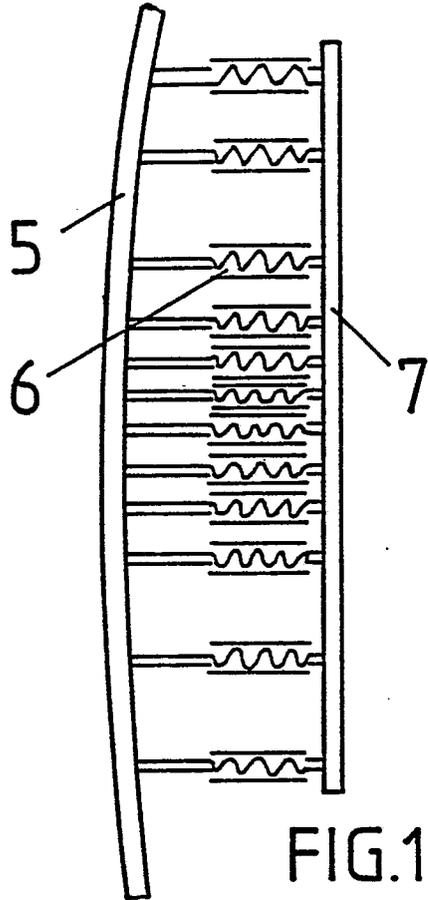


FIG. 13

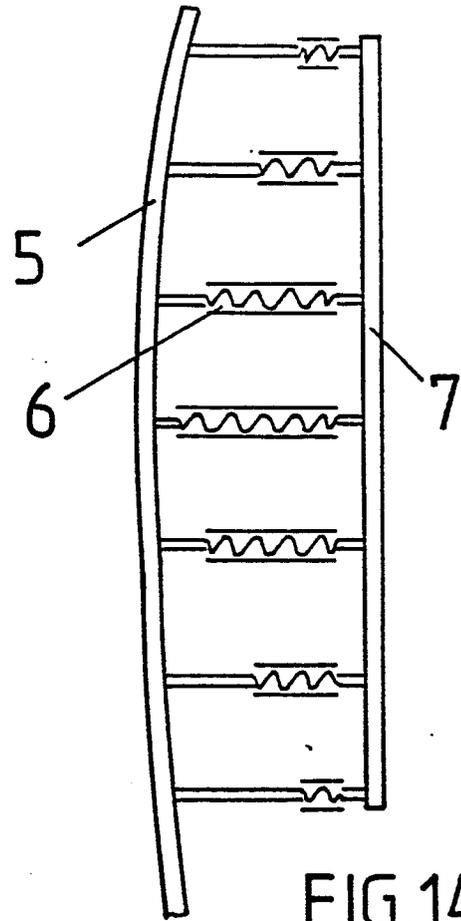


FIG. 14

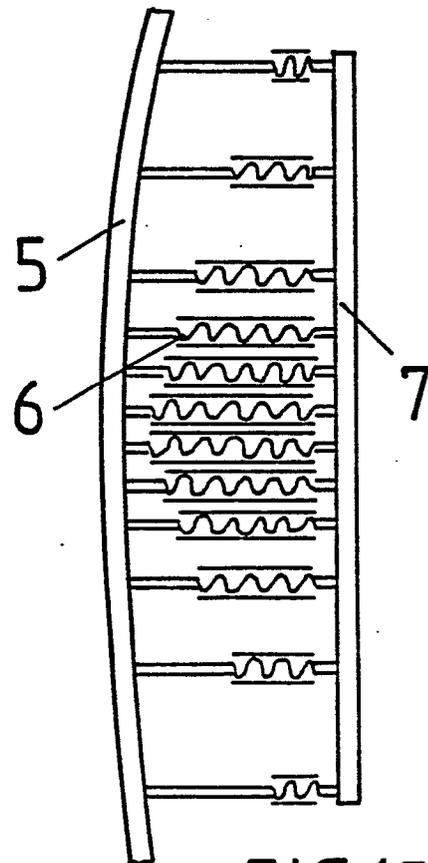


FIG. 15