

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 296 320 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **02.01.92**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **F02F 1/30**

(21) Anmeldenummer: **88105551.1**

(22) Anmeldetag: **07.04.88**

(54) **Zylinderkopf für eine Brennkraftmaschine.**

(30) Priorität: **25.06.87 DE 3721029**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**28.12.88 Patentblatt 88/52**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
**02.01.92 Patentblatt 92/01**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT DE ES FR GB IT**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 2 904 940**  
**DE-B- 1 294 093**

(73) Patentinhaber: **ALCAN DEUTSCHLAND GMBH**  
**Hannoversche Strasse 2**  
**W-3400 Göttingen(DE)**

(72) Erfinder: **Dobner, Alfred**  
**Pelzleinstrasse 22**  
**W-8501 Rosstal(DE)**

(74) Vertreter: **Eitle, Werner, Dipl.-Ing. et al**  
**Hoffmann, Eitle & Partner Patentanwälte Ara-**  
**bellastrasse 4**  
**W-8000 München 81(DE)**

**EP 0 296 320 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

Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf für eine Brennkraftmaschine, der im zwischen den Ein- und Auslaßventilen befindlichen Stegbereich seiner den Brennraum begrenzenden Wand mindestens eine Stegeinlage hat, die aus einem Eingießteil besteht und so in diese Wand eingebettet ist, daß sie sich mit einer Hauptabmessung im wesentlichen senkrecht zu deren Oberfläche erstreckt.

Derartige Zylinderköpfe sind bereits bekannt (z.B. DE-A-2 904 940). Die dort vorhandenen aus Blechen bestehenden Stegeinlagen bilden beim Eingießen in den Zylinderkopf in dessen Werkstoff Dehnfugen, die durch die Einlagen gegen Verkokung geschützt und so dauerfunktionsfähig erhalten werden sollen.

Bei Zylinderköpfen, insbesondere bei luftgekühlten Zylinderköpfen aus Leichtmetall, ist vor allem deren Steg, der sich zwischen den Ventilöffnungen im Zylinderkopfboden befindet, hohen Betriebstemperaturen ausgesetzt, während die davon weiter entfernt liegenden Zonen des Zylinderkopfes wesentlich kühler bleiben. Hierdurch und durch die thermische Wechselbeanspruchung des Zylinderkopfes zwischen Betrieb und Stillstand entstehen in den hohen Betriebstemperaturen ausgesetzten Zonen, wie im vorgenannten Steg, abwechselnd Zug- und Druckspannungen, die den Werkstoff des Zylinderkopfes über die Fließgrenze hinaus beanspruchen und zu einer Rißbildung, im Bereich der Stege sogar zu einem Stegdurchriß führen können, wodurch der Zylinderkopf unbrauchbar wird.

Mit der Einarbeitung von durch Stegbleche ausgefüllten Dehnfugen gemäß dem oben geschilderten vorbekannten Stand der Technik hat man versucht, dies zu vermeiden. Hierdurch gelang es zwar, die Zug- und Druckspannungen von der brennraumseitigen Stegoberfläche so weit in die Tiefe des Steges und damit in kühlere Zonen des Zylinderkopfes zurückzuverlegen, wie die Dehnfugen tief sind. Dadurch wurde die Gefahr der Materialbelastung oberhalb der Fließgrenze am Dehnfugengrund zwar geringer, jedoch war die Gefahr der Rißbildung, insbesondere des Ein- und Weiterreißen im Werkstoff des Zylinderkopfes nicht restlos beseitigt. Außerdem wurde beim Gießen des Zylinderkopfes der Materialfluß durch die in den Steg des Zylinderkopfes hineinragenden Bleche empfindlich gestört und auch der Kristallisationsablauf durch die unterschiedliche Wärmeleitung von Stegblech und Werkstoff des Steges nachteilig verändert. Hierdurch war bei der Erstarrung und Abkühlung des gegossenen Zylinderkopfes wiederum die Entstehung von Warmrissen im Dehnfugengrund gegeben, die sich im Motorbetrieb zu Temperaturwechselrissen ausweiten.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrun-

de, bei einem Zylinderkopf der eingangs genannten Gattung das Auftreten von Warmrissen am Grund der die Stegeinlagen aufnehmenden Dehnfugen beim Abkühlen des Zylinderkopfes nach dessen Gießen zu vermeiden, und zwar durch entsprechende Verringerung der auf den Dehnfugengrund wirkenden Schrumpfspannungen. Da durch die spätere Wärmebehandlung die beim Abkühlen nach dem Gießen entstandenen Werkstoffspannungen abgebaut werden, liegt der Erfindung insbesondere die Aufgabe zugrunde, eine Rißbildung durch Schrumpfspannungen zumindest bis zu deren Abbau durch die Wärmebehandlung zu verhindern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Stegeinlage mindestens einen Durchbruch, ein Fenster oder einen seitlichen Einschnitt hat. Hierdurch wird eine völlige Trennung des beiderseits der Stegeinlage befindlichen Werkstoffmaterials des Zylinderkopfes vermieden, vielmehr ist das Material durch die Durchbrechung, das Fenster oder den Einschnitt hindurch zusammenhängend. Dadurch wird die Entstehung von Warmrissen im Dehnfugengrund bei der Erstarrung und Abkühlung des gegossenen Zylinderkopfes vermieden und die Ausbildung eines sonst nach der Abkühlung des Zylinderkopfes sichtbaren Schrumpfspaltes zwischen Stegeinlage und Zylinderkopfmateriail weitgehend vermindert. Damit kann die Dehnfuge die ihr zugeordnete Funktion, nämlich die Umlenkung der durch Temperaturwechsel bedingten Zug- und Druckspannungen in kühlere Werkstoffbereiche des Zylinderkopfes erfüllen, ohne daß am Dehnfugengrund Anrisse entstehen. Ferner wird durch die erfindungsgemäß vorgesehene Durchbrechung, durch das Fenster oder den Einschnitt beim Gießen des Zylinderkopfes ein besserer Materialfluß erreicht, was die Bildung von verwirbelten Oxidhäuten verringert. Außerdem entsteht ein besserer Wärmefluß und dadurch ein besserer Kristallisationsablauf, wodurch Gefügemängel und Lunker vermieden werden.

Die Stegeinlage kann einen oder mehrere solcher Durchbrüche bzw. Fenster oder seitliche Einschnitte haben, wobei diese die verschiedensten Formen besitzen können, wie z.B. Kreisform, Langlochform, Rechteckform, quadratische Form od.dgl. Die Fläche oder die Summe der Flächen des oder der Durchbrüche bzw. Fenster oder Einschnitte sollte so dimensioniert werden, daß sie mindestens den gewünschten Teil der auf den Fugengrund wirkenden Schrumpfspannungen aufnehmen kann, wobei sie jedoch nicht größer sein sollte als die kleinste Stegquerschnittsfläche, bezogen (begrenzt) auf die Tiefe der Stegeinlage, um unter Betriebsspannungen als Sollbruchstelle zu wirken und nicht die Wirkung der Dehnfuge aufzuheben. Dabei kann es vorteilhaft sein, daß der Abstand des Mittelpunk-

tes des oder der Durchbrüche, Fenster oder Einschnitte mindestens ein Viertel der Gesamttiefe der Stegeinlagen beträgt.

Bevorzugt sollte die Gesamtfläche des oder der Durchbrüche, Fenster oder Einschnitte der Stegeinlage mindestens den Wert F besitzen, der folgender Gleichung entspricht:

$$F = \frac{S \cdot E \cdot b \cdot t_1^3 \cdot (100 - y)}{t^2 \cdot 2 \cdot l_0 \cdot \sigma_{zul}}$$

wobei:

- F = Fläche des Durchbruches bzw. Gesamtfläche aller Durchbrüche in mm<sup>2</sup>  
 S = beobachtete Spaltbreite bei Köpfen ohne durchbrochenes Stegblech in mm  
 E = Elastizitätsmodul des Stegmaterials in N/mm<sup>2</sup>  
 b = Breite des Stegbleches in mm an der Stelle des Durchbruches (mittlere Breite) in mm  
 t<sub>1</sub> = Tiefe des Durchbruches, gemessen von der Endstelle des Stegbleches  
 t = Tiefe des gesamten Stegbleches am unbearbeiteten Kopf in mm  
 y = % Angabe des gewünschten Spannungsabbaues auf y%  
 l<sub>0</sub> = Abstand der Stegbleche zueinander in mm  
 σ<sub>zul</sub> = zul Spannung des Stegmaterials bei niedriger Temperatur in N/mm<sup>2</sup>.

Besonders vorteilhafte Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Stegeinlage sowie deren Anordnung in einem Zylinderkopf werden anhand der Zeichnung im folgenden näher beschrieben:

- Fig. 1 bis 3 zeigen diese drei Ausführungsformen in Einzeldraufsicht,  
 Fig. 4 zeigt die Ausführungsform gemäß Fig. 1 in eingegossener Lage mit den in der vorstehenden Formel enthaltenen Parametern,  
 Fig. 5 zeigt die Anordnung zweier Stegeinlagen gemäß der Erfindung in einem Zylinderkopf im Schnitt,  
 Fig. 6 zeigt diese Anordnung in Draufsicht auf den Boden des Zylinderkopfes.

Die in den Fig. 1 bis 3 gezeigten Ausführungsformen einer Stegeinlage gemäß der Erfindung besitzen gleiche Abmessungen und sind in ihrem in den Zylinderkopf einzugießenden, in den Figuren oben liegenden Bereich gewölbt. In diesem gewölbtten Bereich besitzt die Einlage in der Ausfüh-

rungsform gemäß Fig. 1 eine einzige fensterartige Durchbrechung 1 in Form eines Langloches, während die Ausführungsform gemäß Fig. 2 stattdessen drei fensterartige Durchbrechungen 2 in kreisrunder Form hat. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 zwei Reihen von kleineren, im Querschnitt kreisrunden lochartigen Durchbrechungen 3 vorgesehen. Alle diese Durchbrechungen gewährleisten nach dem Eingießen der Stegeinlage in den Zylinderkopf eine Verbindung des beiderseits der Stegeinlage befindlichen Werkstoffes des Zylinderkopfes, wodurch die vorstehend geschilderten Vorteile erreicht werden.

Figur 4 veranschaulicht, daß die Stegeinlagen nur mit ihrem gewölbtten, die Durchbrechung 1 enthaltenden Teil in den Zylinderkopf 1 eingegossen werden, und zwar so, daß sie sich mit ihrer Hauptabmessung im wesentlichen senkrecht zu deren Oberfläche erstreckt. Der andere Teil der Stegeinlagen bildet eine Haltetasche 10, die beim Gießen zur Fixierung der Stegeinlage in der Gießform dient. Sie wird dann vom fertigen Gußteil mit ihrer über die Gußoberfläche 11 hinausragenden Länge durch mechanische Bearbeitung abgetrennt. Fig. 4 zeigt ferner die Spaltbreite s, die sich bei Zylinderköpfen 4 mit einer darin eingegossenen Stegeinlage 5 ergeben würde, die nicht die erfindungsgemäß vorgesehenen Durchbrüche, Fenster oder Einschnitte hat.

Fig. 5 und 6 zeigen einen Zylinderkopf, der zwei Stegeinlagen 8 hat, die an den beiden Seiten des zwischen den Ventilöffnungen 6 im Zylinderkopfboden befindlichen Steges 7 angeordnet sind.

## Patentansprüche

1. Zylinderkopf für eine Brennkraftmaschine, der im zwischen den Ein- und Auslaßventilen befindlichen Stegbereich (7) seiner den Brennraum begrenzenden Wand mindestens eine Stegeinlage hat, die aus einem Eingießteil besteht und so in diese Wand eingebettet ist, daß sie sich mit einer Hauptabmessung im wesentlichen senkrecht zu deren Oberfläche erstreckt, dadurch gekennzeichnet, daß die Stegeinlage mindestens einen Durchbruch, ein Fenster oder einen seitlichen Einschnitt (1,2,3) hat.
2. Zylinderkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtfläche aller Durchbrüche, Fenster oder Einschnitte (1, 2, 3) der Stegeinlage nicht größer ist als die Fläche des kleinsten Stegquerschnittes, bezogen auf die Tiefe (t) der Stegeinlage.
3. Zylinderkopf nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtflä-

che aller Durchbrüche, Fenster oder Einschnitte (1, 2, 3) der Stegeinlage nicht kleiner ist als 10 % der Fläche des kleinsten Stegquerschnittes, bezogen auf die Tiefe (t) der Stegeinlage.

4. Zylinderkopf nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtfläche aller Durchbrüche, Fenster oder Einschnitte (1,2,3) der Stegeinlage höchstens halb so groß ist wie die Fläche des kleinsten Stegquerschnittes, bezogen auf die Tiefe (t) der Stegeinlage.

5

5. Zylinderkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mittenabstand  $l_0$  des oder der Durchbrüche, Fenster oder Einschnitte (1, 2, 3) mindestens ein Viertel der Gesamttiefe t der Stegeinlagen beträgt.

15

6. Zylinderkopf nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Mittenabstand t des oder der Durchbrüche, Fenster oder Einschnitte (1, 2, 3) mindestens ein Drittel der Gesamttiefe t der Stegeinlagen beträgt.

20

7. Zylinderkopf nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand des oder der Durchbrüche, Fenster oder Einschnitte (1,2,3) von der Zylinderoberfläche kleiner ist als die in Richtung dieses Abstandes gemessene Höhe der Durchbrüche o.dgl.

25

30

8. Zylinderkopf nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, mit zwei im Abstand einander gegenüberliegenden Stegblechen, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtfläche aller Durchbrüche, Fenster oder Einschnitte (1, 2, 3) der Stegeinlage mindestens den Wert F besitzt, der folgender Gleichung entspricht:

35

$$F = \frac{S \cdot E \cdot b \cdot t_1^3 \cdot (100 - y)}{t^2 \cdot 2 \cdot l_0 \cdot \sigma_{zul}}$$

40

45

wobei:

F = Fläche des Durchbruches bzw. Gesamtfläche aller Durchbrüche in  $\text{mm}^2$

S = beobachtete Spaltbreite bei Köpfen ohne durchbrochenes Stegblech in mm

50

E = Elastizitätsmodul des Stegmaterials in  $\text{N/mm}^2$

b = Breite des Stegbleches in mm an der Stelle des Durchbruches (mittlere Breite) in mm

55

$t_1$  = Tiefe des Durchbruches, gemessen

sen von der Endstelle des Stegbleches

t = Tiefe des gesamten Stegbleches am unbearbeiteten Kopf in mm

y = % Angabe des gewünschten Spannungsabbaues auf y%

$l_0$  = Abstand der Stegbleche zueinander in mm

$\sigma_{zul}$  = zul Spannung des Stegmaterials bei niedriger Temperatur in  $\text{N/mm}^2$ .

### Claims

1. A cylinder head for an internal combustion engine, which cylinder head has at least one web insert in the web region (7), located between the intake and exhaust valves, of its wall defining the combustion chamber, which web insert comprises a cast-in part and is embedded in this wall in such a way that it extends with a principal dimension substantially at right angles to its surface, characterised in that the web insert has at least one opening, a window or a lateral slot (1, 2, 3).

2. A cylinder head as claimed in claim 1, characterised in that the total area of all openings, windows or slots (1, 2, 3) of the web insert is not greater than the area of the smallest web cross section with respect to the depth t of the web insert.

3. A cylinder head as claimed in claims 1 and 2, characterised in that the total area of all openings, windows or slots (1, 2, 3) of the web insert is not less than 10% of the area of the smallest web cross section with respect to the depth t of the web insert.

4. A cylinder head as claimed in claim 2, characterised in that the total area of all openings, windows or slots (1, 2, 3) of the web insert is not more than half the size of the area of the smallest web cross section with respect to the depth t of the web insert.

5. A cylinder head as claimed in claim 1, characterised in that the centre-to-centre distance  $l_0$  of the opening or openings, window or windows or slot or slots (1, 2, 3) is at least a quarter of the total depth t of the web inserts.

6. A cylinder head as claimed in claim 5, characterised in that the centre-to-centre distance  $l_0$  of the opening or openings, window or windows or slot or slots (1, 2, 3) is at least one third of the total depth t of the web inserts.

7. A cylinder head as claimed in claim 5, characterised in that the distance of the opening or openings, window or windows or slot or slots (1, 2, 3) from the cylinder surface is less than the height of the openings or the like measured in the direction of this distance.

5

8. A cylinder head as claimed in one or several of claims 1 to 7, having two spaced web plates located opposite one another, characterised in that the total area of all the openings, windows or slots (1, 2, 3) of the web insert has at least the value F which corresponds to the following equation:

10

$$F = \frac{S \cdot E \cdot b \cdot t_1^3}{t^2 \cdot 2 \cdot l_0 \cdot \sigma_{zul}} \cdot (100 - y)$$

in which

F = area of the opening or total area of all the openings in mm<sup>2</sup>

S = observed gap width in heads without perforated web plate in mm

25

E = modulus of elasticity of the material of the web in N/mm<sup>2</sup>

b = width of the web plate in mm at the location of the opening (average width) in mm

30

t<sub>1</sub> = depth of the opening, measured from the end point of the web plate

t = depth of the entire web plate on the unfinished head in mm

35

y = % datum of the desired reduction of stress to y%

l<sub>0</sub> = spacing of the web plates relative to one another in mm

σ<sub>zul</sub> = admissible stress of the web material at low temperature in N/mm<sup>2</sup>.

40

## Revendications

1. Culasse pour un moteur à combustion interne, qui possède, dans la région de portée (7) de sa paroi délimitant la chambre de combustion qui se trouve entre les soupapes d'admission et d'échappement, au moins un insert de portée qui est une pièce noyée dans cette paroi de telle sorte que sa dimension principale s'étend sensiblement perpendiculairement à sa surface, caractérisée en ce que l'insert de portée présente eu moins un ajour, une fenêtre ou une découpe latérale (1,2,3).

45

50

55

2. Culasse selon la revendication 1, caractérisée

en ce que la superficie totale de tous les ajours, fenêtres ou découpures (1,2,3) de l'insert de portée, n'est pas supérieure à la superficie de la section minimale de la portée, rapportée à la profondeur t de l'insert de portée.

3. Culasse selon les revendications 1 et 2, caractérisée en ce que la superficie totale de tous les ajours, fenêtres ou découpures (1,2,3) de l'insert de portée, n'est pas inférieure à 10 % de la superficie de la section minimale de la portée, rapportée à la profondeur t de l'insert de portée.

4. Culasse selon la revendication 2, caractérisée en ce que la superficie totale de tous les ajours, fenêtres ou découpures (1,2,3) de l'insert de portée, est égale eu maximum à la moitié de la superficie de la section minimale de la portée, rapportée à la profondeur t de l'insert de portée.

20

5. Culasse selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'écartement moyen l<sub>0</sub> du ou des ajours, fenêtres ou découpures (1,2,3), est égal à au moins un quart de la profondeur totale (t) des inserts de portée.

6. Culasse selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'écartement moyen l<sub>0</sub> du ou des ajours, fenêtres ou découpures (1,2,3), est égal à au moins un tiers de la profondeur totale t des inserts de portée.

7. Culasse selon la revendication 5, caractérisée en ce que la distance du ou des ajours, fenêtres ou découpures (1,2,3) par rapport à la surface de la culasse, est inférieure à la hauteur des ajours ou similaires, mesurée dans la direction de cette distance.

8. Culasse selon une ou plusieurs des revendications 1 à 7, avec deux tôles de portée se faisant face à distance entre elles, caractérisée en ce que la superficie totale de tous les ajours, fenêtres ou découpures (1,2,3) de l'insert de portée, possède au moins la valeur F, qui correspond à l'équation suivante :

$$F = \frac{S \cdot E \cdot b \cdot t_1^3}{t^2 \cdot 2 \cdot l_0 \cdot \sigma_{adm}} \cdot (100 - y)$$

où :

F = superficie de l'ajour ou superficie totale de l'ensemble des

	ajours, en mm <sup>2</sup>	
S =	largeur de fente observée pour des culasses dépourvues de tôle de portée ajourée, en mm	
E =	module d'élasticité du matériau de la portée, en N/mm <sup>2</sup>	5
b =	largeur de la tôle de portée à l'endroit de l'ajour (largeur médiane), en mm	
t <sub>1</sub> =	profondeur de l'ajour, mesurée à partir du point terminal de la tôle de portée	10
t =	profondeur de l'ensemble de la tôle de portée sur la culasse non usinée, en mm	15
y =	indication en % de la diminution de contrainte souhaitée à y %	
l <sub>0</sub> =	distance entre les tôles de portée, en mm	20
σ <sub>adm</sub> =	contrainte admissible du matériau de la portée à basse température, en N/mm <sup>2</sup> .	

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

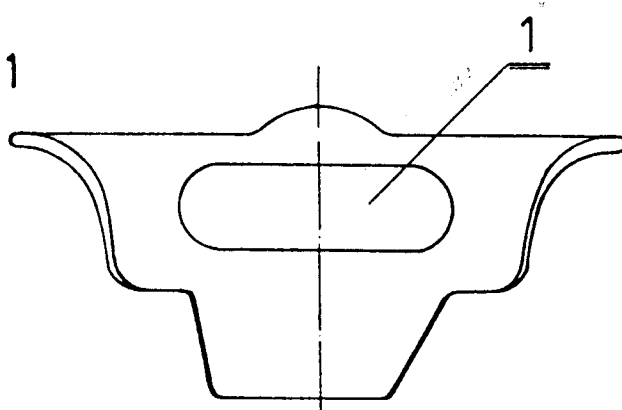


Fig.2

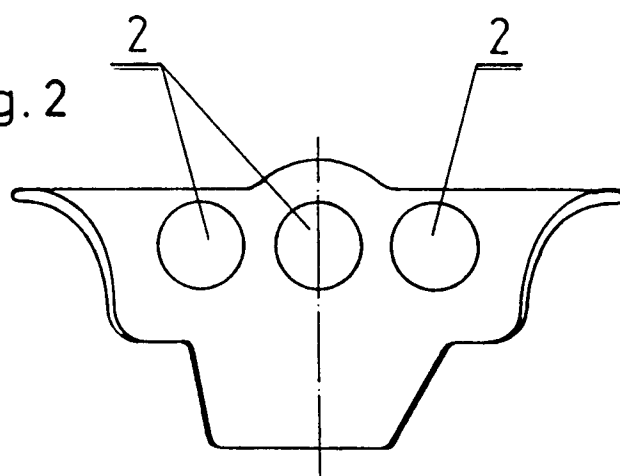


Fig.3

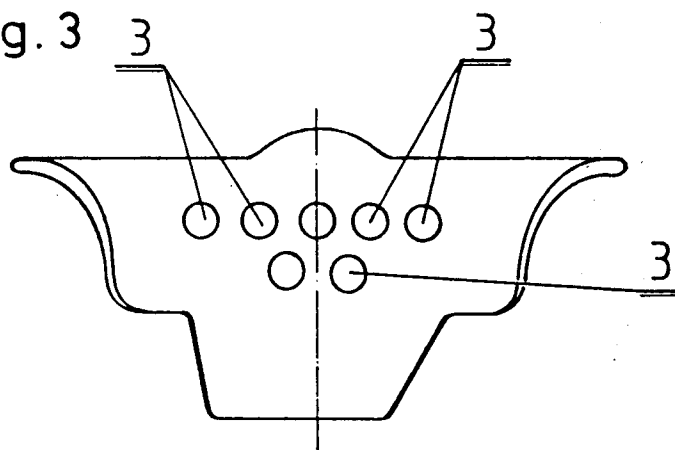


Fig. 4

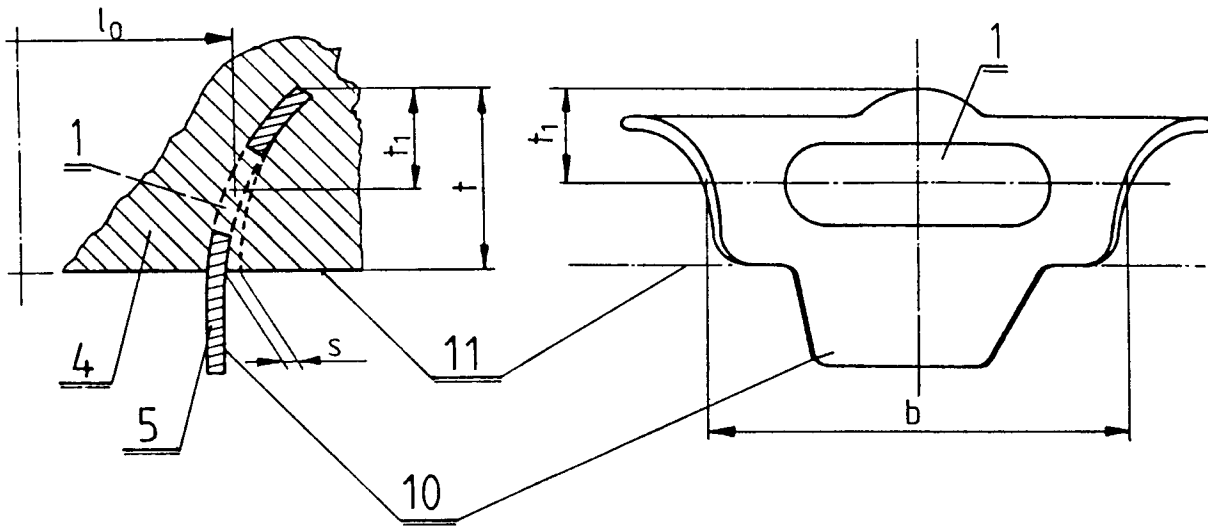


Fig. 5

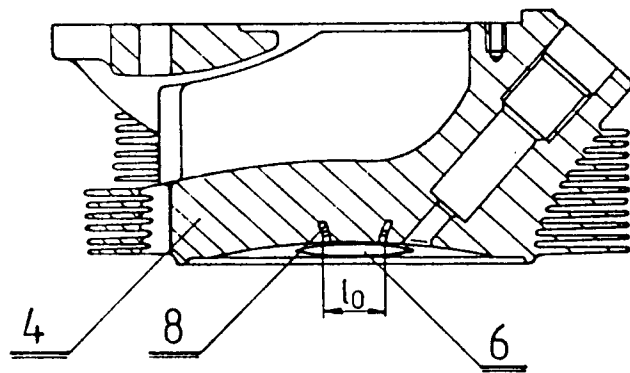


Fig. 6

