

(19)



(11)

EP 2 895 714 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.06.2017 Patentblatt 2017/23

(51) Int Cl.:
F01N 13/18 ^(2010.01) **F01N 13/10** ^(2010.01)

(21) Anmeldenummer: **13734328.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/001764

(22) Anmeldetag: **14.06.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/000866 (03.01.2014 Gazette 2014/01)

(54) BRENNKRAFTMASCHINE MIT ABSTANDHÜLSE MIT MITTENZENTRIERUNG

INTERNAL COMBUSTION ENGINE HAVING A SPACER SLEEVE WITH CENTRING DEVICE

MOTEUR À COMBUSTION INTERNE MUNI D'UNE DOUILLE D'ÉCARTEMENT À CENTRAGE CENTRAL

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **26.06.2012 DE 102012012703**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.07.2015 Patentblatt 2015/30

(73) Patentinhaber: **Deutz AG**
51149 Köln (DE)

(72) Erfinder:
• **DARSCHEIDT, Jürgen**
51107 Köln (DE)
• **FEUSER, Wilhelm**
53332 Bornheim (DE)
• **REUTER, Harald**
51067 Köln (DE)
• **SCHUMACHER, Robert**
51427 Bergisch-Gladbach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 19 827 276 DE-A1- 19 916 943
US-A- 5 020 204

EP 2 895 714 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Abstandhülse mit mittiger Schraubenzentrierung zur Befestigung von Abgasleitungen an Verbrennungsmotoren. Die Abstandshülsen dienen dazu, die Spannlänge der Schraubenverbindung zu vergrößern.

[0002] Bisher bekannte Ausführungen, wie beispielsweise in der DE 10306790 A1 offenbart, haben eine zylindrische Durchgangsbohrung. Der Nachteil der zylindrischen Durchgangsbohrung besteht darin, dass die Schraube meist so eng durch die Abstandsbuchse geführt wird, dass die Bewegungsfreiheit der Schraube stark eingeschränkt ist, dass es zu Undichtigkeit durch Lösen der Schraubverbindung kommen kann.

[0003] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die oben genannten Nachteile zu vermeiden und eine Brennkraftmaschine mit sicherer Verschraubung zu schaffen.

[0004] Die Aufgabe wird durch eine Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhaft daran ist, dass durch die Abstandhülse mit der mittigen Abstützung durch die größere Bewegungsfreiheit der Schraube der Vorspannungsverlust bzw. das Lösen der Schraubverbindung nicht auftreten kann. Die erfindungsgemäße Ausführung hat eine mittige Schraubenzentrierung und sorgt so für Bewegungsfreiheit der Schraube im Kopfbereich und im Bereich der Abstandshülsenauflage am Abgasrohr. Durch die Mittenzentrierung ist trotz der größeren Bewegungsfreiheit der Schraube die konzentrische Ausrichtung zwischen Schraube und Abstandhülse weiterhin gewährleistet.

[0005] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den Unteransprüchen.

[0006] Die Erfindung wird anhand einiger Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnungen dargestellt, es zeigen:

- Fig. 1 einen Schnitt durch eine Abstandsbuchse gemäß dem Stand der Technik
- Fig. 2 einen Schnitt durch eine Abstandsbuchse mit Mittenzentrierung
- Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel gemäß dem Stand der Technik
- Fig. 4 das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 in Draufsicht
- Fig. 5 eine Seitenansicht gemäß Fig. 3
- Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel mit Mittenzentrierung
- Fig. 7 eine Draufsicht gemäß Fig. 6
- Fig. 8 eine Seitenansicht gemäß Fig. 6
- Fig. 9 Verformungsbild der Schrauben im Vergleich nach dem Aufheizen, Stand der Technik (Var. 8), Erfindung (Var. 9)
- Fig. 10 Verformungsbild der Schrauben im Vergleich nach dem Abkühlen, Stand der Technik (Var. 8), Erfindung (Var. 9)
- Fig. 11 Vergleichsspannung nach van Mises nach

dem Aufheizen im dritten Zyklus, Stand der Technik (Var.8), Erfindung (Var. 9)

Fig. 12 Vergleichsspannung nach van Mises nach dem Abkühlen im dritten Zyklus, Stand der Technik (Var. 8), Erfindung (Var. 9)

[0007] In Figur 1 wird eine Abstandsbuchse 8 dargestellt, wie sie aus dem Stand der Technik, z. B. DE 10306790 A1 bekannt ist.

[0008] Figur 2 zeigt einen Schnitt durch eine Abstandsbuchse 8 mit Mittenzentrierung 7.

[0009] In Figur 3 wird ein montiertes Ausführungsbeispiel gemäß dem Stand der Technik offenbart. Am Zylinderkopf 2 ist das einen Flansch 4 aufweisende Abgasrohr 3 mittels Abstandsbuchse 8 und Befestigungsschraube 6 festgeschraubt.

[0010] Figur 4 stellt das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 in Draufsicht dar. Zu sehen sind das Abgasrohr 3, der die Flanschbefestigungslöcher 5 aufweisende Flansch 4 sowie die Befestigungsschrauben 6.

[0011] Figur 5 zeigt eine Seitenansicht gemäß Figur 3 mit Abgasrohr 3, das mittels Befestigungsschrauben 6 und Abstandsbuchsen 8 mit dem Zylinderkopf 2 der Brennkraftmaschine verbunden ist. Die Biegelänge 9 der Befestigungsschraube 6 wird ebenfalls dargestellt. Der mit 10 gekennzeichnete Pfeil stellt die Bewegung des Abgasrohres 3 durch Wärmedehnung dar.

[0012] In Figur 6 wird ein montiertes Ausführungsbeispiel einer Abstandsbuchse 8 mit Mittenzentrierung 7 offenbart. Am Zylinderkopf 2 ist das einen Flansch 4 aufweisende Abgasrohr 3 mittels Abstandsbuchse 8 und Befestigungsschraube 6 festgeschraubt.

[0013] Figur 7 stellt das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 6 in Draufsicht dar. Zu sehen sind das Abgasrohr 3, der die Flanschbefestigungslöcher 5 aufweisende Flansch 4 sowie die Befestigungsschrauben 6.

[0014] In Figur 8 wird eine Seitenansicht gemäß Figur 6 mit Abgasrohr 3, das mittels Befestigungsschrauben 6 und Abstandsbuchsen 8 mit dem Zylinderkopf 2 der Brennkraftmaschine verbunden ist, gezeigt. Die Biegelänge 9 der Befestigungsschraube 6 wird ebenfalls dargestellt. Der mit 10 gekennzeichnete Pfeil stellt die Bewegung des Abgasrohres 3 durch Wärmedehnung dar.

[0015] In den Figuren 11 und 12 wird die Vergleichsspannung betrachtet.

[0016] Die Vergleichsspannung ist ein Begriff aus der Festigkeitslehre und bezeichnet eine fiktive einachsige Spannung, die dieselbe Materialbeanspruchung darstellt wie ein realer, mehrachsiger Spannungszustand.

[0017] Damit kann der wirkliche dreidimensionale Belastungszustand im Bauteil, bestehend aus Normal-Spannungen und Schub-Spannungen in alle drei Raumrichtungen, direkt mit den Kennwerten aus dem einachsigen Zugversuch (Material-Kennwerte, z. B. Streckgrenze oder Zugfestigkeit) verglichen werden. Zur vollständigen Beschreibung des Spannungszustandes in einem Bauteil ist im Allgemeinen die Angabe des Spannungstensors (Tensor 2. Stufe) notwendig. Dieser ent-

hält im allgemeinen Fall sechs verschiedene Spannungswerte (da die Schubspannungen paarweise gleich sind). Durch die Transformation des Spannungstensors in ein ausgezeichnetes Koordinatensystem (das Hauptachsensystem) werden die Schubspannungen zu Null und drei ausgezeichnete (Normal)Spannungen (die Hauptspannungen) beschreiben den Beanspruchungszustand des Systems äquivalent.

[0018] Die Elemente des Vektors der Hauptspannungen bzw. des Spannungstensors können nun in ein Skalar überführt werden, das zwei Bedingungen genügen soll: zum einen soll es den Spannungszustand möglichst umfassend beschreiben (Äquivalenz kann hier nicht mehr erreicht werden: es treten immer Informationsverluste beim Übergang vom Vektor der Hauptspannungen zur Vergleichsspannung auf) zum Zweiten soll es auf jeden Fall eine versagensrelevante Information darstellen.

[0019] Die Rechenvorschrift zur Bildung dieser skalaren Vergleichsspannung bezeichnet man als Vergleichsspannungshypothese bzw. als Versagensregel. Im Rahmen einer Tragfähigkeitsanalyse vergleicht man die Vergleichsspannung mit zulässigen Spannungen. Durch die Wahl der Hypothese enthält sie implizit den Versagensmechanismus und ist damit ein Wert, der die Gefährdung des Bauteils unter der gegebenen Beanspruchung ausdrückt.

[0020] Die Wahl der jeweiligen Vergleichsspannungshypothese hängt also immer vom Festigkeitsverhalten des nachzuweisenden Materials sowie vom Lastfall (statisch, schwingend, Stoß) ab.

[0021] Es gibt eine ganze Anzahl von Hypothesen zur Berechnung der Vergleichsspannung. Sie werden in der technischen Mechanik häufig unter dem Begriff "Festigkeitshypothesen" zusammengefasst. Die Anwendung hängt vom Materialverhalten und teilweise auch vom Anwendungsgebiet (wenn etwa eine Norm die Anwendung einer bestimmten Hypothese fordert) ab.

[0022] Am häufigsten wird im Maschinenbau und im Bauwesen die Gestaltänderungsenergiehypothese nach von Mises angewendet.

[0023] Nach der Gestaltänderungshypothese, auch Gestaltänderungsenergiehypothese (kurz: GEH) oder Mises-Vergleichsspannung genannt, tritt Versagen des Bauteils dann auf, wenn die Gestaltänderungsenergie einen Grenzwert überschreitet (s. auch Verzerrungen bzw. Deformation). Verwendet wird diese Hypothese für zähe Werkstoffe (z. B. Stahl) unter ruhender und wechselnder Beanspruchung. Die Mises-Vergleichsspannung wird im Maschinenbau und im Bauwesen am häufigsten eingesetzt -- für die meisten gängigen Materialien (nicht allzu spröde) unter normaler Belastung (wechselnd, nicht stoßartig) ist die GEH einsetzbar. Wichtige Anwendungsgebiete sind die Berechnungen von Wellen, die sowohl auf Biegung als auch auf Torsion beansprucht werden sowie der Stahlbau. Die GEH ist so konstruiert, dass sich bei nahezu hydrostatischen Spannungszuständen (gleich große Spannungen in allen drei Raumrichtungen), eine Vergleichsspannung von Null ergibt.

Denn plastisches Fließen von Metallen ist isochor und selbst extreme hydrostatische Drücke haben keinen Einfluss auf den Fließbeginn.

[0024] Var. 8 entspricht dem Stand der Technik z. B. gemäß DE 10306790 A1 mit Dehnlängenvergrößerung der Schraube und Freigang im Abgasrohr für den Schiebeweg. Der Schraubenkopf ist in der Regel schief montiert und neigt zum selbstständigen Lösen.

[0025] Var. 9 zeigt die vorliegende Erfindung, die einen zusätzlichen lokalen Freigang für die Schraube in der Hülse aufweist, was zu einem geänderten Einleitungspunkt der Querkraft führt. Diese Mittenzentrierung in der Hülse führt zu geringerer Biegung bzw. Spannung der Schraube, insbesondere an der Einspannstelle. Ein ebener Schraubenkopf nach der Montage ist die Folge. Der mittige Absatz in der Hülse sorgt für eine entsprechende Montagesicherheit (Poka Yoke). Details sind in den nachfolgenden Figuren 9 bis 12 dargestellt. Eine generell im Innendurchmesser vergrößerte Hülse würde sich bei der Montage zufällig an der einen oder anderen Seite anlegen und aufgrund der Tatsache, dass die Hülse auf dem Abgasrohrflansch nicht gleitet, keine Verbesserung hinsichtlich der Biegebeanspruchung bringen. Ein Lösen der Schrauben an den Endzylindern wird damit definitiv verhindert.

[0026] In Figur 9 wird ein Verformungsbild der Schrauben im Vergleich nach dem Aufheizen dargestellt. Var. 8 zeigt hierbei den Stand der Technik im Vergleich zur vorliegenden Erfindung (Var. 9) mit der Mittenzentrierung 7, die auch in Figur 2 und Figur 6 offenbart wird. Hierbei fällt auf, dass die Biegung beim Stand der Technik (Var. 8) im Bereich des unteren Hülsenendes stattfindet. Bei der vorliegenden Erfindung mit der Mittenzentrierung 7 wird die Biegung der Schraube erkennbar im Bereich der Mittenzentrierung 7 realisiert.

[0027] Figur 10 offenbart ein Verformungsbild der Schrauben im Vergleich nach dem Abkühlen. Der Stand der Technik wird in Var. 8 gezeigt, die vorliegende Erfindung stellt sich in Var. 9 dar. Die Mittenzentrierung 7, die auch in Figur 2 und Figur 6 offenbart wird, sorgt im Vergleich zum Stand der Technik dafür, dass die Spannung deutlich reduziert ist und somit ein Abreißen der Schraube verhindert. Die Biegung der Schraube beim Stand der Technik (Var. 8) erfolgt im Bereich des unteren Hülsenendes. Bei der vorliegenden Erfindung mit der Mittenzentrierung 7 wird die Biegung der Schraube erkennbar im Bereich der Mittenzentrierung 7 realisiert.

[0028] Die Vergleichsspannung nach von Mises nach dem Aufheizen im dritten Zyklus wird in Figur 11 dargestellt. Der Stand der Technik wird in Var. 8 gezeigt, die vorliegende Erfindung stellt sich in Var. 9 dar. Die Mittenzentrierung 7, die auch in Figur 2 und Figur 6 offenbart wird, sorgt im Vergleich zum Stand der Technik dafür, dass die Spannung deutlich reduziert ist und somit ein Abreißen der Schraube verhindert. Die Biegung der Schraube beim Stand der Technik (Var. 8) erfolgt im Bereich des unteren Hülsenendes. Bei der vorliegenden Erfindung mit der Mittenzentrierung 7 wird die Biegung der

Schraube erkennbar im Bereich der Mittenzentrierung 7 realisiert.

[0029] Figur 12 zeigt die Vergleichsspannung nach van Mises nach dem Abkühlen im dritten Zyklus. Der Stand der Technik wird in Var. 8 gezeigt, die vorliegende Erfindung stellt sich in Var. 9 dar. Die Mittenzentrierung 7, die auch in Figur 2 und Figur 6 offenbart wird, sorgt im Vergleich zum Stand der Technik dafür, dass die Spannung deutlich reduziert ist und somit ein Abreißen der Schraube verhindert. Die Biegung der Schraube beim Stand der Technik (Var. 8) erfolgt im Bereich des unteren Hülsenendes. Bei der vorliegenden Erfindung mit der Mittenzentrierung 7 wird die Biegung der Schraube erkennbar im Bereich der Mittenzentrierung 7 realisiert. Ein Lösen der Schrauben an den Endzylindern wird damit verhindert.

Bezugszeichenliste

[0030]

- | | |
|----|---|
| 1 | Brennkraftmaschine |
| 2 | Zylinderkopf der Brennkraftmaschine |
| 3 | Abgasrohr |
| 4 | Flansch |
| 5 | Flanschbefestigungsloch |
| 6 | Befestigungsschraube |
| 7 | Mittenzentrierung |
| 8 | Abstandsbuchse |
| 9 | Biegelänge der Befestigungsschraube |
| 10 | Bewegung des Abgasrohres durch Wärmedehnung |

Patentansprüche

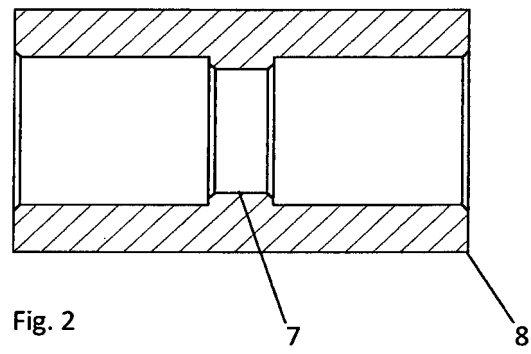
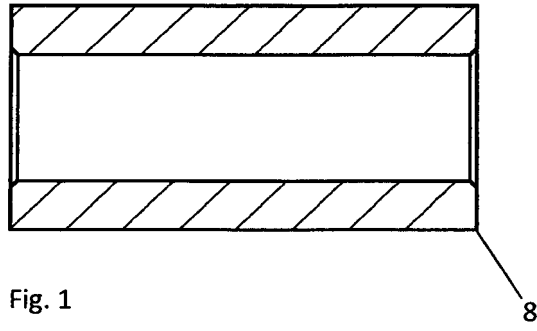
1. Brennkraftmaschine, umfassend wenigstens einen Zylinderkopf (2), wenigstens ein Abgasrohr (3) mit wenigstens einem Flansch (4), wobei der Flansch (4) wenigstens zwei Flanschbefestigungslöcher (5) aufweist, wenigstens zwei Befestigungsschrauben (6) zur Befestigung des Abgasrohres (3) mit dem Zylinderkopf (2) der Brennkraftmaschine, wobei das Abgasrohr (3) mittels der Befestigungsschrauben (6) mit dem Zylinderkopf (2) demontierbar verbunden anordenbar ist, wobei im Wesentlichen zwischen dem Kopf der Befestigungsschraube (6) und dem Flanschloch (5) wenigstens eine Abstandsbuchse (8) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstandsbuchse wenigstens eine Mittenzentrierung (7) aufweist.
2. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorrichtung nach Anspruch 1 zum Einsatz kommt.

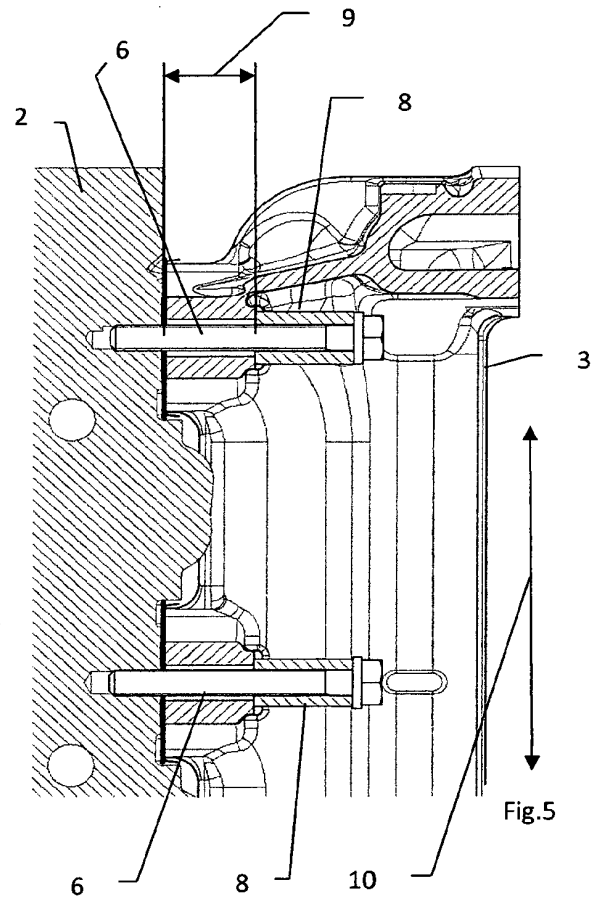
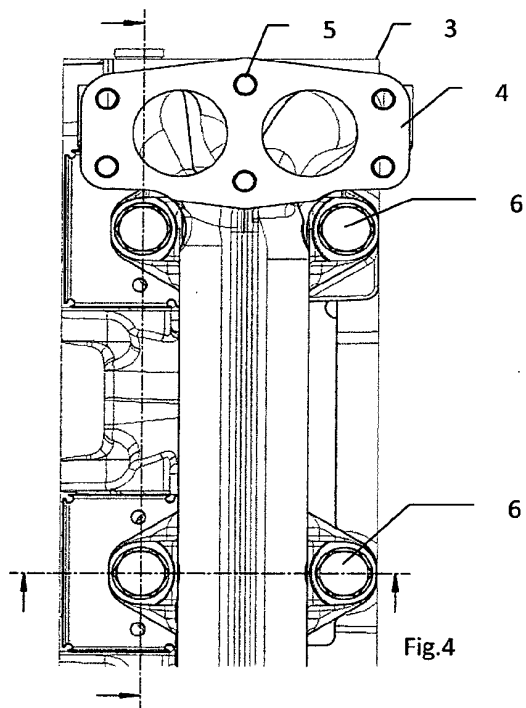
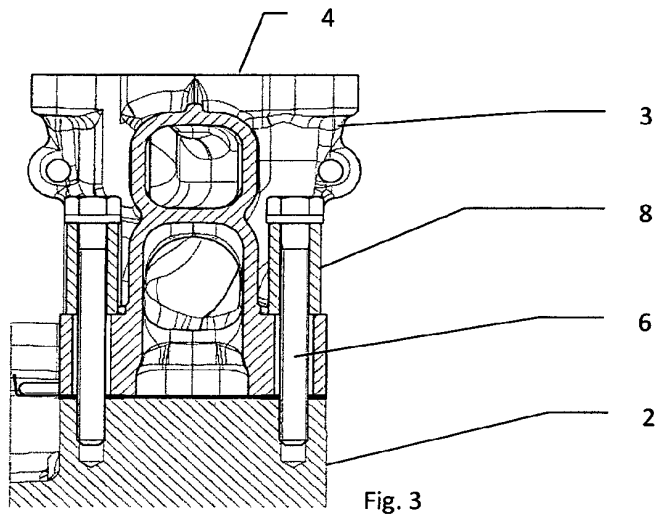
Claims

1. Internal combustion engine, comprising at least one cylinder head (2), at least one exhaust gas pipe (3) with at least one flange (4), the flange (4) having at least two flange fastening holes (5), at least two fastening bolts (6) for fastening the exhaust gas pipe (3) to the cylinder head (2) of the internal combustion engine, it being possible for the exhaust gas pipe (3) to be arranged such that it is connected detachably to the cylinder head (2) by means of the fastening bolts (6), at least one spacer sleeve (8) being arranged substantially between the head of the fastening bolt (6) and the flange hole (5), **characterized in that** the spacer sleeve has at least one centring means (7).
2. Method for operating an internal combustion engine, **characterized in that** an apparatus according to Claim 1 is used.

Revendications

1. Moteur à combustion interne comprenant au moins une culasse (2), au moins un tuyau d'échappement (3) avec au moins une bride (4), la bride (4) présentant au moins deux trous de fixation de bride (5), au moins deux vis de fixation (6) pour la fixation du tuyau d'échappement (3) à la culasse (2) du moteur à combustion interne, le tuyau d'échappement (3) pouvant être disposé de manière connectée de façon démontable à la culasse (2) au moyen des vis de fixation (6), au moins une douille d'espacement (8) étant disposée essentiellement entre la tête de la vis de fixation (6) et le trou de bride (5), **caractérisé en ce que** la douille d'espacement présente au moins un centrage central (7).
2. Procédé pour faire fonctionner un moteur à combustion interne, **caractérisé en ce que** l'on utilise un dispositif selon la revendication 1.





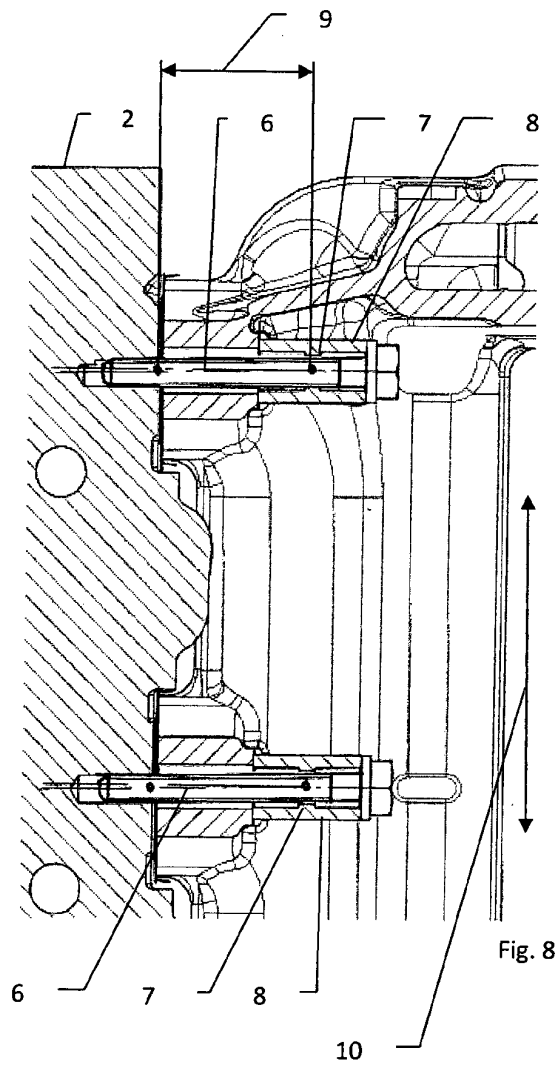
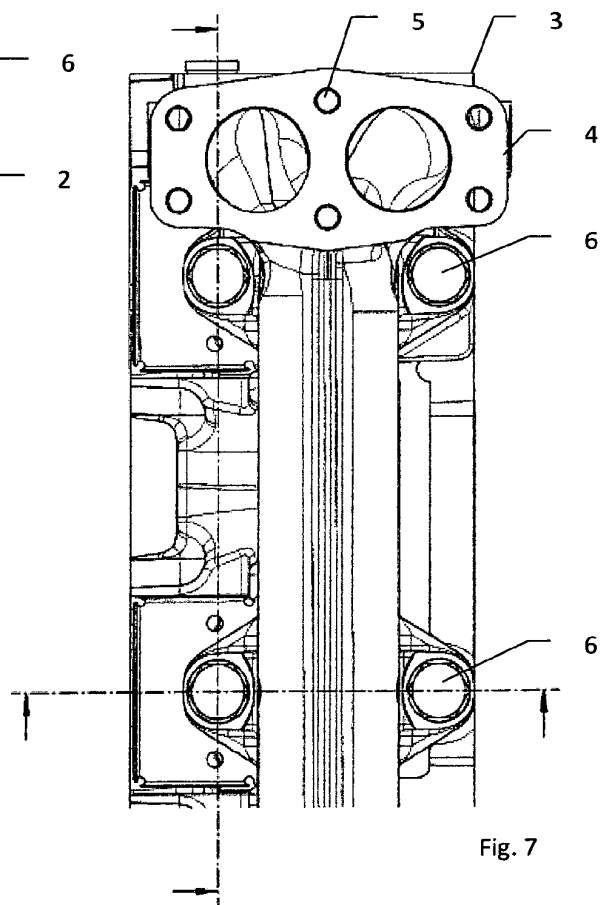
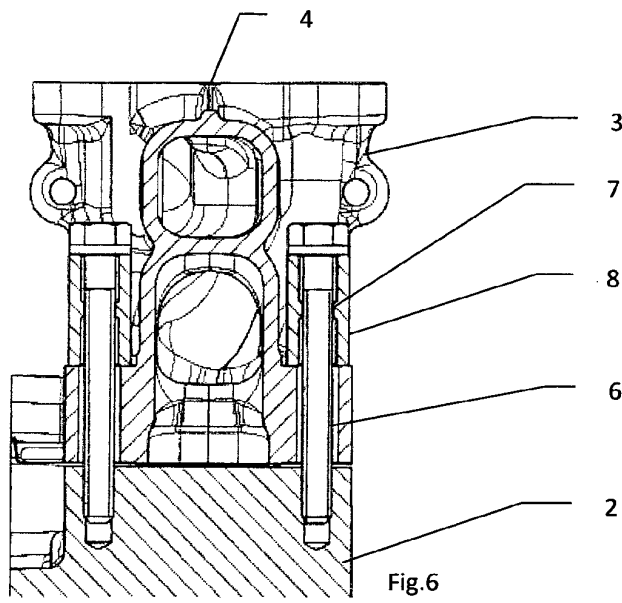
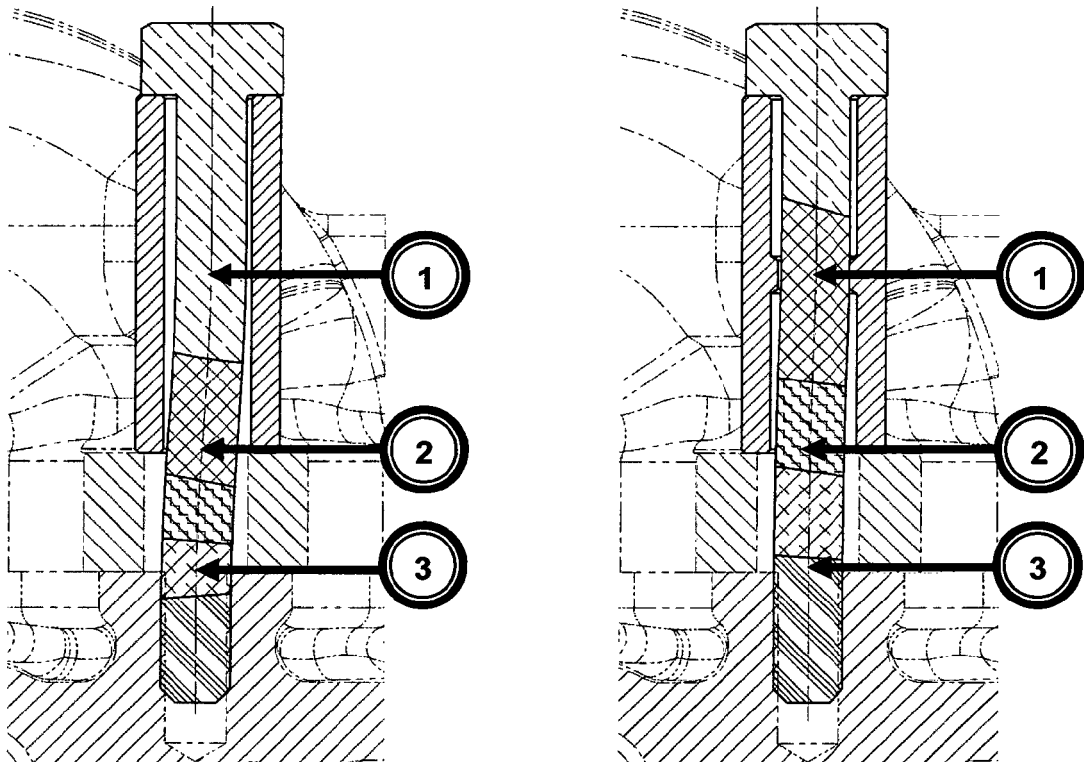
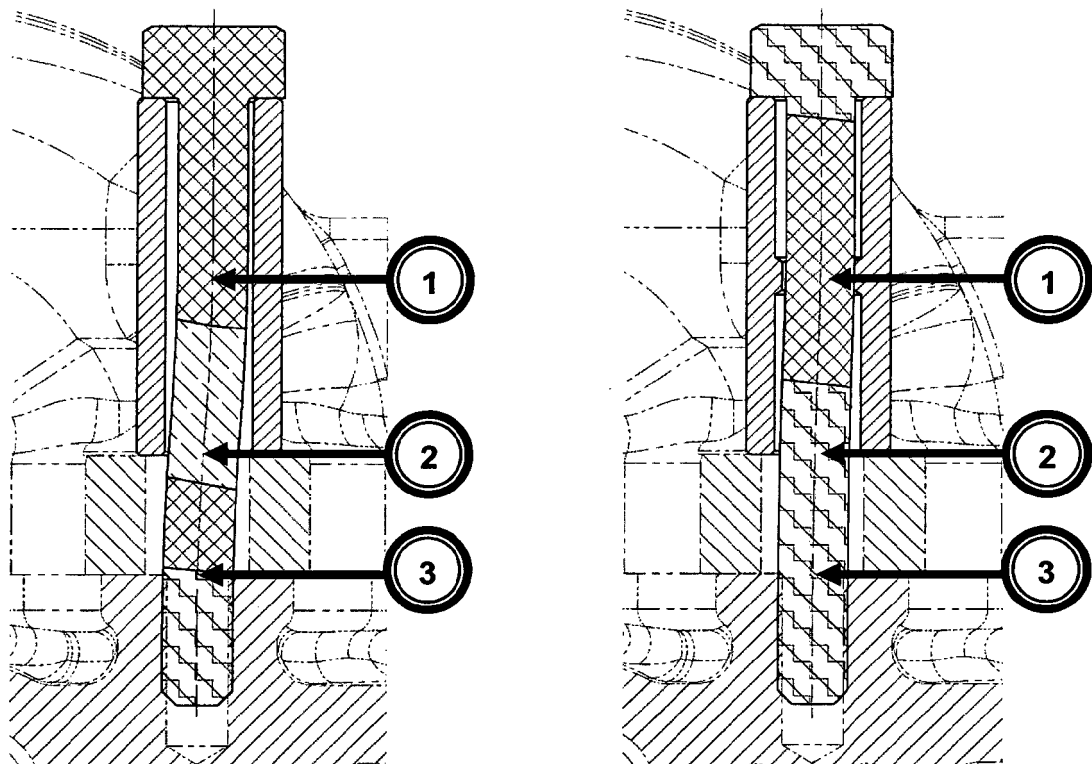


Fig. 9



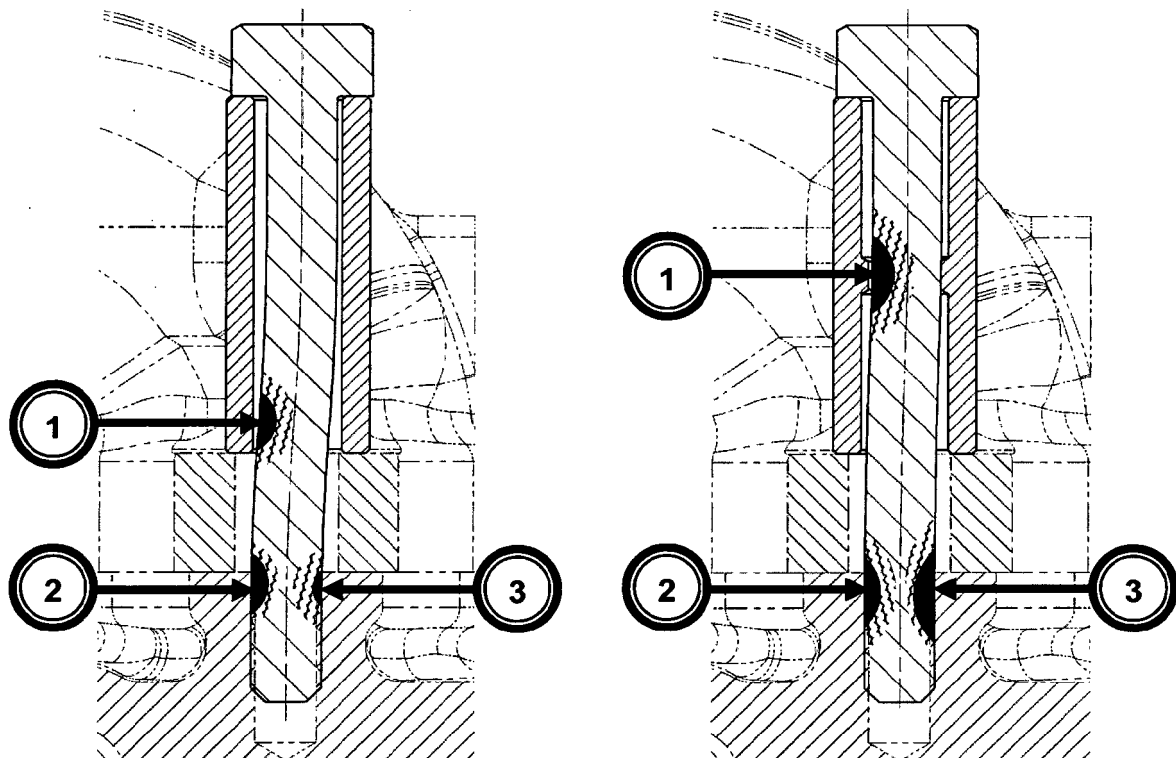
Nr.	Var. 8	Var. 9
1	2,15	1,85
2	1,94	1,39
3	0,71	0,62

Fig. 10



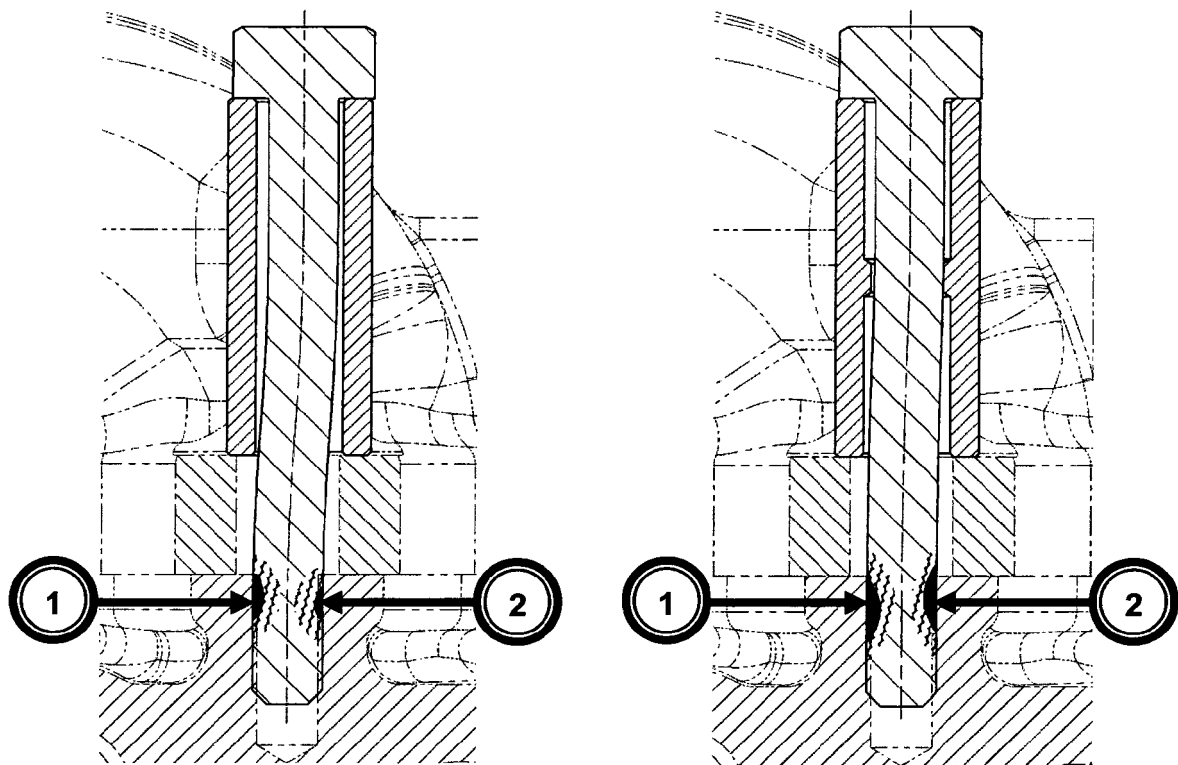
Nr.	Var. 8	Var. 9
1	0,76	0,58
2	0,87	0,51
3	0,36	0,32

Fig. 11



Nr.	Var. 8	Var. 9
1	1237	1100
2	1009	817
3	1018	858

Fig. 12



Nr.	Var. 8	Var. 9
1	1237	874
2	1009	762

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10306790 A1 [0002] [0007] [0024]