



Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) F 16 J 15/24

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

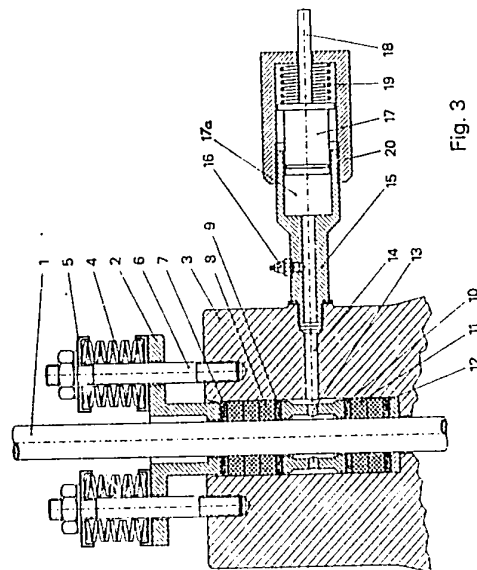
(21)	DD F 16 J / 344 261 1	(22)	27.09.90	(44)	06.02.92
(31)	P3932599.7	(32)	29.09.89	(33)	DE
(71)	siehe (73)				
(72)	Plattenberg, Klaus; Straub, Reinhold; Bohlander, Friedhelm, DE				
(73)	Ruhr Oel GmbH, W - 4650 Gelsenkirchen, DE				
(74)	Dr. Wolfgang Lindner, Alexander-von-Humboldt-Straße, Postfach 20 10 45, W - 4650 Gelsenkirchen, DE				

(54) Abdichtungssystem mit modifizierter Stopfbuchse

(55) Stopfbuchse; Abdichtungssystem; Regelarmaturen;
Absperrarmaturen; Packung; Gleitmittel

(57) Abdichtungssystem mit modifizierter Stopfbuchse für
Regel- oder Absperrarmaturen, bestehend aus einem
feststehenden Teil eines Gehäuses (3) mit Stopfbuchsraum
zur Abdichtung der axial oder auch rotierend beweglichen
Spindel (1) in Form einer geteilten Packung (8, 11), sowie
aus einer mit dem Gehäuse (3) verschraubten Brille (2),
einer Schmierbuchse (13), die bei geteilter Packungslänge
im Stopfbuchsraum angeordnet ist. Zwecks Verbesserung
der Spindelabdichtung und insbesondere Erreichung eines
höheren Standards der Langzeitdichtheit sind die
folgenden weiteren Merkmale verwirklicht:

- Die geteilte Packung besteht jeweils aus
Einzelpackungsringen aus einem Basisdichtungsmaterial
und jeweils einem unteren und oberen Kammerungsring
für jedes der beiden Packungsteile
- in die Packung ist ein pastöses Gleitmittel inkorporiert,
- in dem Raum zwischen den beiden Packungsteilen ist
eine kontinuierliche Gleitmittelzuführung über die
Schmierbuchse vorgesehen
- die Packungsverdichtung und -nachstellung erfolgt
durch Federkraft. Fig. 3



Patentansprüche:

1. Abdichtungssystem mit modifizierter Stopfbuchse bei Regel- oder Absperrarmaturen, bestehend aus einem feststehenden Teil eines Gehäuses (3) mit Stopfbuchsraum, dem Dichtmaterial als Packung in Form einer geteilten Packung (8, 11), einer mit dem Gehäuse (3) verschraubten Brille (2), einer Schmierbuchse (13), die bei geteilter Packungslänge im Stopfbuchsraum angeordnet ist sowie der axial oder auch rotierend beweglichen Spindel (1) oder Welle, **gekennzeichnet durch die folgenden weiteren Merkmale:**
 - a) Die geteilte Packung besteht jeweils aus Einzelpackungsringen aus einem Basisdichtungsmaterial und jeweils einem unteren und oberen Kammerungsring für jedes der beiden Packungsteile
 - b) in die Packung ist ein pastöses Gleitmittel inkorporiert,
 - c) in dem Raum zwischen den beiden Packungsteilen ist eine kontinuierliche Gleitmittelzuführung über die Schmierbuchse vorgesehen
 - d) die Packungsverdichtung und -nachstellung erfolgen durch Federkraft.
2. Abdichtungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Packungsverdichtung und laufende Nachstellung der Packung beim Betrieb durch zentrisch angeordnete und axial wirkende Tellerfedernpakete erfolgt.
3. Abdichtungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die Herstellung der Packung Folien aus flexiblem Graphit als Halbzeug Verwendung finden.
4. Abdichtungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Gleitmittel Spezialfette, z. B. mit einer Zusammensetzung auf Basis Graphit, auf Basis von Bor, Stickstoff, Polytetrafluorethylen (PTFE) mit einem Feststoffanteil von etwa 30 Gew.-%, auf Bentonebasis mit mikrofeinen Kupfer- und Bleipartikeln oder auf Basis von Silikaten mit fluoriertem Polyetheröl und PTFE als weiteren Bestandteilen Verwendung finden.
5. Abdichtungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gleitmittelzuführung einen durch das Ventilgehäuse geführten Zuführkanal (14) und eine den Zuführkanal mit Schmiermittel versorgende, am Ventilgehäuse montierte Gleitmittelpresse mit dem Gleitmittel aufnehmendem Zylinderraum und pneumatisch oder federbelastetem Zylinderkolben (17), mittels welchem das Schmiermittel aus dem Zylinderraum über einen Zuführstutzen (15), eine Durchgangsbohrung (14) und die Schmierbuchse (13) laufend nachgepreßt wird, aufweist.
6. Abdichtungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zuführstutzen (15) mit einem Druckschmierkopf (16) versehen ist.
7. Abdichtungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Druckschmierkopf (16) mit eingebautem Rückschlagventil versehen ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Die Erfindung betrifft ein Abdichtungssystem mit modifizierter Stopfbuchse bei Regel- oder Absperrarmaturen, bestehend aus einem feststehenden Teil eines Gehäuses mit Stopfbuchsraum, dem Dichtmaterial als Packung in Form einer geteilten Packung, einer mit dem Gehäuse verschraubten Brille, einer Schmierbuchse, die bei geteilter Packungslänge im Stopfbuchsraum angeordnet ist sowie der axial oder auch rotierend beweglichen Spindel oder Welle.

Stopfbuchsendichtungen (Packungen) sind Dichtelemente, die gegeneinander bewegte Zylinderflächen gegen Flüssigkeiten und Gase abdichten (vgl. Dubbel, Taschenbuch für den Maschinenbau, 16. Auflage, G 161). Die gesamte Stopfbuchsendichtung besteht aus dem feststehenden Teil des Gehäuses mit Stopfbuchsraum, dem Dichtmaterial als eigentlicher Packung, der mit dem Gehäuse verschraubten Brille (Flansch oder Gewinde; nachspannbar), der ggf. für Schmierölverteilung vorgesehenen Zwischenlaterne sowie der rotierend oder axial beweglichen Welle oder Spindel.

Packungen sind nach den Angaben der vorgenannten Literaturstelle verwendbar für relativ geringe Gleitgeschwindigkeiten (bis etwa 0,3 m/s), hohe Temperaturen (bis etwa 520°C), hohe Drücke (bis etwa 300 bar) und Wellendurchmesser von 10 bis 200 mm. Für den Außendurchmesser der Packung sind Abmessungen von etwa 18 bis 240 mm (bis 800 mm für Dehnungskompensatoren in Gasleitungen) üblich, wobei das Dichtungsprinzip darauf beruht, daß eine Verschraubung in axialer Richtung eine Querverformung und Anpressen an die zylindrische Dichtflächen bewirkt. Ein Ventil mit Stopfbuchsendichtung für hohe Arbeitsdrücke und hohe Arbeitstemperaturen ist beispielsweise in der DE-OS 3540478 beschrieben worden.

Als Packungsringe sind solche aus Flockengraphit, mit Bindemittel gepreßt, für die Anwendung bei Kreiselpumpen und Ventilspindeln in der chemischen Industrie gebräuchlich. Wegen Verhärtung des Bindemittels soll der Einsatz der Graphit-Packungsringe zurückgehen (vgl. Dubbel, a. a. O.).

Nach einem betriebsinternen Stand der Technik wurden Spindeln von Regel- und Absperrarmaturen bisher auch mit handelsüblichen, asbesthaltigen Packungsmaterialien verpackt. Diese Verpackungsart führte zu vergleichsweise kurzen Standzeiten der eingesetzten Armaturen, zu großen Leckagen und Umweltbelastungen, Beschädigungen der Spindeln und Armaturenteile und zu Betriebsstörungen sowie Produktionsausfällen.

Bei derartigen Abdichtungssystemen ist meist nach ca. 5000 Betätigungen eine Wartung durch Nachspannen erforderlich (vgl. auch Chem.-Ing.-Tech. 49 [1977] Nr. 2, S. 98-95).

Im übrigen ist ein Bemühen des Gesetzgebers zu erkennen, über Regelungswerke und Verwaltungsvorschriften, beispielsweise die „Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft“ (TA Luft) den maximal zulässigen Emissionsmassenstrom (vgl. § 48 BImSchG) auch bei Abdichtungssystemen an Armaturen wie sie in der chemischen Industrie oder der Mineralölindustrie in Gebrauch sind, an den für Faltenbalgarmaturen erreichbaren günstigeren Werten zu orientieren.

Aufgabe der Erfindung ist daher die Verbesserung von Spindelabdichtungen an Armaturen für technisch hohe Anforderungen bei langfristig geringen Leckagen unter Einhaltung vorgegebener Emissions-Grenzwerte.

Der Lösung dieser Aufgabe dient ein Abdichtungssystem mit modifizierter Stopfbuchse der eingangs angegebenen Art, bei welchem die folgenden Merkmale verwirklicht sind:

- a) Die geteilte Packung besteht jeweils aus Einzelpackungsringen aus einem Basisdichtungsmaterial, und jeweils einem unteren und oberen Kammerungsring für jedes der beiden Packungsteile,
- b) in die Packung ist ein pastöses Gleitmittel inkorporiert,
- c) in dem Raum zwischen den beiden Packungsteilen ist eine kontinuierliche Gleitmittelzuführung im Bereich der geteilten Ausführung der Packung über die Schmierbuchse vorgesehen,
- d) die Packungsverdichtung und -nachstellung erfolgen durch Federkraft.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Abdichtungssystems ist mit der Packungsverdichtung und laufenden Nachstellung der Packung mittels zentrisch angeordneter und axial wirkender Tellerfedernpakete gegeben. Derartige Tellerfedern haben gegenüber zylindrischen Schraubendruckfedern den Vorteil, daß eine hohe Federkraft bei vergleichsweise geringer Bauhöhe zur Einwirkung kommen kann. Die Kräfteinleitung auf die Stopfbuchspackung erfolgt über angepaßte Federteller und die Stopfbuchsbrille, wobei sich das andere Ende der Druckfedern ebenfalls über angepaßte Federteller gegen Schraubmutter von im Ventilgehäuse befestigten Gewindebolzen unter Zugbeanspruchung der Gewindebolzen abstützt.

Für die Herstellung der Stopfbuchspackungen finden bevorzugt Folien aus flexiblem Graphit als Halbzeug Verwendung. Als Ausgangsmaterial für die Packung wird zweckmäßig ein expandiertes Reingraphit, das als handelsübliches Bandmaterial verschiedener Breiten zur Verfügung steht, eingesetzt. Die für die Herstellung des Bandmaterials dienende Graphitfolie wird aus Naturgraphit über Graphitsalz als Zwischenschstufe zu einem Expandat modifiziert, welches dann beispielsweise zu einer geriffelten Graphitfolie verarbeitet werden kann, aus welcher das Bandmaterial mit einer bestimmten, herstellerepezifischen Querprofilierung hergestellt wird. Durch die Querprofilierung wird eine gute Elastizität der Packung erreicht, gleichzeitig wird die Funktionsfähigkeit der mit inkorporiertem Gleitmittel für den Einbau in die Armatur vorgesehenen Packung dadurch unterstützt, daß längs der Querprofilierung mit dem Gleitmittel gefüllte Taschen gebildet werden, die an der Spindel anliegen.

Als Gleitmittel finden mit Vorteil Verwendung Spezialfette, beispielsweise mit einer Zusammensetzung auf Basis Graphit, auf Basis von Bor, Stickstoff und Polytetrafluorethylen (PTFE) mit einem Feststoffanteil von etwa 30 Gew.-%, auf Bentonebasis mit mikrofeinen Kupfer- und Bleipartikeln oder auf Basis von Silikaten mit fluoriertem Polyetheröl und PTFE als weiteren Bestandteilen.

Derartige Gleitmittel dienen allgemein der Schmierung und Abdichtung von Armaturen und Maschinenelementen in Gegenwart strömender, aggressiver Medien in Gebrauchstemperaturbereichen bis zu etwa 280°C. Das Gleitmittel auf Basis von fluoriertem Polyetheröl, PTFE und Silikaten kann bei der Abdichtung von Armaturen eingesetzt werden, wo es auf Sauerstoffbeständigkeit ankommt.

Es wurde in zahlreichen Versuchsreihen bestätigt, daß eine im Sinne der Erfindungsaufgabe wirksame Packung nur hergestellt und eingesetzt werden kann, wenn sowohl bei den axial beweglichen aber auch bei den drehenden Spindeln bzw. Wellen die Haft- und die Gleitreibung an der schon mit Gleitmittel versehenen Packungs-Innenseite weiter herabgesetzt wird. Diese Reibungsminimierung wird durch eine zusätzliche Gleitmittelzuführung im Bereich der geteilten Ausführung der Packung über die Schmierbuchse sichergestellt.

Zur Erzielung optimaler betrieblicher Standzeiten und minimaler Leckagen sind selbstverständliche Voraussetzungen bzw. Vorbedingungen bei der Packungsherstellung eine hervorragende Oberflächengüte der verwendeten Bauteile und eine hohe Maßhaltigkeit des Packraumes. Bei den Spindeln sind Oberflächengüten mit einer Rauhtiefe von $R_1 \leq 2 \mu\text{m}$ zweckmäßig. Auch bei der Nacharbeitung von Spindeloberflächen bei Instandsetzungsmaterialien sind diese Qualitäten anzustreben. Der Packungsraum sollte eine Oberflächengüte von $R_1 \leq 15 \mu\text{m}$ haben. Die packungsumschließenden Bauteile wie Spindel, Grundscheibe und Stopfbuchse müssen im Rahmen der zulässigen Toleranzen zylindrisch und planparallel gefertigt sein. Bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Packungen haben sich durch Berechnungen, Versuche und Erprobungen Abhängigkeiten zwischen der Packungsbreite (B) und dazu angepaßten optimierten Werten des Spindeldurchmessers (d_1) und der gesamten Packungslänge (L) ergeben.

Die nachfolgenden Erfahrungswerte geben eine Übersicht über vorzugsweise einzuhaltende Werte der Packungslänge in Abhängigkeit vom Spindeldurchmesser sowie Spezifikationen für die zulässigen Werte von Arbeitstemperatur und Arbeitsdruck.

Spindel-Durchmesser	$d_1 = 4 \text{ bis } 70 \text{ (mm)}$
Packungsraum-Durchmesser	$d_2 = \text{konstruktiv (mm)}$
Packungs-Länge	$L = 1,5 \times d_1 \text{ bis } 0,9 \times d_1 \text{ (mm)}$
Anz. der Packungsringe	$n = 2 \text{ bis } 7$
Höhe des Packungsringes	$H = \frac{L}{n} \triangleq (1,0 \text{ bis } 1,2) B$
Breite des Packungsringes	$B = \text{konstruktiv nach } d_1 \text{ und } d_2$
Bandbreite d. Rohmat.	$b = 10 \text{ bis } 25 \text{ (mm)}$
Arbeitsdruck	$p_A \leq 325 \text{ (bar)}$
Arbeitstemperatur	$t_A \leq 450 \text{ }^\circ\text{C}$
Temp. a. d. Packung	$t \leq 300 \text{ }^\circ\text{C}$ $\leq 200 \text{ }^\circ\text{C (Sauerstoff)}$

Eine geteilte, aus mehreren Packungsringen mit der Höhe (H) und der Gesamtlänge (L) bestehende Packung kann in einem einfachen Preßwerkzeug unter Verwendung beispielsweise von expandiertem Reingraphit-Bandmaterial mit Querprofilierung hergestellt werden. Für praktische Zwecke kann der annähernde Wert der erforderlichen Bandlänge (1) für einen Packungsring nach der Formel $l = 1,3 \cdot (d_2^2 - d_1^2) \cdot 1/a$ ermittelt werden.

Entsprechend dem Spindeldurchmesser (d_1) wird Bandmaterial (vgl. Figur 1) mit der Breite (B) und der nach der Formel ermittelten Länge (1) mit einer Gleitmittelmenge beschichtet, die ausreicht, um den Anteil des Gleitmittels im fertigen Zustand des Packungsringes (Figur 2) mit etwa 5 bis 10 Gew.-% vorzusehen.

Das so vorbereitete Packungsmaterial kann um einen maßhaltigen Dorn eines Preßwerkzeuges gewickelt, mit diesem Dorn in das Preßwerkzeug eingeführt und in der hydraulischen Presse druckabhängig verpreßt werden. Die Höhe des Preßdruckes ist von der Packungsgröße und vom vorgesehenen Betriebsdruck der Armatur, in der die Packung Verwendung finden soll, abhängig. Die im Preßwerkzeug erreichte Vorverdichtung des Packungsringes soll im allgemeinen einen Wert p von etwa $1,3 \text{ g/cm}^3$ nicht überschreiten. Bei einer solchen Verdichtung wird sichergestellt, daß beispielsweise ein Packungsring aus Reingraphit eine gute Elastizität behält.

Nach Einbringen des Packungsringes in den Packungsraum und Verschrauben der gesamten Packung mittels der Stopfbuchsbrille, die federbelastet ausgeführt ist, erfolgt die endgültige Verdichtung der einzelnen Packungsringe im Packungsraum. Die dabei bewirkte zusätzliche Verdichtung wird im allgemeinen ausreichen, um die restlichen Maßtoleranzen auszugleichen und eine gute Dichtwirkung im Sinne der Erfindungsaufgabe der Packung zu erreichen.

Die Standzeit der eingebauten Packung wird durch eine geeignete Kammerung der Packung verlängert. Dadurch wird das eingebrachte Gleitmittel langsamer herausgetragen und auf der Spindel bleibt ein zusammenhängender Schmierstofffilm erhalten. Durch die Kammerung wird, trotz hoher Anpreßkraft und häufiger axialer Betätigungen an der Ventilspindel die Extrudierung des Packungsmaterials weitgehend verhindert. Die Kammerung der Packung erfolgt an der Unterseite und auf der Oberseite der Packung mittels an der Spindel engstmöglich anliegender etwa 2 mm dicker Ringe. Diese Ringe können beispielsweise aus lt-Dichtungsmaterial, einer Mischung aus ca. 8 bis 15 Gew.-% Gummi, 70 bis 80 Gew.-% Asbest sowie 5 bis 15 Gew.-% Zusatzstoffen für hohe zulässige Flächenpressungen aber auch asbestfreien Materialien wie hochverdichteten Reingraphitscheiben oder anderen Materialien bestehen.

Durch eine geeignet ausgelegte, stabile Grundscheibe wird eine gute Auflage der Packung im Packungsraum sichergestellt. Die Packung mit geteilter Packungslänge wird so aufgebaut, daß die Grundscheibe, ein unterer Kammerungsring, die unteren Packungsringe für den unteren Packungsraum, sowie ein Kammerungsring nacheinander in den Packungsraum eingebracht und durch ein geeignetes Werkzeug leicht angeschlagen werden. Anschließend erfolgt die Anordnung der Schmierbuchse im Packungsraum, wobei zweckmäßig höchstens etwa $1/3$ der gesamten Packungslänge im unteren Packungsraum und mindestens etwa $2/3$ der Packungslänge oberhalb der Buchse angeordnet werden. Schließlich folgen auf die Schmierbuchse ein weiterer Kammerungsring, die Packungsringe sowie der obere Kammerungsring. Nach Einbringung der Schmierbuchse werden wieder ein unterer Kammerungsring, die Packungsringe sowie ein oberer Kammerungsring eingebracht und wie beschrieben ebenfalls leicht angeschlagen. Die Packung wird danach mittels der durch Gewindbolzen und Schraubenmuttern einstellbaren über die Stopfbuchsbrille wirkenden Federkraft nur soweit zusätzlich verdichtet, bis der Packungsraum blasendicht ist und die federnde und elastische Wirkung der Packungsringe möglichst weitreichend erhalten geblieben ist. Die Blasendichtheit wird durch Anwendung eines schäumenden Mittels, das im Falle von Undichtigkeiten aufgrund eines Druckgradienten Gas austreten läßt, das zur Blasenbildung Anlaß gibt, geprüft.

Sind Packungsräume, was beispielsweise bei älteren Armaturentypen der Fall sein kann, zu lang, so können für den Packungsaufbau zwischen Packung und Stopfbuchsbrille geeignete Distanzbuchsen eingesetzt werden. Auch können die einzelnen Packungsringe zu einer vorgefertigten Baueinheit bereits außerhalb des Packungsraumes zusammengefügt werden, d. h., statt Einzelpackungsringen kann eine Packungshülse eingesetzt werden, ggf. auch mit integralem Kammerungsring. Der Vorteil dieser Maßnahme liegt darin, daß ein stabiles Bauelement für die Verpackung von Spindeln eingesetzt werden kann. Durch zusätzliche Anordnung von Kontroll- und Spülstutzen im Bereich des unteren und des oberen Stopfbuchsteils kann mittels Differenzdruckmessung während des Betriebs geprüft werden, inwieweit der untere Stopfbuchsteil noch Dichtfunktion aufweist.

Eine erfindungsgemäße Stopfbuchsenausführung, bestehend aus einer mit einem Gleitmittel, wie beschrieben, hergestellten Reingraphitpackung, in einer typischen geteilten Anordnung der Kammerungs- und der Packungsringe, die über Federn vorgespannt ist, mit einer permanenten Gleitmittelversorgung, die gegen den Überdruck im Ventilkörper eine kontinuierliche Zufuhr von Gleitmittel zur Führung der Spindel in der Stopfbuchse gewährleistet, ist in der Figur 3 dargestellt.

Die in der Figur 3 verwendeten Bezugszeichen haben die folgende Bedeutung:

- Spindel 1
- Stopfbuchsbrille 2
- Ventilgehäuse 3
- Tellerfederpaket 4
- Federteller 5
- Gewindelolzen 6
- Kammerungsringe 7, 9, 10, 12
- Packungsringe 8, 11
- Schmierbuchse 13
- Durchgangsbohrung 14
- Zuführstutzen 15
- Druckschmierkopf 16
- Zylinderraum für Gleitmittel 17a
- Zylinderkolben 17
- Führungsstange 18
- Schraubendruckfeder 19
- Zylinderkopf 20

Eine besondere Ausführungsart der Erfindung betrifft eine automatische Gleitmittelzuführung.

Bei Untersuchungen der Langzeitdichtheit des erfindungsgemäßen Abdichtungssystems mit federelastischer Stopfbuchsenpressung und permanenter Gleitmittelzugabe im Stopfbuchsenbereich wurde festgestellt, daß eine Dichtheit der Stopfbuchsenabdichtung von $1,3 \cdot 10^{-6} \text{ mbar} \cdot 1 \cdot \text{s}^{-1}$ bis zum Ende des Versuchsprogramms bei 60 000 Betätigungen zwischen 0 und 100% Hub un: Nenndruckbedingungen (He-N₂-Lecktestverfahren) erhalten werden konnte.

Bei ausreichender Gleitmittelzugabe zeigte die Armatur bis zu hohen Betätigungszahlen an der Ventilspindel einen erheblich geringeren Emissionsmassenstrom als bei der Anwendung der TA Luft auf Faltenbalgarmaturen mit einer Flanschdichtung maximal zulässig ist.

Damit hat sich das erfindungsgemäße Abdichtungssystem an Spindeln für Armaturen als zumindest gleichwertig zu der in der TA Luft geforderten Abdichtung mit Faltenbälgen erwiesen, wodurch erhebliche Kosteneinsparungen und ein bisher nicht erreichter Standard der Langzeitdichtheit realisiert werden können.

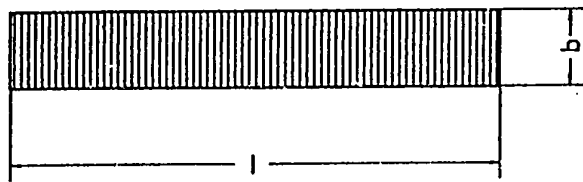


Fig. 1

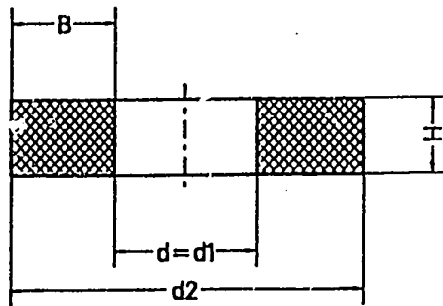


Fig. 2

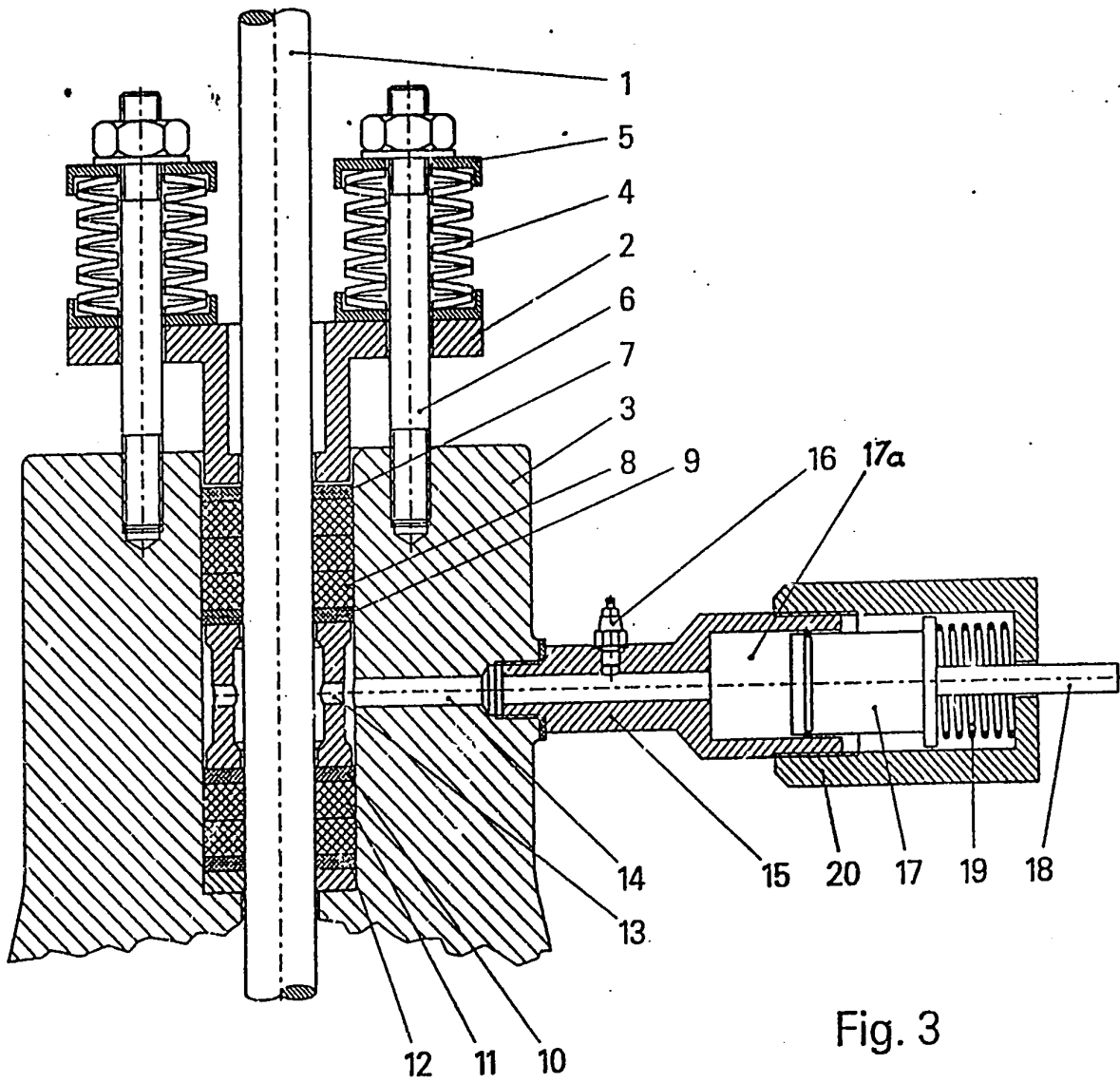


Fig. 3