

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

(19) **DD** (11) **239 465 A1**

4(51) F 28 F 19/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 28 F / 278 717 8

(22) 18.07.85

(44) 24.09.86

(71) VEB Kombinat KALI, 5400 Sondershausen, Schacht II, DD

(72) Heßler, Manfred; Breiter, Bernhard, Dr. Dipl.-Ing.; Kuntze, Helmut; Scherzberg, Heinz, Dr. Dipl.-Chem., DD

(54) Vorrichtung zur Verschleißminderung suspensionsdurchströmter Rohrbündelwärmeaustauscher

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Verminderung des Verschleißes von Rohrbündelwärmeaustauschern, die von Suspensionen durchströmt werden. Ziel und Aufgabe der Erfindung besteht in der Reduzierung des materiellen Aufwandes beim Betreiben von suspensionsdurchströmten Rohrbündelwärmeaustauschern und somit in der Schaffung einer Vorrichtung, durch die der erosive Materialabtrag vermindert werden kann. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß im Bereich des Einströmbodens in den einzelnen Wärmeaustauscherrohren metallische oder nichtmetallische, leicht auswechselbare Verschleißschutzhülsen aus temperatur-, korrosions- und verschleißbeständigem Material angebracht werden.

ISSN 0433-6461

8 Seiten

Erfindungsanspruch:

1. Vorrichtung zur Verschleißminderung suspensionsdurchströmter Rohrbündelwärmeaustauscher, **gekennzeichnet dadurch**, daß im Bereich des Einströmbodens in den einzelnen Wärmeaustauscherrohren metallische oder nichtmetallische, leicht auswechselbare Verschleißschutzhülsen aus temperatur-, korrosions- und verschleißbeständigem Material angebracht sind, die mit mindestens der dreifachen Länge, bezogen auf den Innendurchmesser in die Wärmeaustauscherrohre hineinragen und entweder durch Form sowie Passung oder durch einen vorgesetzten Lochboden gehalten werden.
2. Vorrichtung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Bund der Verschleißschutzhülsen oder/und der vorgesetzte Lochboden den Rohrboden des Wärmeaustauschers ganz oder teilweise überdeckt und diesen vor Erosion schützt.
3. Vorrichtung nach Punkt 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Bund der Verschleißschutzhülsen so gestaltet ist, daß die eingesetzten Hülsen sich vollständig gegenseitig berühren und der Rohrboden wabenartig überdeckt ist.
4. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Verschleißschutzhülsen strömungsgünstig gestaltet sind und sich mit allmählicher Durchmessererweiterung an das Wärmeaustauscherrohr anschmiegen und/oder zum Strömungseingang hin abgerundete Kanten aufweisen.
5. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß zusätzlich der vorgesetzte Lochboden strömungsgünstig gestaltete, abgerundete Kanten aufweist.
6. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Verschleißschutzhülsen zusätzlich in Richtung der eintretenden Strömung angebrachte rohrförmige Hülseanteile enthalten, die eine Länge mindestens des 2,5fachen des Rohrdurchmessers haben und strömungsberuhigend wirken.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Verschleißminderung suspensionsdurchströmter Rohrbündelwärmeaustauscher. Das hauptsächlichste Anwendungsgebiet sind suspensionsdurchströmte Rohrbündelwärmeaustauscher in Eindampfanlagen, bei denen abrasive Suspensionen mit hohen Feststoffanteilen die Heizrohre mit hohen Geschwindigkeiten durchströmen und durch Erosion zum vorzeitigen Verschleiß der Rohre führen. Die Erfindung ist auch für suspensionsdurchströmte Kühlrohre in Rohrbündelwärmeaustauschern zur Kälteübertragung anwendbar.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Rohrbündelwärmeaustauscher müssen in der Regel mit hohen Geschwindigkeiten durchströmt werden, um einen intensiven Wärmeaustausch zu bewirken. Klare Flüssigkeiten oder Suspensionen mit niedrigem Feststoffgehalt oder mit wenig erosiv wirkenden Feststoffen führen zu keinerlei Problemen. Bei einigen Medien, insbesondere solchen, die durch stark abrasiv wirkende Partikel einen starken erosiven Abtrag des Materials der Rohre und des Einströmröhrbodens im Bereich der Einwalzstellen der Rohre bewirken, kommt es zu einem starken Materialverlust, so daß die Wärmeaustauscherrohre undicht werden und der Rohrbündelwärmeaustauscher nach kurzer Betriebszeit unbrauchbar wird. Je nach Art und Umfang des Schadens werden drei Maßnahmen durchgeführt:

Einzelne Heizrohre werden durch Zustöpseln außer Funktion gesetzt, werden größere Rohranzahlen undicht, erfolgt eine völlige oder teilweise Neuberohrung, oder es wird ein komplett neues Heizregister eingebaut.

Die Verwendung kunststoffbeschichteter Heizrohre ist meistens mit einem untragbar hohen Rückgang der Wärmeübertragungsleistung verbunden, und die Beschichtung ist nur in eingeschränktem Maße wirksam.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung hat das Ziel, den hohen ökonomischen Aufwand des häufigen Auswechselns oder Neuberohrens von suspensionsdurchströmten Wärmeaustauschern nach relativ geringer Betriebszeit zu vermindern und erheblich längere Laufzeiten zwischen zwei Neuberohrungen oder Auswechselungen zu erreichen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Erfindung muß die technische Aufgabe lösen, bei unverändertem Medium und unveränderter Wärmeübertragungsleistung den durch erosiven Materialabtrag bewirkten Verschleiß an den Heizrohren und Rohrböden zu vermindern oder zumindest die Häufigkeit des verschleißbedingten Auswechselns der Rohre oder/und Rohrböden stark zu verringern.

Es wurde gefunden, daß der unvermeidbare Materialverschleiß vorzugsweise im Bereich der leicht austauschbaren erfindungsgemäßen Vorrichtung eintritt, während die Wärmeaustauscherrohre und Rohrböden durch diese Vorrichtung geschützt und entsprechend längere Laufzeiten erreicht werden.

Weiterhin wurde gefunden, daß beim Betrieb eines dampfbeheizten Rohrbündelwärmeübertragers, der von einer stark abrasiv wirkenden Suspension durchströmt wird, die Auswaschungen und Materialverluste nicht über die gesamte Rohrlänge gleichmäßig sondern besonders stark im Bereich des Einströmbodens und der Einwalzstellen der Rohre auftreten. An diesen Stellen kommt es zum Undichtwerden und dem damit verbundenen Unbrauchbarwerden des gesamten Rohrbündelwärmeaustauschers. Obwohl fast die gesamte Rohrlänge noch genügende Wandstärken aufweist, müssen die gesamten Rohre und in der Regel auch der Rohrboden gewechselt werden. Es konnte unter technischen Einsatzbedingungen nachgewiesen werden, daß der an den Wärmeaustauscherrohren und am Rohrboden eines suspensionsdurchströmten Rohrbündelwärmeaustauschers eintretende erosive Materialabtrag ganz wesentlich durch die nachfolgend beschriebene erfindungsgemäße Vorrichtung vermindert werden konnte. Der wegen hoher Verwirbelung einströmseitig auftretende stärkere Materialabtrag tritt bei Anwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung nicht an den Wärmeaustauscherrohren oder dem Rohrboden auf sondern hauptsächlich im Bereich der erfindungsgemäßen Bauelemente, während die Rohre und der Rohrboden des Wärmeaustauschers einem wesentlich geringeren Verschleiß unterliegen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht im einfachsten Falle aus Verschleißschutzhülsen, die aus dem gleichen Material wie die Wärmeaustauscherrohre und der Rohrboden gefertigt sind. Die erfindungsgemäßen Verschleißschutzhülsen sind entweder aus Rohrmaterial gefertigt, dessen Außendurchmesser etwas geringer ist als der Innendurchmesser des zu schützenden Wärmeaustauscherrohres oder sind aus Vollmaterial durch bekannte Bearbeitungsverfahren hergestellt.

Verschleißschutzhülsen, insbesondere aus Kunststoffen oder Gummi, können auch durch Pressen geformt sein. Die Verschleißschutzhülsen werden am Einström-Boden des Wärmeaustauschers in jedes einzelne Wärmeaustauscherrohr so eingesetzt, daß sie dessen Eintrittsbereich in dem die stärkste Verwirbelung erfolgt, bedecken und somit vor Erosion schützen. Die erfindungsgemäßen Verschleißschutzhülsen ragen in das Innere der zu schützenden Wärmeaustauscherrohre einströmseitig hinein in einer Länge die mindestens dem 3fachen Rohrrinnendurchmesser entspricht und sind durch ihre Formgebung und Einpassung so eingebaut, daß sie an der Innenwandung des Wärmeaustauscherrohres glatt anliegen und durch eine bundförmige Erweiterung ihres Außendurchmessers über den Rand des Wärmeaustauscherrohres zu überstehen, daß ein Hineinrutschen in das Rohrinne unmöglich ist.

Gleichzeitig kann durch zweckentsprechende Gestaltung dieses Bundes der Rohrboden ganz oder teilweise vor Erosion geschützt werden. Im einfachsten Falle sind bei kraftschlüssiger Einbringung keine besonderen Haltevorrichtungen erforderlich. Insbesondere bei Materialien mit unterschiedlichem Wärmeausdehnungskoeffizienten kann erfindungsgemäß ein Lochboden vorgesetzt werden, der sowohl die eingebrachten Verschleißschutzhülsen zuverlässig arretiert als auch den Rohrboden zusätzlich vor erosivem Angriff schützt. Der vorgesetzte Lochboden ist unbedingt erforderlich, wenn aufgrund stark unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten der verwendeten Materialien keine kraftschlüssige Haftung bei Betriebstemperatur erreicht werden kann. Der Lochboden entspricht in Bohrungsanzahl und Teilung dem Rohrboden. Die Befestigung des vorgesetzten Lochbodens erfolgt im Rohrboden, beispielsweise durch Innensechskantschrauben, die in im Rohrboden angebrachte Gewindefacklöcher greifen. Haben Verschleißschutzhülsen und vorgesetzter Lochboden extrem unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten, wird der Lochboden mehrfach geteilt und die Halteschrauben sind durch entsprechend große Bohrungen zu führen. Die Unterteilung des Lochbodens kann unabhängig vom Material entsprechend den Montage- und Demontagemöglichkeiten und der Maße des Mannloches erforderlich sein.

Durch das Anziehen des vorgesetzten Lochbodens mit Hilfe der Befestigungsschrauben werden die eingebrachten Verschleißschutzhülsen festgehalten und sind andererseits durch Lösen des vorgesetzten Lochbodens oder Lochbodenteiles leicht demontierbar. Bei erforderlichem Austausch wird der vorgesetzte Lochboden gelöst und die verschlissenen Hülsen gegen neue ausgetauscht. Auf diese Weise gelingt es, die Zeitdauer bis zum Auswechseln des gesamten Rohrbündels wesentlich zu verlängern, was erst erforderlich ist, wenn die Wärmeaustauscherrohre auf ihrer gesamten Länge durch Materialabtrag unbrauchbar geworden sind.

Die Verschleißschutzhülsen und der vorgesetzte Lochboden können entweder aus dem gleichen Material wie das Rohrbündel bestehen, beispielsweise aus Aluminiumbronze, Kupfer-Nickel-Werkstoffen, wie CuNiFe 10, oder Titanwerkstoffen, wie Ti 02 Pd oder sie können ganz oder teilweise aus einem verschleiß- und temperaturresistenten Kunststoff oder Gummi oder aus Spezialkeramik bestehen. Sowohl die Einströmseite des Lochbodens als auch die Verschleißschutzhülsen sind erfindungsgemäß strömungsgünstig gestaltet. Das betrifft abgerundete Kanten einströmseitig und eine Erweiterung des Innendurchmessers der Rohre auf Kosten der Wandstärke, so daß sich diese am Ende allmählich an den Innendurchmesser des Wärmeaustauscherrohres erweitern und sich glatt an dieses anschmiegen.

Eine besondere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verschleißschutzhülsen besteht in rohrförmigen Vorsätzen, die der eigentlichen Verschleißschutzhülse vorgesetzt sind und in Richtung der einströmenden Suspension geführt sind. Dieser rohrförmige Vorsatz, dessen Länge mindestens dem 2,5fachen Rohrdurchmesser entspricht, bewirkt eine zusätzliche Strömungsberuhigung der eintretenden Suspension vor deren Eintritt in das Rohrbündel. Eine andere spezielle Ausführungsform der Verschleißschutzhülsen betrifft deren Bund. Während die Hülsen üblicherweise einem der Rohrbodenteile angepaßten Bund besitzen, der Teile des Einströmbodens überdeckt und somit diesen vor Erosion schützt, kann durch eine erfindungsgemäße Sechseckteilung oder eine andere zweckentsprechende Formgebung ein totales gegenseitiges Berühren der einzelnen Hülsen und damit ein vollständiger Schutz des Rohrbodens erreicht werden. Die einzelnen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden durch Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierzu sind die zeichnerischen Darstellungen Figur 2 bis Figur 6 beigelegt, in denen die Einzelheit „x“ gemäß Figur 1 zeichnerisch näher beschrieben ist.

Ausführungsbeispiel 1 (Hierzu Figur 2)

Rohrboden 1, Wärmeaustauscherrohre 2 und Verschleißschutzhülsen 3 bestehen aus Aluminiumbronze. Die Verschleißschutzhülsen 3 ragen mit dem 4,5fachen ihres Durchmessers ins Innere der Wärmeaustauscherrohre 2. Der Bund 4 der Verschleißschutzhülsen ist ringförmig. Die Hülsen berühren sich gegenseitig an einer Mantellinie des Bundes. Eine Abschrägung der Hülsenkanten erfolgt, wie in Figur 1 dargestellt.

Ausführungsbeispiel 2 (Hierzu Figur 3)

Rohrboden 1 und Wärmeaustauscherrohre 2 bestehen aus Kupfer-Nickelwerkstoff CuNiFe 10. Die Verschleißschutzhülsen 3 bestehen aus Hartgummi. Die Verschleißschutzhülsen 3 ragen mit dem 4fachen ihres Durchmessers in das Innere der Wärmeaustauscherrohre 2. Der Bund 4 der Verschleißschutzhülsen 3 ist sechskantig geformt, so daß sich die eingebrachten Verschleißschutzhülsen 3 mit ihrem Bund 4 vollständig berühren und den Rohrboden 1 vollständig wabenartig überdecken und somit vollständig schützen.

Ausführungsbeispiel 3 (Hierzu Figur 4)

Der Rohrboden 1 und die Wärmeaustauscherrohre 2 bestehen aus Aluminiumbronze. Die Verschleißschutzhülsen 3 sind aus Polytetrafluoräthylen oder PVDF gefertigt und ragen in einer Länge, die dem 6fachen Rohrdurchmesser entspricht, ins Innere der Wärmeaustauscherrohre 2. Die Verschleißschutzhülsen 3 besitzen einen Bund 4, der in entsprechende Bohrungen 6 im Lochboden 5 paßt. Der Lochboden 5 ist aus Hartgummi gefertigt. In Richtung der eintretenden Strömung verengen sich die Bohrungen 6, durch die die Suspension in die Verschleißschutzhülsen 3 eintritt.

Ausführungsbeispiel 4 (Hierzu Figur 5)

Rohrboden 1 und Wärmeaustauscherrohre 2 bestehen aus palladiumstabilisiertem Titan. Die Verschleißschutzhülsen 3 bestehen aus Hartkeramik und ragen in 3,5facher Länger des Durchmessers in das Innere der Wärmeaustauscherrohre 2. Der vorgesetzte Lochboden 5 besteht aus gummiertem Stahl. Der Bund 4 der Verschleißschutzhülsen 3 entspricht in seinem Innendurchmesser dem Innendurchmesser der Hülse 3 und der gleichgroßen Bohrungsweite 6 des Lochbodens 5. Die Befestigung des Lochbodens 5 am Rohrboden 1 erfolgt mittels Sechskant-Innenschrauben 7 in der aus Figur 4 ersichtlichen Art und Weise.

Ausführungsbeispiel 5 (Hierzu Figur 6)

Rohrboden 1, Wärmeaustauscherrohre 2 und Verschleißschutzhülsen 3 bestehen aus Aluminiumbronze. Die Verschleißschutzhülse 3 besteht aus einem Innenteil 3a und einem Außenteil 3b, die über den Bund 4 zu einem Ganzen verbunden sind. Der Innenteil 3a ragt mit der 5fachen Länge des Hülsendurchmessers ins Innere des Wärmeaustauscherrohres 2, der Außenteil 3b ragt mit der 6,5fachen Länge des Hülsendurchmessers in Richtung der einströmenden Suspension. Die einzelnen Verschleißschutzhülsen 3 werden über den ringförmigen Bund 4 und den Lochboden 5, der ebenfalls aus Aluminiumbronze besteht, arretiert. Die Außenteile der Verschleißschutzhülsen 3b stecken in den Bohrungen 6 des Lochbodens 5 und die gesamten Verschleißschutzhülsen 3 werden durch den Lochboden 5 über den Bund 4 leicht lösbar aber fest angepreßt. Mittels Senkschrauben 7 wird der vorgesetzte Lochboden 6 am Rohrboden 1 leicht demontierbar im erforderlichen Umfang fixiert.

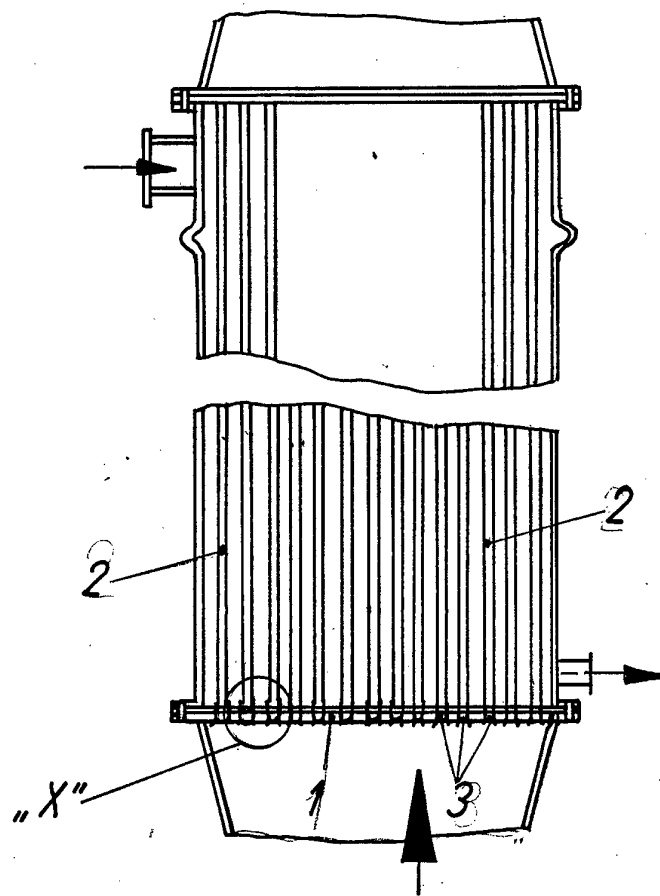


Fig.1

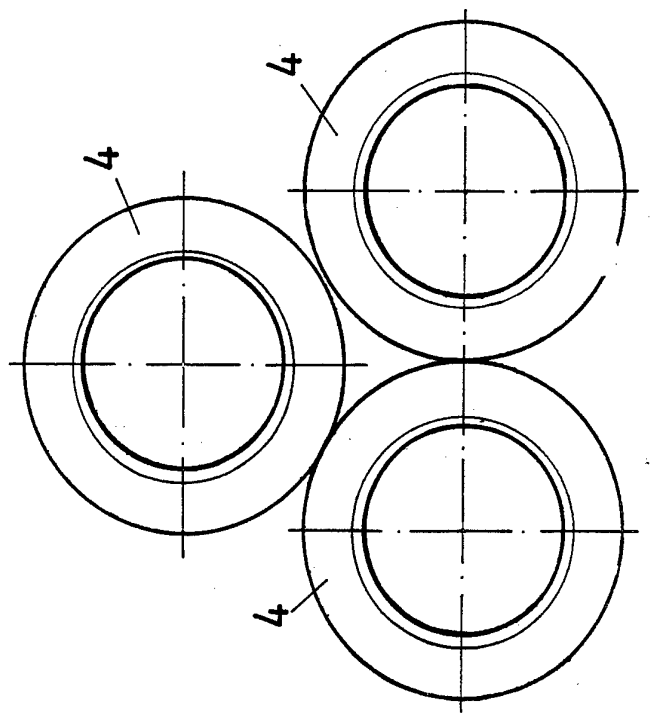
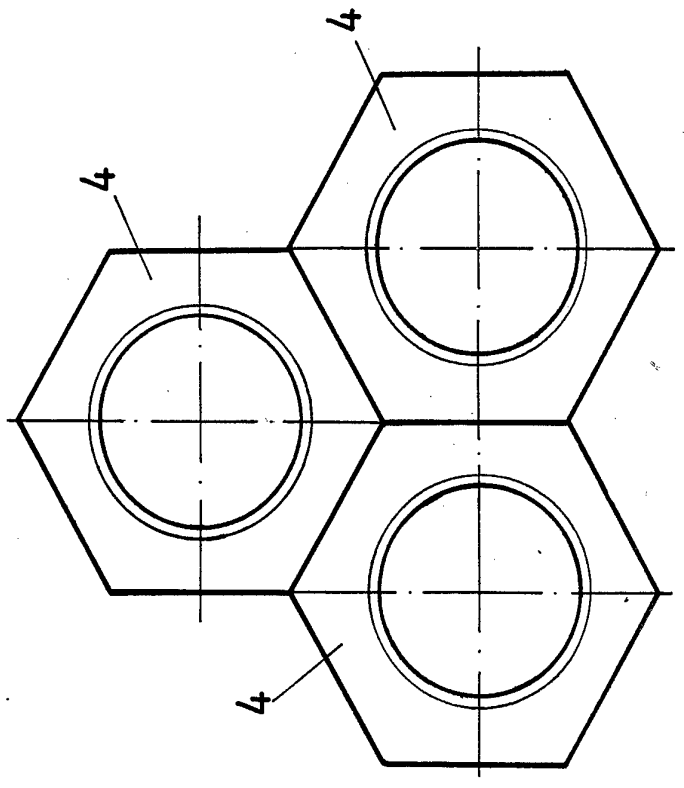


FIG. 3

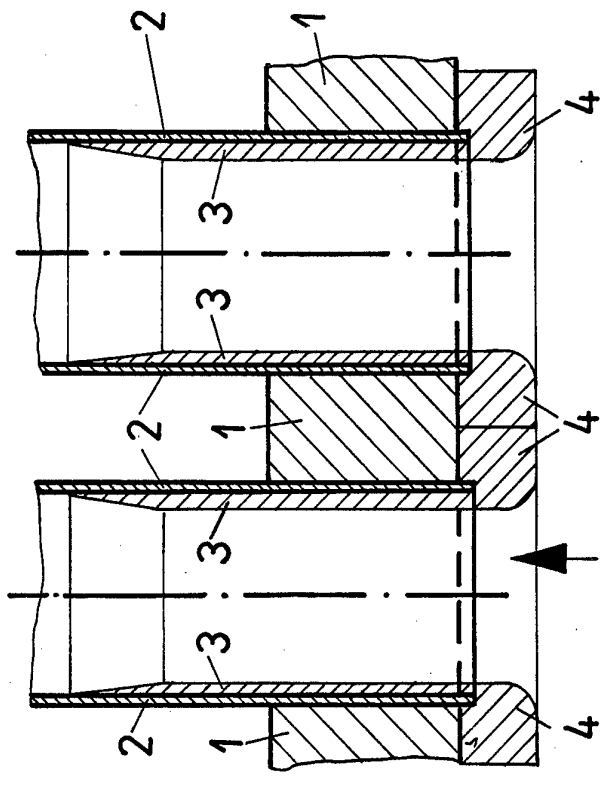
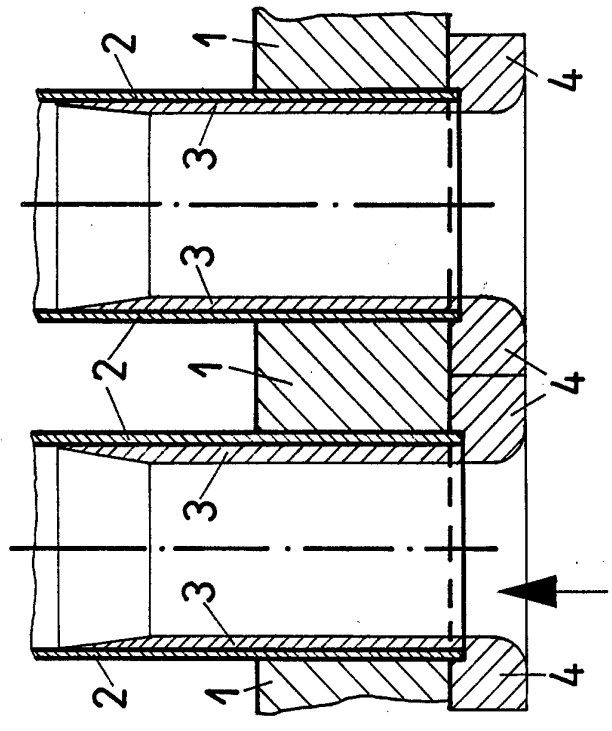


FIG. 2



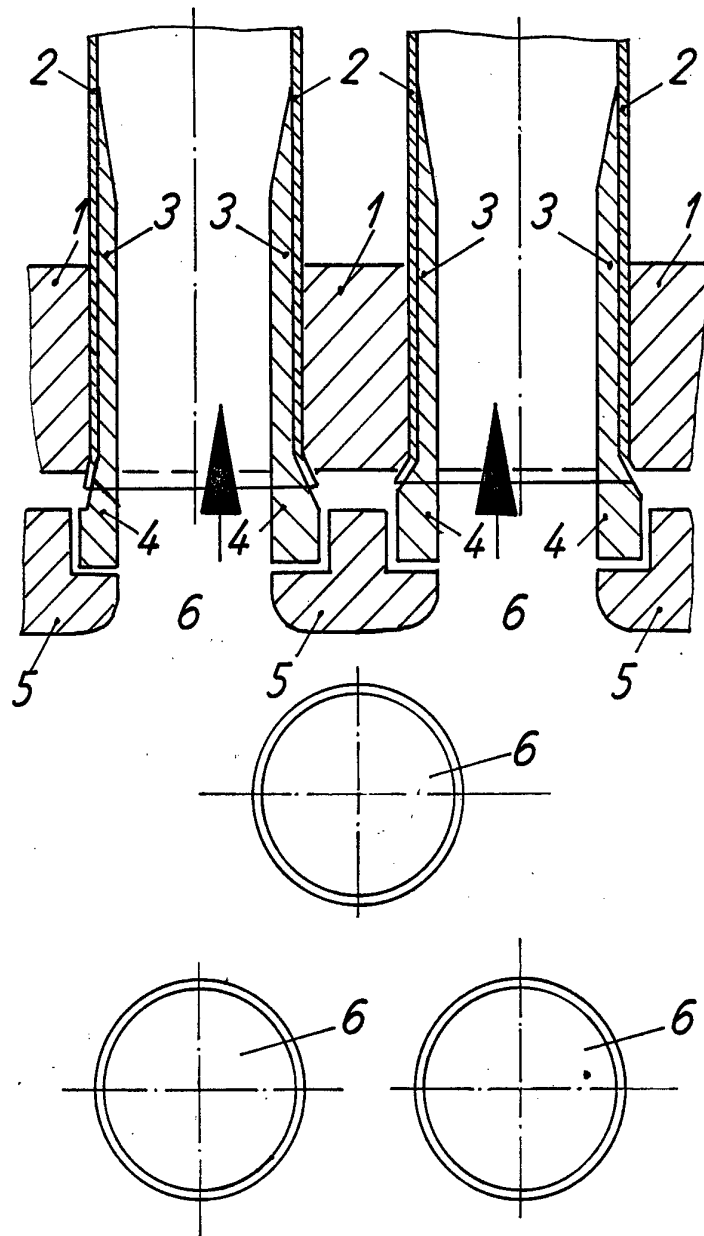


Fig.4

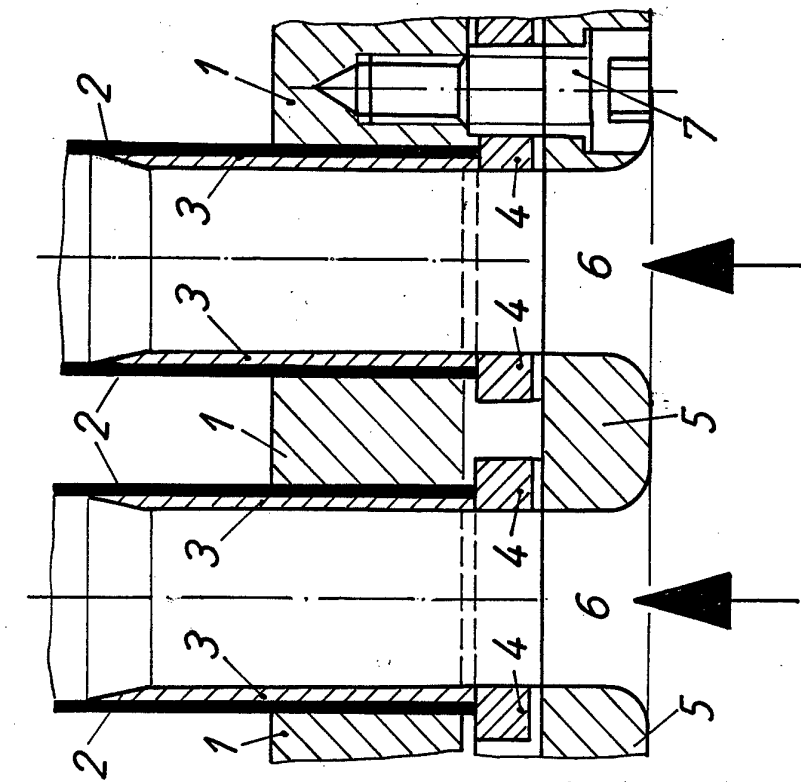


Fig. 5

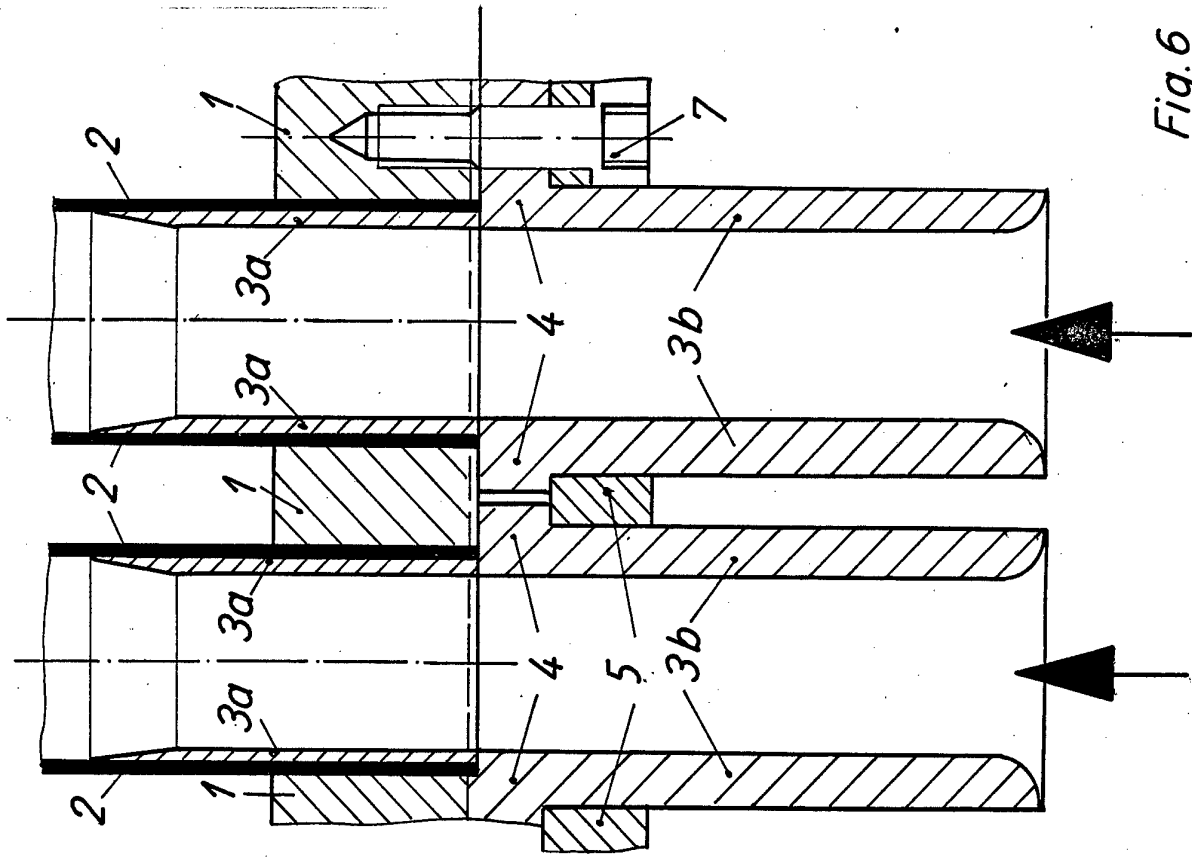


Fig. 6