

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 447 391 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den
Einspruch:
08.01.1997 Patentblatt 1997/02

(51) Int Cl.⁶: **F28F 11/02**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE88/00738

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
26.08.1992 Patentblatt 1992/35

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 90/06483 (14.06.1990 Gazette 1990/14)

(21) Anmeldenummer: **88909985.9**

(22) Anmeldetag: **29.11.1988**

(54) **ROHRSTOPFEN ZUM VERSCHLIESSEN EINES DEFECTEN WÄRMETAUSCHERROHRES**
OBTURATING ELEMENT FOR SEALING A DEFECTIVE HEAT-EXCHANGER PIPE
ELEMENT D'OBTURATION POUR TUBES D'ECHANGE DE CHALEUR DEFECTUEUSE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR LI NL SE

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.09.1991 Patentblatt 1991/39

(73) Patentinhaber: **SIEMENS**
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

(72) Erfinder:

- **KRAUSSER, Peter**
W-8510 Fürth (DE)
- **HÜMMELER, Alexander**
W-8551 Röttenbach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 122 610	EP-A- 0 137 984
EP-A- 0 142 985	EP-A- 0 291 003
US-A- 4 178 966	US-A- 4 513 786

EP 0 447 391 B2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Rohrstopfen zum Verschließen eines defekten Wärmetauscherrohres, bei dem ein hohler zylindrischer Teil in einen hohlen konischen, am freien Ende geschlossenen Teil übergeht und der zylindrische Teil einen Außendurchmesser besitzt, der geringfügig kleiner ist als der Innendurchmesser des zu verschließenden Wärmetauscherrohres, und durch Aufweiten in dichtenden Kontakt mit der inneren Oberfläche des Wärmetauscherrohres gebracht wird, wobei im zylindrischen Teil und/oder im konischen Teil Mittel zum Einsetzen und Arretieren eines Ziehwerkzeuges angebracht sind.

Ein Rohrstopfen der eingangs genannten Art ist beispielsweise aus der EP-A-0 137 984 bekannt. Dieser Rohrstopfen ist an seinem Außenumfang im aufzuweitenden Bereich mit Graten versehen, um einen guten Preßsitz und eine gute Dichtwirkung zu erzielen. Beim Ziehen des Rohrstopfens ist im Rohrstopfen eine Gewindebohrung vorgesehen, in die ein Gewindegewinde eingeschraubt werden kann. Durch die am Außenumfang angeordneten Grate sind jedoch zum Ziehen hohe Kräfte erforderlich und das Entfernen der Rohrstopfen ist erschwert.

In der US-A-4 513 786 ist ein Rohrstopfen offenbart, der einen im wesentlichen gleichbleibenden Außendurchmesser aufweist, wobei ein Abschnitt des Stopfens in der Nähe seines offenen Endes einen geringfügig größeren Durchmesser aufweist, um so eine leichte Preßpassung im Rohr sicherzustellen. Auf einen Abschnitt der Außenfläche des Stopfens ist ein Band aus verformbarem Material aufgebracht, das entweder aus Gold, Silber oder reinem Eisen besteht. Der Rohrstopfen wird bündig abschließend in das Rohrende eingeführt. Anschließend wird er mittels einer Walzvorrichtung in dem mit dem verformbaren Material versehenen Abschnitt aufgeweitet, so daß eine dichte Verbindung mit dem Rohr entsteht. Das Entfernen dieses Rohrstopfens ist schwierig und nur mittels spezieller Greifwerkzeuge möglich. Desweiteren können sich im nicht aufgeweiteten Bereich zwischen dem Rohrstopfen und dem Wärmetauscherrohr korrosionsfördernde Ablagerungen sammeln. Diese führen zu einer Zerstörung des Rohrstopfens oder des Rohres.

Aus der US-A 4 502 511 ist ein weiterer Rohrstopfen bekannt, der durch Aufweiten mittels Walzen im Wärmetauscherrohr fixiert wird. Der Rohrstopfen weist eine im wesentlichen zylindrische Form auf, wobei am offenen Ende des Rohrstopfens ein Flansch als Tiefenanschlag vorgesehen ist. Die Außenwand des Rohrstopfens weist in dem Bereich, in dem er festgewalzt wird, eine radiale Vertiefung auf, in der ein elastomeres Silikonmaterial aufgebracht ist. Bei diesem bekannten Rohrstopfen besteht die Gefahr von vorzeitigen Undichtigkeiten. Auch können durch die dünnere Wandstärke im Bereich des elastomerischen Materials nicht sehr große Haltekräfte zum Rohr aufgebracht werden. Der

Rohrstopfen kann durch das Aufweiten nicht sicher gehalten werden.

Auch ist aus der US-A 4 178 966 ein Rohrstopfen bekannt, der einen konischen und einen zylindrischen Teil aufweist, in dem zwei koaxiale Bohrungen vorgesehen sind. In einer dritten Bohrung ist ein Gewinde zum Eindrehen eines Ziehwerkzeuges vorgesehen. Dieser Rohrstopfen ist jedoch zum Einschweißen in den Rohrboden vorgesehen, wodurch eine Wärmebelastung dieses Bereiches entsteht. Darüber hinaus ist das Entfernen des Stopfens schwierig.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Walzstopfen der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, der bei verbesserter Dichtwirkung größere Haltekräfte gegenüber dem bekannten Rohrstopfen aufweist und trotzdem leicht ziehbar ist, und bei dem beim Walzen die Entstehung von hohen mechanischen Spannungen und somit die Gefahr einer nachfolgenden Spannungsrißkorrosion vermieden ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Rohrstopfen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch gelöst, daß der zylindrische Teil in einem aufzuweitenden Bereich auf eine Rauhtiefe von 0,05 bis 0,2 mm aufgeraut ist und daß der zylindrische Teil zum konischen Teil ohne Absatz fließend übergeht.

Auf diese Weise wird, obwohl keine Reinigung des Wärmetauscherrohres vor dem Einbau nötig ist, trotz erhöhter Haltekräfte und verbesserter Dichtwirkung ein leichteres Ziehen des Rohrstopfens ermöglicht ohne daß bei Anordnung der Mittel zum Ziehen des Rohrstopfens im konischen Teil eine Deformierung des Rohrstopfens im Übergang des zylindrischen Teils in den konischen Teil entsteht. Darüber hinaus wird durch die Erfindung eine Spülung des Raumes zwischen dem Wärmetauscherrohr und dem konischen Teil des Stopfens gewährleistet und damit eine Konzentration von Korrosionsprodukten verhindert. Beim Festwalzen des Stopfens wird durch den sanften Übergang des zylindrischen Teils in den konischen Teil die Entstehung von hohen mechanischen Spannungen und damit die Gefahr einer Spannungsriß-Korrosion vermieden.

Um ein Ziehen des Rohrstopfens ohne Erhitzen zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, den aufgerauten Bereich mit einer Schicht aus verformbarem Metall zu versehen. Dadurch läßt sich der Rohrstopfen besonders leicht ziehen.

Eine Anpassung des Rohrstopfens an spezielle Ziehwerkzeuge ist dadurch möglich, daß der konische Teil gegenüber dem zylindrischen Teil in seiner Wandstärke verdickt ist und die Mittel als Eindrehungen ausgebildet sind. So können Ziehwerkzeuge verwendet werden, die in einfacher Weise in den Rohrstopfen eingeführt und arretiert werden, wobei große Ziehkräfte gewährleistet sind.

In einigen Fällen kann es zweckmäßig sein, wenn die Eindrehungen ringförmig ausgebildet sind. Diese Ausführung des Rohrstopfens ermöglicht die Verwendung eines einfachen Ziehwerkzeuges, das mit aus-

spreizbaren Widerhaken versehen ist. So ist ein einfaches, zeitsparendes Ziehen des Rohrstopfens möglich, so daß die Dosisbelastung des Bedienpersonales sehr klein gehalten werden kann.

Vorzugsweise ist als verformbares Metall ein Nickelwerkstoff verwendet. Dadurch wird eine besonders hohe Korrosionsbeständigkeit sowie eine gute Verformbarkeit des Rohrstopfens erzielt, was zu einer besonders dichten Verbindung in Wärmetauscherrohren, die zumeist aus Inconel bestehen, führt.

Um ein Verdrehen des Rohrstopfens während des Walzvorganges und damit eine Beschädigung der Beschichtung bzw. des Wärmetauscherrohres zu verhindern, ist es günstig, den zylinderförmigen Teil des Rohrstopfens endseitig mit einem Flansch zu versehen, der mindestens eine Einkerbung zum Eingriff eines Werkzeuges aufweist. Damit ist auf einfache Weise eine sichere Verbindung zwischen dem Walzwerkzeug und dem Rohrstopf gewährleistet.

Zum Lösen des Rohrstopfens, der in einem Wärmetauscherrohr, insbesondere durch Aufweiten festgehalten ist, ist es vorteilhaft, ein Verfahren anzuwenden, bei dem in das Innere des Rohrstopfens ein Schweißgerät eingeführt wird und die Rohrstopfendenwandung auf einer vorgegebenen Bahn durch Aufschmelzen der Oberfläche geschrumpft wird. Dadurch wird die Haftung des Rohrstopfens an der Rohrwand aufgehoben, wodurch der Stapfen ohne große Ziehkräfte und ohne Beschädigung des Wärmetauscherrohres entferntbar ist.

Der Rohrstopf wird besonders gut gelöst, wenn die Bahn meanderförmig ist. In einfacher Weise kann der Rohrstopf anschließend mit Hilfe eines Ziehwerkzeuges aus dem Wärmetauscherrohr entfernt werden.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen erläutert. Es zeigen:

FIG 1 einen Rohrstopf;

FIG 2 einen in ein Wärmetauscherrohr eingesetzten Rohrstopf, der mittels eines Schweißgerätes geschrumpft wird;

FIG 3 eine Abwicklung der Schweißbahn der aufgeschmolzenen Innenoberfläche eines Rohrstopfes;

FIG 4 einen Rohrstopf mit ringförmigen Eindrehungen und dem dazugehörigen Ausziehwerkzeug und

FIG 5 einen Rohrstopf mit Gewinde und dem dazugehörigen Ausziehwerkzeug.

FIG 1 zeigt einen Rohrstopf 1, der in ein Wärmetauscherrohr 2 eingesetzt ist. Der Rohrstopf 1 besteht aus einem hohlen zylindrischen Teil 3, welches ohne Absatz innen und außen fließend in einen konischen Teil 4 übergeht. Dabei weist der Rohrstopf 1 einen geringfügig kleineren Außendurchmesser als das zu ver-

schließende Wärmetauscherrohr 2 auf. Das Längenverhältnis zwischen dem zylindrischen Teil 3 und dem konischen Teil 4 beträgt etwa 1 : 1. Der Rohrstopf 1 wird durch Aufweiten bzw. durch Walzen eines Bereichs 5 des zylindrischen Teiles 3 in dichtenden Kontakt mit der inneren Oberfläche des Wärmetauscherrohres 2 gebracht, wodurch er im Wärmetauscherrohr 2 fest gehalten ist. Dazu weist der Rohrstopf 1 im aufzuweitenden Bereich 5 eine Rauhtiefe von 0,05 bis 0,2 mm auf. Dies ergibt eine Erhöhung der Haltekräfte.

In dem geschlossenen Ende des konischen Teiles 4 sind Mittel 6 zum Einsetzen und Arretieren eines Werkzeuges angebracht. Diese Mittel 6 können auch alternativ im zylindrischen Teil 3 untergebracht sein. Als Werkzeug sind beispielsweise ein Ziehwerkzeug oder ein Setzwerkzeug vorgesehen.

Endseitig ist der zylindrische Teil 3 des Rohrstopfes 1 mit einem Flansch 7 versehen, wobei der Flansch 7 mindestens eine Einkerbung 8 zum drehmoment-schlüssigen Eingriff eines Werkzeuges aufweist. So ist einerseits ein Tiefenanschlag beim Einführen des Rohrstopfes 1 in das Wärmetauscherrohr 2 gegeben, andererseits ist ein Verdrehen des Rohrstopfes 1 während des Aufweitens verhindert. Das in die Einkerbung 8 eingreifende Werkzeug hält den Rohrstopf 1 sicher in seiner Position. Eine Beschädigung des Rohrstopfes 1 bzw. des Wärmetauscherrohres 2 ist so ausgeschlossen.

Nach dem Einführen des Rohrstopfes 1 in das Wärmetauscherrohr 2 wird ein Walzwerkzeug in den Rohrstopf 1 eingebracht, das den Rohrstopf 1 im Bereich 5 aufweitet, so daß der Rohrstopf fest im Wärmetauscherrohr 2 gehalten ist. Beim Festwalzen des Rohrstopfes 1 wird durch den sanften Übergang des zylindrischen Teils 3 in den konischen Teil 4 die Entstehung von hohen mechanischen Spannungen und damit die Gefahr einer Spannungsrißkorrosion vermieden.

Wie FIG 2 zeigt, kann der Bereich 5 auch mit einer Schicht 9 aus verformbarem Metall versehen sein. Dadurch wird eine gute Dichtwirkung erzielt und darüber hinaus auch ein leichteres Ziehen des Rohrstopfes 1 ermöglicht.

Als verformbares Metall wird beispielsweise ein Nickelwerkstoff verwendet. Dadurch wird eine besonders hohe Korrosionsbeständigkeit sowie eine gute Verformbarkeit dieses Bereiches 5 erzielt. Dies führt zu einer besonders dichten Verbindung im Wärmetauscherrohr, das zumeist aus Inconel bestehen.

Um den aufgeweiteten Rohrstopf 1 im Bedarfsfall zu lösen, wird folgendes Verfahren angewendet: An der Innenseite des zylindrischen Teils 3 wird mittels eines in das Innere des Rohrstopfes 1 eingeführten Schweißgerätes 10 die Rohrstopfendenwandung 11, insbesondere deren aufgeweiteter Bereich 5 auf einer vorgegebenen Bahn 12a durch Schweißen aufgeschmolzen. Diese vorgegebene Bahn 12a kann beispielsweise spiralförmig sein. Durch das Aufschmelzen schrumpft der

zylindrische Teil 3 im aufgeweiteten Bereich 5, wodurch die Haftung des Rohrstopfens 1 an eine Rohrwand 12 aufgehoben wird und der Rohrstopf 1 ohne große Ziehkräfte und ohne Beschädigung des Wärmetauscherrohres 2 entfernbar ist

Obwohl keine Reinigung des Wärmetauscherrohres 2 vor dem Einbau nötig ist, wird bei erhöhten Haltekräften und verbesserter Dichtwirkung ein leichteres Ziehen des Rohrstopfens 1 ermöglicht. Der konische Teil 4 ist in seiner Wandstärke gegenüber dem zylindrischen Teil 3 dicker. Die Anordnung der Mittel 6 zum Ziehen des Rohrstopfens 1 im konischen Teil 4 haben daher keine Deformierungen des Rohrstopfens 1 beim Ziehen zur Folge.

Darüber hinaus wird durch die Form des Rohrstopfens 1 eine Spülung des Raumes zwischen dem Wärmetauscherrohr 2 und dem konischen Teil 4 des Rohrstopfens 1 gewährleistet und damit eine Konzentration von Korrosionsprodukten verhindert.

FIG 3 zeigt den zylindrischen Teil 3 eines aufgeschnittenen Rohrstopfens 1, der an seiner Innenseite auf der Rohrstopfenwandung 11 eine Bahn 12a aufweist, die vorzugsweise meanderförmig ist. Durch Aufschmelzen des Rohrstopfens 1 auf einer solchen Bahn 12a ist der Rohrstopf 1 leicht aus dem Wärmetauscherrohr 2 entfernbar.

In FIG 4 ist der eine Ausschnitt des konischen Teiles 4 im Querschnitt gezeigt, der mit Mitteln 6 zum Einsetzen eines Ziehwerkzeuges 15 versehen ist. Die Mittel sind als Eindrehung 13 ausgebildet. In die Eindrehungen 13 können ausfahrbare Krallen 14 eines Ziehwerkzeuges 15 eingehakt werden. Die Eindrehungen 13 sind ringförmig ausgebildet. Ein solches Ziehwerkzeug 15 ist besonders schnell und einfach einzusetzen, wodurch besonders kurze Einsatzzeiten erreicht werden. Dadurch wird auch die Dosisbelastung des Bedienpersonals sehr klein gehalten.

In einen weiteren Verfahrensschritt wird der Rohrstopf 1 dann mittels dem Ziehwerkzeug 15 aus dem Wärmetauscherrohr 2 entfernt.

FIG 5 zeigt eine weitere Ausführungsform des Rohrstopfens 1, bei der die Mittel 6 als Gewinde 16 ausgebildet sind. Das schraubenförmig ausgebildete Ziehwerkzeug 15a wird durch eine Drehbewegung im Rohrstopf 1 arretiert

Patentansprüche

1. Rohrstopf (1) zum Verschließen eines defekten Wärmetauscherrohres (2), bei dem ein hohler zylindrischer Teil (3) in einen hohlen konischen, am freien Ende geschlossenen Teil (4) übergeht und der zylindrische Teil (3) einen geringfügig kleineren Außendurchmesser als der Innendurchmesser des zu verschließenden Wärmetauscherrohres (2) besitzt und durch Aufweiten in dichtenden Kontakt mit der inneren Oberfläche des Wärmetauscherrohres

(2) gebracht wird, wobei im zylindrischen Teil (3) und/oder im konischen Teil (4) Mittel (6) zum Einsetzen und Arretieren eines Ziehwerkzeuges (15) angebracht sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zylindrische Teil (3) in einem aufzuweitenden Bereich (5) auf eine Rauhtiefe von 0,05 bis 0,2 mm aufgeraut ist, und daß der zylindrische Teil (3) zum konischen Teil (4) ohne Absatz fließend übergeht.

2. Rohrstopf nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der aufgeraute Bereich (5) mit einer Schicht (9) aus verformbarem Metall versehen ist

3. Rohrstopf nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der konische Teil (4) in seiner Wandstärke gegenüber dem zylindrischen Teil (3) dicker ist, und daß die Mittel (6) im konischen Teil (4) als Eindrehung (13) ausgebildet sind.

4. Rohrstopf nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Eindrehung (13) ringförmig oder als Gewinde ausgebildet ist.

5. Rohrstopf nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß als verformbares Metall ein Nickelwerkstoff vorgesehen ist.

6. Rohrstopf nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zylindrische offene Teil (3) endseitig mit einem Flansch (7) versehen ist, und der Flansch (7) mindestens eine Einkerbung (8) zum Eingriff eines Werkzeuges aufweist

7. Rohrstopf nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Längenverhältnis zwischen dem zylindrischen Teil (3) und dem konischen Teil (4) etwa 1 : 1 beträgt.

8. Verwendung eines Rohrstopfes (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zum Verschließen eines defekten Wärmetauscherrohres (2).

Claims

1. Tube plug (1) for sealing a defective heat-exchanger tube (2), in which a hollow cylindrical part (3) passes over into a hollow conical part (4) closed at the free end, and the cylindrical part (3) has a slightly smaller outer diameter than the inner diameter of the heat-exchanger tube (2) to be sealed, and through expansion is brought into sealing contact with the inner surface of the heat-exchanger tube (2), wherein in the cylindrical part (3) and/or in the conical part (4) means (6) are provided for the insertion and locking of a drawing tool (15), characterized in that the cylindrical part (3) in a region (5) to be expanded is roughened to a surface rough-

ness of 0.05 to 0.2 mm, and in that the cylindrical part (3) passes smoothly over to the conical part (4) without a break.

2. Tube plug according to claim 1, characterized in that the roughened region (5) is provided with a layer (9) of deformable metal.

3. Tube plug according to claim 1 or 2, characterized in that the wall thickness of the conical part (4) is thicker compared with the cylindrical part (3), and in that the means (6) in the conical part (4) are constructed as a recess (13).

4. Tube plug according to claim 3, characterized in that the recess (13) is constructed in the shape of a ring or as a thread.

5. Tube plug according to one of claims 2 to 4, characterized in that a nickel material is provided as deformable metal.

6. Tube plug according to one of claims 1 to 5, characterized in that the cylindrical open part (3) is provided on the end side with a flange (7), and the flange (7) has at least one notching (8) for the engagement of a tool.

7. Tube plug according to one of the preceding claims, characterized in that the length ratio between the cylindrical part (3) and the conical part (4) amounts to approximately 1 : 1.

8. Use of a tube plug (1) according to one of claims 1 to 7 for sealing a defective heat-exchanger tube (2).

2. Obturateur pour un tube suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la région (5) rendue rugueuse est munie d'une couche (9) en métal ductile.

3. Obturateur pour un tube suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la partie conique (4) a une paroi plus épaisse que la partie cylindrique (3), et en ce que les moyens (6) sont formés dans la partie conique (4) sous la forme d'une gorge (13).

4. Obturateur pour un tube suivant la revendication 3, caractérisé en ce que la gorge (13) est de forme annulaire ou sous la forme d'un taraudage.

5. Obturateur pour un tube suivant l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce qu'il est prévu, comme matériau ductile, un matériau au nickel.

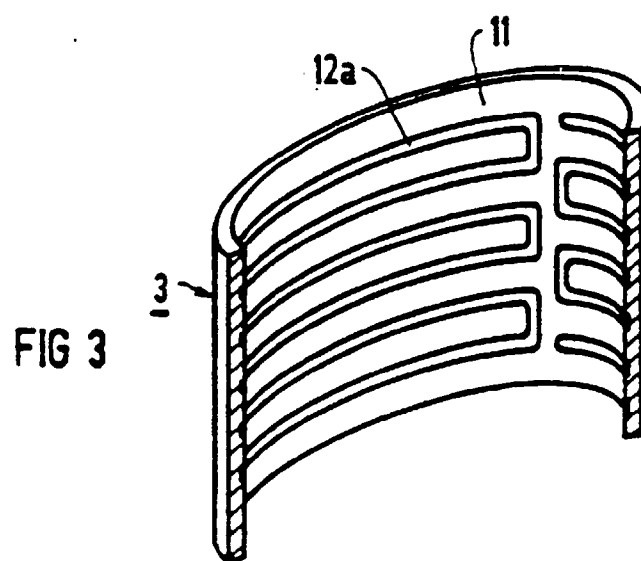
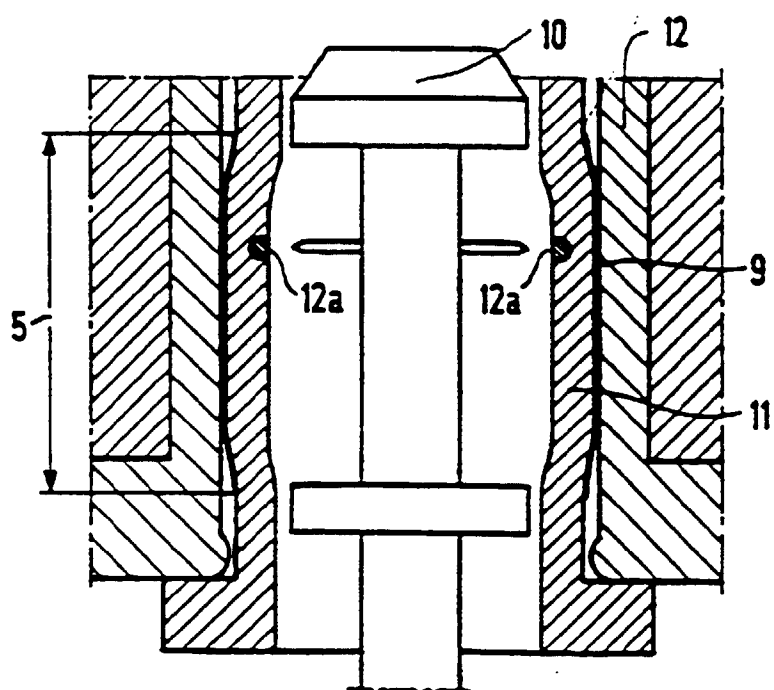
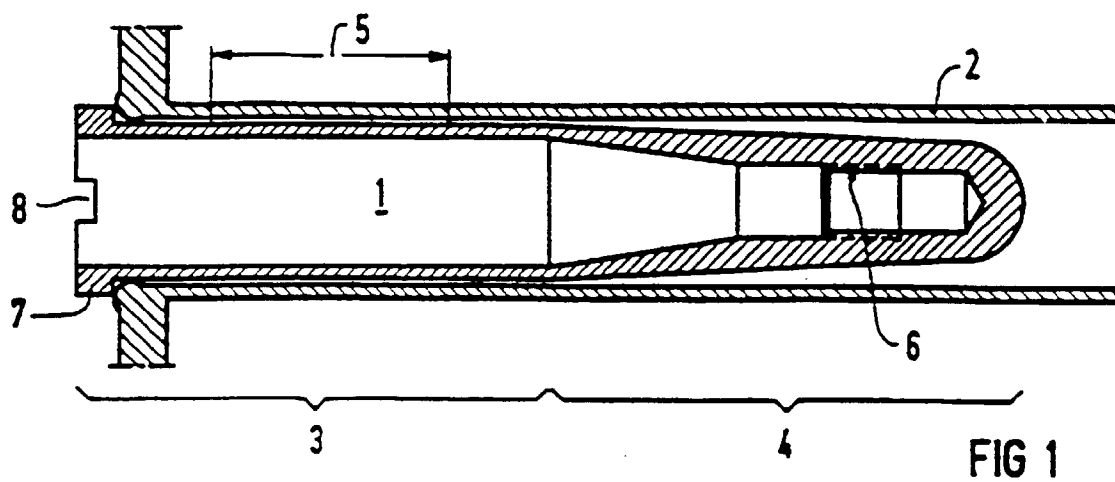
6. Obturateur pour un tube suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la partie cylindrique ouverte (3) est munie, du côté de l'extrémité, d'une bride (7), et la bride (7) comporte au moins une encoche (8) pour l'attaque d'un outil.

7. Obturateur pour un tube suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rapport en longueur entre la partie cylindrique (3) et la partie conique (4) est égal à 1:1 environ,

8. Utilisation d'un obturateur (1) de tube suivant l'une des revendications 1 à 7, pour fermer un tube (2) d'échangeur de chaleur défectueux.

Revendications

1. Obturateur (1) pour un tube, destiné à fermer un tube défectueux (2) d'un échangeur de chaleur, dans lequel une partie cylindrique (3) creuse se poursuit par une partie conique (4) creuse, fermée à l'extrémité libre et la partie cylindrique (3) a un diamètre extérieur légèrement plus petit que le diamètre intérieur du tube (2) de l'échangeur de chaleur à fermer, et est mise en contact étroit avec la face intérieure du tube (2) de l'échangeur de chaleur par élargissement, des moyens (6) de montage et de blocage d'un outil de traction (15) étant prévus dans la partie cylindrique (3) et/ou dans la partie conique (4),
caractérisé en ce qu'une région (5) s'élargissant de la partie cylindrique (3) est rendue rugueuse jusqu'à une profondeur de rugosité de 0,05 à 0,2 mm, et en ce que la transition entre la partie cylindrique (3) et la partie conique (4) est continue et sans décrochement.



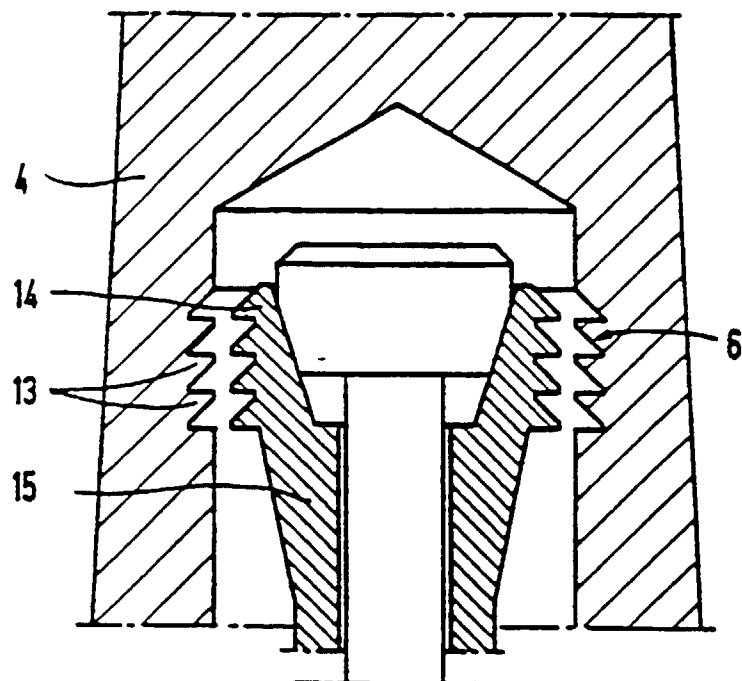


FIG 4

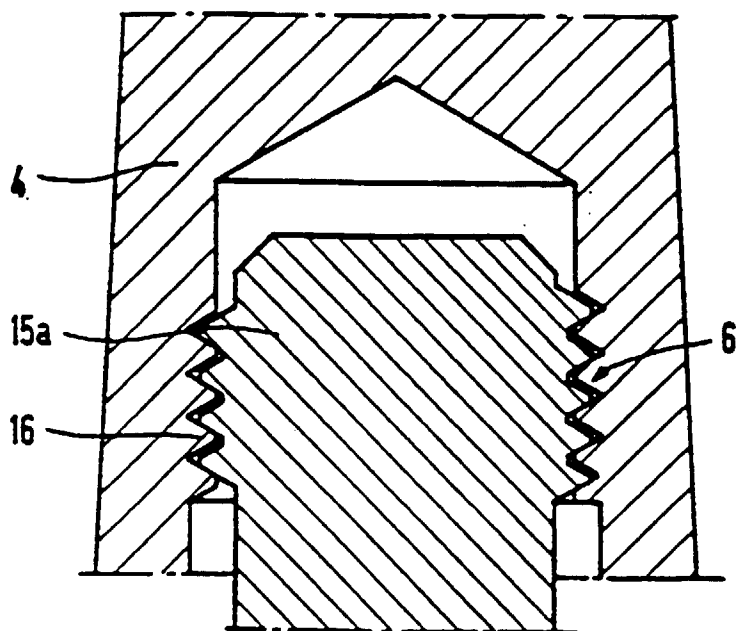


FIG 5