

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 308 730 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **29.01.92**

51 Int. Cl.⁵: **F22B 37/00, G21C 17/00**

21 Anmeldenummer: **88114624.5**

22 Anmeldetag: **07.09.88**

54 **Anordnung zur Inspektion und/oder Reparatur von in eine Kammer eines Wärmetauschers mündenden Rohren.**

30 Priorität: **22.09.87 DE 8712772 U**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.03.89 Patentblatt 89/13

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
29.01.92 Patentblatt 92/05

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR

56 Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 152 778
DE-A- 2 552 341
FR-A- 2 211 721

73 Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELL-
SCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
W-8000 München 2(DE)

72 Erfinder: **Richter, Bernd, Dipl.-Ing.**
Hansestrasse 13
W-3110 Uelzen 1(DE)
Erfinder: **Adams, Helmar**
Hertleinstrasse 13
W-8520 Erlangen(DE)

EP 0 308 730 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 befaßt sich mit der Inspektion und/oder Reparatur von Rohren eines Wärmetauschers und ist anwendbar zur fernbedienbaren Positionierung einer Rohrsonde.

Wärmetauscherrohre, die innerhalb eines Kessels eines Wärmetauschers für Kernkraftwerke angeordnet sind, müssen in vorgegebenen Zeitabständen überprüft werden, um Aufschluß über eventuelle Beschädigungen oder Ablagerungen zu erlangen. Hierzu werden meist Wirbelstromsonden von einer Kammer des Wärmetauschers aus, in welche über eine Rohrplatte die Enden der Wärmetauscherrohre münden, eingeführt. Zum Positionieren der Sonden werden Einrichtungen verwendet, die in der Kammer des Wärmetauschers angeordnet sind.

Aus der DE-A1 34 30 384 ist eine Vorrichtung zum Reinigen (Elektropolieren) der Innenfläche von Wärmetauscherrohren bekannt, bei der eine in ein Wärmetauscherrohr einschiebbare und über ein Zugorgan wieder herausziehbare Sonde in Form einer Elektrode vorgesehen ist. Zur fernbedienbaren Positionierung der Rohrsonde in den Mündungen der Wärmetauscherrohre dienen zwei Manipulatoren, von denen jeder mit in Wärmetauscherrohren verankerbaren Spreizdornen und einem Adapter mit einem Schlauchanschluß für die Rohrsonde versehen ist. Jeder Schlauchanschluß ist über eine Dichtung an die Mündung eines Wärmetauscherrohres andrückbar. Über eine Fernsteuerung des Manipulators können die Adapter so zu den einzelnen gewünschten Wärmetauscherrohren positioniert werden, daß die Schlauchanschlüsse genau fluchtend zu den Mündungen eines gewünschten Wärmetauscherrohres angepreßt werden und die als Elektrode ausgebildete Sonde über den Schlauch von einer Stelle außerhalb des Wärmetauschers ferngesteuert eingeführt werden kann. Die Sonde braucht also nicht in die einzelnen Wärmetauscherrohre vor Ort eingefädelt zu werden, so daß es nicht erforderlich ist, daß sich hierzu Bedienungspersonal in dem strahlenbelasteten Raum aufhält.

Aus der DE-A-25 52 341, die den nächstliegenden stand der Technik gemäß dem Oberbegriff von Hauptanspruch 1 darstellt, ist eine Vorrichtung zum Positionieren einer Rohrsonde mittels eines Manipulators bekannt, der in Wärmetauscherrohren verankerbare Spreizdorne aufweist. Der Manipulator besteht im wesentlichen aus zwei relativ zueinander beweglichen, aneinander gleitenden Teilen, von denen jeder Teil seine eigenen Spreizdorne aufweist, die zur Arretierung des gesamten Manipulators am Rohrfeld dienen. Dabei bewegt sich der eine Teil bei gelösten Spreizdornen fort und nachdem nach Ausführung des Schrittes seine Spreiz-

dorne wieder verriegelt sind, kann der andere Teil des Manipulators einen Schritt ausführen. Dieser Manipulator hat neben der Fortbewegungssteuerung für das Schreitwerk auch eine Ortssteuerung für die beiden beweglichen Teile, von denen jeder zwei oder drei Mundstücke für elastische Führungsrohre der Rohrsonde trägt, wobei der Manipulator in einer vorgegebenen Richtung um eine Rohrteilung verschoben werden kann, so daß jeweils das eine oder andere Führungsrohr mit einem gewünschten Wärmetauscherrohr zur Dekung gelangt. Die Führungsrohre sind mit den anderen Verbindungsleitungen zu einem elastischen Bündel zusammengefaßt und durch ein Mannloch zu Versorgungsgeräten nach außen geführt, wo auch die Rohrsonde wahlweise in eines der Führungsrohre eingeschoben wird.

Bei diesen bekannten Einrichtungen zur fernbedienbaren Inspektion und/oder Reparatur von Wärmetauscherrohren erfordert es eine geraume Zeit, um die Sonde von einem Leitschlauch in den anderen umzusetzen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung anzugeben, die eine Vereinfachung der Handhabung und Steuerung der Sonde ermöglicht und es gestattet, die Zeit, die erforderlich ist, um eine Sonde von einem Rohr auf das nächste umzusetzen, zu verkürzen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Hauptanspruchs 1 gelöst.

Auf diese Weise braucht der Manipulator für die Prüfung oder Reparatur einer größeren Anzahl von Wärmetauscherrohren nur einmal positioniert zu werden, wobei es nicht erforderlich ist, daß zum Überstreichen mehrerer Rohrmündungen eine Bewegung von gewichtigen Teilen des Manipulators vorgenommen wird. Dadurch kann Energie eingespart und die Zeit für die Zentrierung des Manipulators bzw. für das wiederholte Ausrichten eines Mundstückes für die Rohrsonde verkürzt werden. Für den schrittweisen Antrieb der Drehscheibe ist nur eine kleine Antriebsleistung erforderlich. Ferner kann der Prüfplan unabhängig von den unterschiedlichen Positionierbereichen der Mundstücke in gewünschter Weise gestaltet werden.

Es ist vorteilhaft, den Adapter in unmittelbarer Nähe des Manipulators anzuordnen. Dadurch braucht nur ein einziges Leitrohr von der Kammer nach außen geführt zu werden, so daß sich das Gewicht des Schleppkabels des Manipulators erheblich verringert.

Die Erfindung und vorteilhafte Ausgestaltungen werden anhand der Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- 55 FIG 1 einen Längsschnitt einer Einrichtung zum Positionieren einer Rohrsonde,
- FIG 2, 3 vergrößerte Schnitte der in FIG 1

FIG 4 gezeigten Einrichtung und einen Schnitt eines Wärmetauschers mit im Rohrboden verankertem Manipulator.

Die in FIG 1 dargestellte Einrichtung zum Positionieren einer Rohrsonde wird - wie FIG 4 zeigt - zur Inspektion oder Reparatur der Rohre eines Wärmetauschers eingesetzt. Der Wärmetauscher für ein Kernkraftwerk hat eine Kesselwandung 1 mit eingeschweißtem Rohrboden 2 und einem Bodenkalotten-Wandteil 1a für die beiden Primärkammerhälften I, II. In den Rohrboden 2 münden die Enden 3a eines Bündels von Wärmetauscherrohren 3, von denen nur einige gezeichnet und andere gestrichelt angedeutet sind. Das Primärmedium gelangt über eine nicht dargestellte Primärkreisrohrleitung durch einen nicht ersichtlichen Einlaßstutzen in die Primärkammerhälfte I, welche von der Primärkammerhälfte II durch eine Trennwand 4 abgetrennt ist. Es tritt über die Mündungen 3a in die Wärmetauscherrohre 3 ein, gibt seine Wärme an das in der Sekundärkammer enthaltene, zu erwärmende Sekundärmedium ab, strömt über beispielsweise U-Rohrbögen zu den zweiten Rohrmündungen 3a in die Primärkammerhälfte II und verläßt diese über nicht gezeichnete Auslaßstutzen.

Die Wärmetauscherrohre 3 werden einer wiederholten Überprüfung auf Fehlerstellen (z.B. Anrisse) unterzogen. Dies geschieht mit einer in die Rohre 3 einfahrbaren Rohrsonde 5 (FIG 1), die z.B. als Wirbelstrom-Meßsonde ausgebildet ist. Anstelle einer Wirbelstrom-Meßsonde kann auch ein Reinigungswerkzeug zur Rohrreinigung von innen oder ein Reparaturwerkzeug verwendet werden, durch welches Stopfen zur Abdichtung von Rissen eingebracht werden können.

Die Rohrsonde 5 ist an einen flexiblen Versorgungsschlauch 6 angeschlossen, welcher zugleich als Schubschlauch für die Rohrsonde dient. Sie ist mittels des Versorgungsschlauches 6 innerhalb eines flexiblen Führungsschlauches 7 bewegbar geführt. Der Versorgungsschlauch 6 hat einen kleineren Außendurchmesser als der Innendurchmesser des Führungsschlauches 7. Der Führungsschlauch 7 endet in einem Adapter 8, welcher von dem Manipulator 9 getragen ist (FIG 4). Der Versorgungsschlauch 6 besitzt an seinem dem Wärmetauscher abgekehrten Ende eine Vorschubeinrichtung 10, der ein Steuerpult 11 zugeordnet ist. Auf diesem sind die für die Untersuchung und/oder Reparatur des Wärmetauschers vorgesehenen Meßgeräte bzw. Steuerorgane angebracht.

Vom Steuerpult 11 führen Versorgungs- und Steuerkabel 12 zu dem Antrieb der Vorschubeinrichtung 10 und zu den Antrieben des Manipulators 9 in die Primärkammerhälfte I des Wärmetauschers.

Der Manipulator 9 hat - wie aus FIG 1 zu

ersehen ist - einen Tragkörper 16, der mittels zweier Spreizdorne 14, 15 (FIG 4) in Rohrmündungen 3a arretierbar ist. An dem Tragkörper 16 ist ein geradlinig verfahrbarer weiterer Tragkörper 13 mit zwei weiteren Spreizdornen gelagert. Während der Tragkörper 16 über die Spreizdorne 14, 15 arretiert ist, kann der andere Tragkörper 13 einen Schritt ausführen. Sind nach Ausführung des Schrittes die weiteren Spreizdorne an den Rohrmündungen verriegelt, so führt der Tragkörper 16 einen Schritt aus. Auf diese Weise ist jede gewünschte Rohrmündung 3a des Rohrfeldes mit an dem Manipulator angeordneten Mundstücken 17 erreichbar.

Die Mundstücke 17 sind an dem Manipulator 9 angeordnet und jeweils mit einem Rohrstutzen verbunden. Die einen Enden der Rohrstutzen 18a, 18b, 18c, 18d sind coaxial an die Mündung 3a der Rohre des Wärmetauschers ansetzbar. Die anderen Enden der Leitschläuche 18a bis 18d münden kreisförmig gebündelt (FIG 2) in je eine Öffnung einer feststehenden Verteilerplatte 19, an der eine parallele Drehscheibe 20 mit dem in sie eingeführten Führungsschlauch 7 für die Rohrsonde 5 gelagert ist (FIG 3). Diese Lagerung ist zentrisch zu den Öffnungen in der Verteilerplatte 19 derart vorgenommen, daß durch schrittweises Drehen der Drehscheibe 20 die Achse des in die Drehscheibe eingeführten Führungsschlauch 7 wahlweise mit der Achse einer Öffnung in der Verteilerplatte fluchtet (FIG 1). Dadurch kann die in den Führungsschlauch 7 eingeführte Sonde 5 ohne Bewegung des Manipulators 9 wahlweise in eine der vier Rohrmündungen 3a eingeleitet werden. Selbstverständlich kann im Rahmen der Erfindung auch eine größere Anzahl von Rohrstutzen vorgesehen werden.

Die Drehscheibe 20 ist mittels Kugellagern 23 an einer als Schraubenbolzen ausgebildeten Achse 21, die an der Verteilerscheibe mittels einer Mutter 22 befestigt ist, gelagert. Der Führungsschlauch 7 endet einerseits an einem Ringsensor 24 und ist andererseits über ein Rohrstück 25 durch eine Öffnung der Drehscheibe 20 geführt und mit einem eine Ringdichtung 26 tragenden Mundstück versehen. Um eine gute Durchlässigkeit der Sonde zu gewährleisten, sind die Übergangsstellen der Öffnungen zwischen der Drehscheibe 20 und der Verteilerplatte 19 konisch erweitert. Der Ringsensor 24 dient zur Feststellung, ob die Sonde 5 zurückgefahren ist, wenn ein Mundstückwechsel vorgenommen wird.

An der Drehscheibe 20 ist ein elektrischer Antriebsmotor 27 angebracht, der ferngesteuert betätigbar ist und dessen Welle 28 an der Drehscheibe drehbar gelagert und mit einer Scheibe 28a verbunden ist, die eine Führung 28e (FIG 4) und einen Mitnehmerstift 28b trägt, welcher in Aussparungen 28c eines Malteserkreuzes 28c eingreift. Dieses

Malteserkreuz 28c ist fest mit der Achse 21 verbunden, so daß bei einer Drehbewegung der mit dem Stift 28b versehenen Scheibe 28a um 360° die Drehscheibe 20 um 90° relativ gegenüber der Verteilerplatte 19 gedreht wird. Dieses an sich bekannte Malteserkreuz-Schrittgetriebe ermöglicht damit eine Drehbewegung der Drehscheibe 20 mit vier diskreten Stellungen. Über Nocken und Schalter 28f wird eine Stellungsanzeige an das Steuerpult 11 gemeldet.

Der Ringsensor 24 (FIG 1) erlaubt ein Abkuppeln des Führungsschlauches 7 von dem Adapter 8, der über die Leitschläuche 18a bis 18d mit den Mundstücken 17 verbunden ist, welche an den Tragkörpern 13 bzw. 16 in einem Abstand voneinander befestigt sind, der ein ganzes Vielfaches des Abstandes der Wärmetauscherrohre beträgt. An dem dem Rohrboden zugewandten Ende trägt das zylinderförmige Mundstück 17 eine ringförmige, innen konisch abgeschrägte Dichtung 29. Zur Erzielung eines sanften Anpressdruckes ist das Mundstück 17 in einer Hülse 30 elastisch verschiebbar gelagert und wird durch am Mundstück 17 und an der Hülse 30 angreifende Federn 31, 32 in einer vorgegebenen Lage gehalten. Dabei ist die Hülse 30 am Manipulator 9 gehalten. Der Führungsschlauch 7 sowie der Leitschlauch 18a bis 18d sind zweckmäßigerweise aus einem biegsamen Werkstoff. Zum Einbringen eines Mediums in den Führungsschlauch 7 über das Versorgungskabel 12 ist ein Zwischenstück 33 vorgesehen, das ein Rohrstück 33a aufweist, welches den gleichen Innendurchmesser hat wie der Führungsschlauch 7.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Inspektion und/oder Reparatur von in eine Kammer eines Wärmetauschers mündenden Rohren, bei der zur fernbedienbaren Positionierung einer Rohrsonde (5) ein Manipulator (9) vorgesehen ist, an dem mehrere Mundstücke (17) für die Einführung der Sonde (5) in die Wärmetauscherrohre (3) angeordnet sind, wobei die Mundstücke (17) mit Leitschläuchen (18a bis 18d) verbunden sind, deren eine Enden coaxial an die Mündungen (3a) der Rohre des Wärmetauschers ansetzbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß deren andere Enden zu einem Adapter (8) geführt sind und dort kreisförmig gebündelt in je eine Öffnung einer Verteilerplatte (19) münden, an der eine parallele Drehscheibe (20) mit einem in diese eingeführten Führungsschlauch (7) für die Rohrsonde (5) derart gelagert ist, daß durch schrittweises Drehen der Drehscheibe (20) die Achse des in die Drehscheibe eingeführten Führungsschlauches (7) wahlweise mit der Achse einer Öffnung in der Verteilerplatte (19)

fluchtet.

2. Anordnung nach Anspruch 1, bei der der Adapter (8) in der Nähe des Manipulators (9) angeordnet ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Drehscheibe (20) über ein Malteserkreuz-Schrittgetriebe (28a bis 28f) von einem Antriebsmotor (27) angetrieben ist.
4. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Führungsschlauch (7) über einen Ringsensor (24) mit dem Adapter (8) verbunden ist.
5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der dem Adapter (8) ein Zwischenstück (33) vorgeordnet ist, das für das Zuführen eines Mediums in den Führungsschlauch (7) mit einem Versorgungskabel (12) verbunden ist.
6. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Mundstück (17) in einer Hülse (30) verschiebbar gelagert und durch Federn (31, 32) in einer vorgegebenen Lage gehalten ist, wobei die Hülse (30) lösbar am Manipulator (9) gehalten ist.

Claims

1. Arrangement for the inspection and/or repair of tubes discharging into a chamber of a heat exchanger, in which arrangement there is provided a manipulator (9) for the remote-controllable positioning of a tube probe (5), on which manipulator there are arranged several mouthpieces (17) for the insertion of the probe (5) into the heat exchanger tubes (3), the mouthpieces (17) being connected to conducting hoses (18a to 18d), whose one set of ends can be applied coaxially to the apertures (3a) of the tubes of the heat exchanger, characterized in that their other set of ends are guided to an adaptor (8) and there, bundled in a circular manner, each open into an opening of a distributor plate (19), on which a parallel rotary disc (20) with a guide hose (7) inserted into it for the tube probe (5) is mounted in such a way that through stepwise rotation of the rotary disc (20) the axis of the guide hose (7) inserted into the rotary disc is selectively in alignment with the axis of an opening in the distributor plate (19).
2. Arrangement according to claim 1, in which the adaptor (8) is arranged in the vicinity of the

- manipulator (9).
3. Arrangement according to claim 1 or 2, in which the rotary disc (20) is driven by a drive motor (27) by means of a Maltese-cross step gearing (28a to 28f). 5
 4. Arrangement according to one of the preceding claims, in which the guide hose (7) is connected to the adaptor (8) by means of an annular sensor (24). 10
 5. Arrangement according to one of the preceding claims, in which an intermediate piece (33) is arranged in front of the adaptor (8), the intermediate piece being connected to a supply cable (12) for the supply of a medium into the guide hose (7). 15
 6. Arrangement according to one of the preceding claims, in which the mouthpiece (17) is mounted in a displaceable manner in a casing (30) and is supported in a specified position by springs (31, 32), the casing (30) being held on the manipulator (9) in a releasable manner. 20 25
 3. Dispositif suivant la revendication 1 ou 2, dans lequel le disque tournant (20) est entraîné par un moteur d'entraînement (27), par l'intermédiaire d'une transmission pas-à-pas à croix de Malte (28a à 28f).
 4. Dispositif suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le tuyau souple (7) de guidage est relié à l'adaptateur (8) par un capteur annulaire (24).
 5. Dispositif suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel il est prévu, en avant de l'adaptateur (8), une pièce intermédiaire (33) qui communique avec un câble d'alimentation (12), pour amener un milieu dans le tuyau souple (7) de guidage.
 6. Dispositif suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'embout (17) est monté coulissant dans une douille (30) et est maintenu en une position prescrite par des ressorts (31, 32), la douille (30) étant fixée de manière amovible au manipulateur (9).

Revendications

1. Dispositif d'inspection et/ou de réparation de tubes débouchant dans une chambre d'un échangeur de chaleur, dans lequel il est prévu, pour la mise en communication télécommandée d'une sonde de tube (5), un manipulateur (9) sur lequel sont montés plusieurs embouts (17) pour l'introduction de la sonde (3) dans les tubes (3) de l'échangeur de chaleur, les embouts (17) étant reliés à des conduits souples (18a à 18d) dont les unes des extrémités peuvent être raccordées coaxialement aux embouchures (3a) des tubes de l'échangeur de chaleur, caractérisé en ce que leurs autres extrémités sont guidées vers un adaptateur (8) et y débouchent, sous la forme d'un faisceau circulaire, respectivement dans une ouverture d'une plaque formant répartiteur (19) sur laquelle est monté un disque tournant (20) parallèle, avec un conduit souple (7) de guidage de la sonde de tube (5) introduit dans ce disque et monté de façon que, par rotation pas-à-pas du disque tournant (20), l'axe du tuyau souple (7) de guidage introduit dans le disque tournant peut être aligné, au choix, avec l'axe d'une ouverture de la plaque formant répartiteur (19). 30 35 40 45 50 55
2. Dispositif suivant la revendication 1, dans lequel l'adaptateur (8) est disposé à proximité du manipulateur (9).







