

51

Int. Cl. 2:

**G 21 C 13/00**

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



**DE 28 20 442 A 1**

11

# **Offenlegungsschrift 28 20 442**

21

Aktenzeichen: P 28 20 442.4

22

Anmeldetag: 10. 5. 78

43

Offenlegungstag: 15. 11. 79

30

Unionspriorität:

32 33 31 —

54

**Bezeichnung:** Wärmebehandlungs-Vorrichtung zur Verlängerung der Lebensdauer eines Druckbehälters, insbesondere eines Reaktordruckbehälters

71

**Anmelder:** Kraftwerk Union AG, 4330 Mülheim

72

**Erfinder:** Krauß, Peter, 8520 Erlangen; Müller, Ewald, Ing.(grad.), 8524 Neunkirchen; Pörner, Horst, Ing.(grad.), 8520 Erlangen; Weber, Robert, Ing.(grad.), 8521 Uttenreuth

56

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:  
Nichts ermittelt

**DE 28 20 442 A 1**

Patentansprüche

- ① Wärmebehandlungs-Vorrichtung zur Verlängerung der Lebensdauer eines Druckbehälters, insbesondere eines Reaktordruckbehälters, dessen warmfester Werkstoff durch Neutronenfluenz zeitabhängigen Gefügeveränderungen unterworfen ist, mit einer Heizeinrichtung, die benachbart zu den zu behandelnden Wandpartien des Druckbehälters im Innenraum desselben in Stellung bringbar ist, ferner mit einer Halterung für die Heizeinrichtung, die einen im wesentlichen hohlzylindrischen Haltekörper aufweist, der an einer Trageinrichtung gelagert ist, mittels welcher er durch die Behälteröffnung in den Druckbehälter einfügbar und wieder herausnehmbar ist, wobei zum Einfügen und Herausnehmen der Vorrichtung der Druckbehälter-Innenraum und der Reaktorraum geflutet sind und zur Wärmebehandlung der ausgeräumte Reaktorinnenraum vom Flutwasser entleert ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Haltekörper (4, 40, 400, 4') als Isolierzylinder ausgebildet ist und mittels Anlageflächen (4.1, 4.2) seines äußeren Umfanges mit dem Druckbehälter-Innenumfang derart dichtend in Eingriff bringbar ist, daß er einen an der zu behandelnden Druckbehälter-Wandpartie (1a) anliegenden, ringförmigen Heizraum (9, 38) begrenzt, und daß die Wärmebehandlung bei entleertem und nach außen durch Deckel-Riegel (17) abgeschirmtem Reaktorraum (1b, r) erfolgt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Anlageflächen (4.2) zumindest am oberen Ende des Haltekörpers (9) an derart verstellbaren Haltekörper-Segmenten (4.20, 4.30, 4.40, 4.50, 4.60) angeordnet sind, daß der Haltekörper (4, 40, 400, 4') auf einem Außendurchmesser kleiner als die

lichte Weite (1') der Behälteröffnung (1e) in das Behälterinnere (1b) einbringbar und anschließend auf die lichte Weite (1a') der zu behandelnden Wandpartie (1a) einstellbar ist.

5

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlageflächen (4.2, 4.1) an Flanschen (4.21, 4.10) des oberen und unteren Endes des Haltekörpers (9) angeordnet sind, wobei  
10 bei zumindest an den oberen Flanschen (4.21) die verstellbaren Haltekörper-Segmente (4.20) gelagert sind).

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit am Haltekörper gelagerten, in radialer Richtung auslenkbaren und mit der Aufheizzone der Druckbehälterwand  
15 in Eingriff bringbaren Temperatur-Meßelementen, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur-Meßelemente (7) an einem vorzugsweise achsparallel  
20 zum Druckbehälter orientierten Meßbalken (7a) befestigt sind und der Meßbalken am Außenumfang des Haltekörpers (4) über ein Gestänge (7b) in und außer Eingriff der Druckbehälterwand (1a) steuerbar gelagert ist.

25 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Trageinrichtung einen im Bereich des Deckelflansches des Druckbehälters aufsetzbaren Abschlußdeckel aufweist,  
dadurch gekennzeichnet, daß zwecks Steuerung der Temperaturverteilung in dem innerhalb des  
30 Haltekörpers (4) angeordneten Druckbehälterraum (1b) und damit auch innerhalb des Heizraumes (9) Teile (14a) des Abschlußdeckels (14) als vorzugsweise fernbetätigbare Klappen oder Schieber ausgebildet sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einem Zentralmast als Trageinrichtung des Haltekörpers, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß durch den Zentralmast (5.0) Kühlluftleitungen (5.1) zur Be-  
5 lüftung des innerhalb des Haltekörpers (4) angeordneten Druckbehälterraumes (16) verlegt sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, mit einem Gittermast als Zentralmast, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -  
10 n e t , daß hohle Gitterstäbe (5.1) als Kühlluftleitungen ausgebildet sind.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, d a -  
15 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Haltekörper (40) über seinen Umfang gesehen in mehrere mittels durchgehender axialer Trennfugen (4.30a) voneinander getrennte Segmente (4.30) unterteilt ist und jedes dieser Segmente an einer gesonderten Trageinrichtung (50) aufgehängt ist und die Segmente (4.30)  
20 nacheinander in das Behälterinnere (1b) einfügbar und dabei mit axialen Teilfugen dichtend zu einem in sich geschlossenen Zylinderkörper aneinanderfügbar sind (Fig. 3 und 4).
- 25 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, d a - d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Haltekörper (400) über seinen Umfang gesehen in mehrere mittels durchgehender axialer Trennfugen (22) voneinander getrennte Segmente (4.40) unterteilt ist und diese Seg-  
30 mente über Spreizhebel (23) an einem Zentralmast (500) so gelagert sind, daß bei Axialverschiebung des Zentralmastes relativ zu den Segmenten letztere in bezug auf ersteren radial aufgespreizt werden, wobei Mittel (37, 23.1) zum Abdichten der durch Aufspreizen klaffenden axialen Trennfugen (22') vorgesehen sind.  
35

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die Segmente (4.40) über  
Zugseile (24) oder Gelenkstäbe an einer Abschlußplatte  
(1400) angehängt sind und der Zentralmast (500) letztere  
5 unter Ermöglichung einer Relativbewegung zu den Einzel-  
segmenten (4.40) axial verschieblich durchdringt.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß zum Abdichten der  
10 axialen Trennfugen (22) zwischen tangential einander  
benachbarten Segmenten (4.40) über den Umfang der Seg-  
mente verteilte Hilfssegmente (37) vorgesehen sind,  
welche ebenso wie die Segmente (4.40) auf größere Durch-  
messer verschiebbar sind und im durchmesserergrößerten  
15 Zustand des Haltekörpers (400) die tangentialen Spalte  
(22') zwischen den Segmenten überdecken (Fig. 5 und 6).
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 11, mit  
Heißgasbeheizung, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -  
20 n e t , daß zwischen den Segmenten (4.50) und dem Druck-  
behälter (1) eine oder mehrere Heizgaskammern (38) ge-  
bildet und die Heizgaskammern an Heizgaszu- und  
-ableitungen (39a, 39b) angeschlossen sind (Fig. 7 bis  
8a).
- 25
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 sowie 4 bis  
11, g e k e n n z e i c h n e t durch eine induktive  
Beheizung der Behälterwände, wobei die Segmente (4.60)  
als Träger einer Induktor-Wicklung (43) ausgebildet  
30 sind.

2820442

- 5 - VPA 78 P 9340 BRD

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die Windungen (43a) der  
Induktor-Wicklung (43) mit flexiblen Windungsstücken  
(44) solcher Länge versehen sind, daß diese die Umfangs-  
5 vergrößerung der Windungen (43a), die letztere beim Auf-  
spreizen erfahren, überbrücken.

809846/0250

KRAFTWERK UNION AKTIENGESELLSCHAFT

Unser Zeichen

VPA 78 P 9 3 4 0 BRD

- 5 Wärmebehandlungs-Vorrichtung zur Verlängerung der Lebensdauer eines Druckbehälters, insbesondere eines Reaktordruckbehälters

Die Erfindung bezieht sich auf eine Wärmebehandlungs-Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

10

- Eine solche Vorrichtung ist durch die DE-OS 2 322 118 bekannt. Dort weist die Trageinrichtung einen Abschlußdeckel auf, mit welchem die Druckbehälter-Öffnung nach dem Einfügen der Heizeinrichtung dichtend abgeschlossen wird, so daß der Druckbehälter nach seinem Entwässern, aber bei geflutetem Reaktorraum einer Wärmebehandlung unterzogen werden kann. Bei einem Versagen der Deckeldichtung, die insbesondere als aufblasbarer Dichtungsring ausgebildet ist, kann es zu einem Wassereinbruch vom Reaktorraum in den Druckbehälterinnenraum kommen, was eine noch stärkere Versprödung hervorrufen kann als diejenige, die vor der Wärmebehandlung vorhanden war und durch letztere gerade beseitigt werden sollte. Weiterhin lassen sich mit der bekannten Vorrichtung

15

20

Bu 2 Po / 2.5.1978

keine graduellen Temperaturunterschiede in der Behälterwand exakt steuern, da Zonen außerhalb der Wärmebehandlungszone höhere Temperaturen als gewünscht erreichen können. Die Wärmebehandlungszone soll nämlich vorzugsweise die durch die Neutronenfluenz versprödeten, im axialen Bereich des Reaktorkernes liegenden Wandbereiche des Druckbehälters umfassen. Außerdem ist festzustellen, daß mit der bekannten Vorrichtung mit dem Reaktordruckbehälter verbundene, in diesen fest eingebaute Teile sich nicht wirksam vor Erwärmung durch Wärmefluß von der Druckbehälterwand schützen lassen. Zu solchen Teilen gehört z.B. der Schemel im Bodenkalottenbereich. Hinzu kommt, daß der Schemel aufgrund seines zum Druckbehälter unterschiedlichen Werkstoffes einen anderen Ausdehnungskoeffizienten hat. So besteht der Druckbehälter aus einem legierten Kohlenstoffstahl mit austenitischer Innenplattierung, der Schemel dagegen aus austenitischem Werkstoff. Schließlich ist darauf hinzuweisen, daß bei der bekannten Vorrichtung die lichte Weite der Behälteröffnung im Vergleich zum größten Innendurchmesser des Behälters praktisch nicht reduziert ist. In der Praxis ist es jedoch vielfach so, daß im Bereich der Deckel-Teilfuge des Druckbehälters der Behälterflansch nach innen eingezogen ist und die Stützen der Hauptkühlmitteleitungen, insbesondere die Austrittsstützen, in das Behälterinnere hineinragen.

Ausgehend von einer Wärmebehandlungs-Vorrichtung gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Vorrichtung so auszubilden, daß eine genauere Temperatursteuerung für die zu behandelnden Wandpartien des Druckbehälters ermöglicht ist, daß eine Erwärmung von außerhalb der Behandlungszone liegenden bzw. mit diesem verbundenen Teilen des Druckbehälters auf unzulässig oder unerwünschte hohe Temperaturen ver-



- 3 - VPA 78 P 9 3 4 0 BRD

mieden ist. Ferner soll die Einfügung der Wärmebehandlungs-  
vorrichtung auch in solche Druckbehälter möglich sein,  
deren lichte Weite im Bereich ihrer Deckelöffnung klei-  
ner ist als die lichte Weite im Bereich der Behandlungs-  
5 zone des Druckbehälters.

Erfindungsgemäß wird die gestellte Aufgabe bei einer  
Wärmebehandlungs-Vorrichtung der eingangs definierten  
Art durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen  
10 Merkmale gelöst. Die mit der Erfindung erzielbaren Vor-  
teile sind vor allem darin zu sehen, daß bei definierter  
Temperatursteuerung in der Heizzone Reaktorteile außer-  
halb derselben unterhalb eines unerwünschten Temperatur-  
niveaus verbleiben, daß ein Wassereinbruch während des  
15 Heizvorganges mit Sicherheit ausgeschlossen ist und daß  
eine Einfügung der Heizeinrichtung auch in Druckbehäl-  
ter erfolgen kann, deren Behälteröffnung enger ist als  
ihre lichte Weite im Bereich der Behandlungszone.

20 Im folgenden wird die Erfindung anhand fünf in der  
Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele noch näher  
erläutert.

Es zeigen in schematischer Darstellung unter Fortlas-  
25 sung der für das Verständnis der Erfindung nicht er-  
forderlichen Teile:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Wärmebe-  
handlungs-Vorrichtung nach der Erfindung, im  
30 Aufriß zum Teil im Schnitt;

Fig. 2 in einer Draufsicht im Ausschnitt den Abschluß-  
deckel der Vorrichtung nach Fig. 1;

- Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel für eine in  
einen Reaktordruckbehälter eingefügte Wärmebe-  
handlungs-Vorrichtung im Längsschnitt, wobei  
nur die rechte Hälfte der Vorrichtung dargestellt  
5 ist;
- Fig. 4 einen Querschnitt nach Linie IV-IV aus Fig. 3;
- Fig. 5 ein drittes Ausführungsbeispiel mit am Zentral-  
mast der Vorrichtung über Spreizhebel gelagerten  
Segmenten im Längsschnitt;
- 10 Fig. 6 einen Querschnitt nach Linie VI-VI, wobei in  
detaillierterer Darstellung auch die Hilfsseg-  
mente gezeigt sind;
- Fig. 7 ein viertes Ausführungsbeispiel der Vorrichtung  
nach der Erfindung, bei dem entsprechend zu  
15 Fig. 5 und 6 gleichfalls ein Spreizhebelmechani-  
smus für die Segmente vorgesehen ist, bei dem je-  
doch die Heizung mittels Heißgas erfolgt;
- Fig. 8 den Querschnitt nach Linie VIII-VIII aus Fig. 7;
- Fig. 9 einen Teilschnitt nach Linie IX-IX aus Fig. 8;
- 20 Fig. 10 ein fünftes Ausführungsbeispiel für eine Vor-  
richtung nach der Erfindung mit als Träger von  
Induktor-Heizwicklungen ausgebildeten, aufspreiz-  
baren Segmenten, wobei hier nur die linke Hälfte  
der Vorrichtung dargestellt ist, und
- 25 Fig. 11 ein flexibles Windungsstück der Induktor-Wicklung  
nach Fig. 10 vergrößert im Ausschnitt.

Von dem in Fig. 1 dargestellten Kernreaktordruckbehäl-  
ter 1 (im folgenden vereinfachend als Druckbehälter be-  
30 zeichnet), der aus einem warmfesten, legierten Stahl  
besteht, sind insbesondere die durch Punktierung her-  
vorgehobenen Wandpartien 1a während des Betriebes der  
vom Reaktorkern ausgehenden Neutronenstrahlung ausge-  
setzt und unterliegen deshalb mit zunehmender Standzeit  
35 einer Gefügeveränderung in Richtung auf eine Versprödung

des Werkstoffes. Dies kann dazu führen, daß der Druckbehälter 1, z.B. nach 20 Jahren Betrieb, herausgenommen und durch einen neuen ersetzt werden muß. Die Lebensdauer des Druckbehälters 1 kann indessen durch eine Wärmebehandlung auf der Basis des Erholungstemperns mit der nachfolgend beschriebenen Vorrichtung verlängert werden. Die als Ganzes mit 2 bezeichnete Vorrichtung besteht aus einer Heizeinrichtung 3, die benachbart zu den behandelnden Wandpartien 1a des Druckbehälters 1 im Innenraum 1b desselben in Stellung bringbar ist. Hierzu ist, wie ersichtlich, der Druckbehälter 1 von seinen Einbauten befreit bis auf einen Schemel 1c im Bereich seiner Bodenkalotte 1d. Der verstärkte Behälterflansch 1f, an dem normalerweise der nicht dargestellte Druckbehälterdeckel mittels Flanschschrauben dichtend verspannt wird, umspannt eine Behälteröffnung 1e, die eine lichte Weite 1' hat, welche kleiner ist als die lichte Weite 1a' im Wandbereich 1a des Druckbehälters 1, der, wie dargestellt, eine im wesentlichen hohlzylindrische topfförmige Gestalt mit Bodenkalotte 1d aufweist. Mit 1g ist eine der Hauptkühlmittelleitungen des Druckbehälters 1 bezeichnet, wobei z.B. drei Eintritts- und drei Austrittsleitungen in der achsnormalen Ebene der dargestellten Kühlmittelleitung 1g gleichmäßig über den Umfang des Druckbehälters 1 verteilt zu denken sind.

Die Halterung für die Heizeinrichtung 3 besteht aus einem im wesentlichen zylindrischen, thermisch isolierenden Haltekörper 4, der an einer als Ganzes mit 5 bezeichneten Trageinrichtung gelagert ist, mit welcher er durch die Behälteröffnung 1e in den Druckbehälter 1 einfügbar und aus dieser wieder herausnehmbar ist. Versorgungskabel für die Heizelemente 3a, die am Außenumfang des Haltekörpers 4 sitzen, sind mit 6 und Meßleitungen für einen Thermoelemente 7 halternden beweglichen

Meßbalken 7a sind mit 8 bezeichnet. Der Meßbalken 7a ist an einem Parallelogramm-Gestänge 7b so gelagert, daß er aus einer eingeschwenkten Transportposition in die dargestellte Meßposition gebracht werden kann, in welcher er mit seinen Thermoelementen 7 am Innenumfang der Wand 1a anliegt. Der Haltekörper 4 ist mittels Anlageflächen 4.1 und 4.2 seines äußeren Umfanges mit dem Druckbehälter-Innenumfang derart dichtend in Eingriff bringbar, daß er einen an der zu behandelnden Druckbehälter-Wandpartie 1a anliegenden, ringförmigen Heizraum 9 begrenzt. Die Anlageflächen 4.1 sitzen am Außenumfang eines unteren Haltekörper-Flansches 4.10; sie liegen in der dargestellten eingefügten Lage der Vorrichtung im oberen Bereich der Kalotten-Innenumfangsflächen dichtend an. Die oberen Anlageflächen 4.2 sind an Haltekörper-Segmenten 4.20 angeordnet. Diese Segmente 4.20 haben im dargestellten Ausführungsbeispiel einen etwa L-förmigen Querschnitt, der so bemessen ist, daß sie, wenn der Haltekörper 4 mit seinen unteren Anlageflächen 4.1 am Innenumfang der Bodenkalotte aufliegt, in den Ringspalt 10 eingefügt werden können, der zwischen dem oberen Ringflansch 4.21 des Haltekörpers 4 und dem Innenumfang des Druckbehälters 1 aufgespannt wird. Die Segmente 4.20 bilden einen in sich geschlossenen Segmentring mit entsprechenden Teilfugen 11, der z.B. aus sechs gleichartigen Segmenten 4.2 besteht, die in Form von liegenden L-Profilen mit ihrem kurzen L-Schenkel am Innenumfang des Druckbehälters 1 und mit ihrem längeren L-Schenkel in horizontaler Lage auf der Oberseite des Ringflansches 4.21 des Haltekörpers 4 aufliegen. Auf diese Weise kann der Haltekörper 4 mit seinem unteren Ringflansch 4.10 und seinem oberen Ringflansch 4.21 durch die Behälteröffnung, d.h. insbesondere durch die Engstelle der lichten Weite 1e, hindurch in das Behälterinnere eingebracht werden, und anschließend wird der

Haltekörper 4 durch Inpositionbringen der Haltekörper-Segmente 4.20 auf die lichte Weite 1a' der zu behandelnden Wandpartie 1a eingestellt. Wie ersichtlich, sind die Anlageflächen an den Flanschen 4.21 und 4.10 des Haltekörpers angeordnet, wobei am oberen Ringflansch 4.21 die einstellbaren Haltekörper-Segmente 4.20 mit ihren Anlageflächen 4.2 gelagert sind. Bei diesem ersten Ausführungsbeispiel sind die verstellbaren Haltekörper-Segmente nur deshalb im Bereich des oberen Ringflansches 4.21 vorgesehen, weil aufgrund der Kalottenkrümmung der Außendurchmesser des unteren Ringflansches 4.10 einerseits groß genug ist um dichtend anzuliegen, andererseits klein genug ist, um durch die Behälteröffnung 1e der lichten Weite 1' hindurchgeführt werden zu können.

Die Trageinrichtung 5 weist einen Gittermast 5.0 auf mit Längsstreben 5.1, Querstreben 5.2 und Diagonalstreben 5.3. Im Bereich des Haltekörpers 4 weist der Gittermast 5.0 eine korbartige Fortsetzung 5.4 auf, deren Außenabmessungen etwas kleiner als die Innenabmessungen des Haltekörpers 4 sind und deren Längs-, Quer- und Diagonalstreben mit 5.10, 5.20 und 5.30 bezeichnet sind. Anstelle der Querstreben 5.20 können auch entsprechende Ringplatten verwendet werden. Mit den äußeren Längsstreben 5.10 sind ebenfalls in Längsrichtung verlaufende Stützbeine 12 verbunden mit angelenkten Stützfüßen 12.1 an ihren Enden. Diese an der korbartigen Verlängerung des Gittermastes 5.0 befestigten Stützbeine 12 dienen zugleich zur Verbindung des Haltekörpers 4 mit der Gittermast-Konstruktion, d.h. durch sie wird die gesamte Trageinrichtung 2 mit Haltekörper 4 und Heizelementen 3a abgestützt. Gemäß einer nicht dargestellten Variante könnten die Stützbeine 12 auch längsverschieblich in bezug auf den Haltekörper 4 derart gelagert sein, daß bei einer Abstützung der Tragein-

richtung an den Füßen 12.1 ein steuerbarer Anpreßdruck der Anlageflächen 4.1 an der Bodenkalotte 1a erreicht werden kann. Der Gittermast 5.0 durchdringt den auf einer Schulter 13 des Deckelflansches 1f aufsetzbaren Abschlußdeckel 14, welcher letzterer über Halteeisen 15 mit dem Gittermast 5.0 verbunden ist. Zwecks Steuerung der Temperaturverteilung in dem innerhalb des Haltekörpers 4 angeordneten Druckbehälterraum 1b und damit auch mittelbar zur Temperatursteuerung innerhalb des Heizraumes 9 sind Teile des Abschlußdeckels 14 als Klappen 14a ausgebildet. Diese Klappen können insbesondere fernbetätigt öffnen- und schließbar sein (nicht dargestellt); statt der Klappen 14a könnten auch Schieber vorgesehen sein (gleichfalls nicht dargestellt). In Fig. 1 sind zwei solche Klappen 14a in geöffnetem Zustand dargestellt, wogegen die Draufsicht nach Fig. 2 den Abschlußdeckel 14 im geschlossenen Zustand seiner Klappen 14a zeigt. Die Segmente 14b sind feste Deckelpartien und nicht als Klappen ausgeführt.

Wie es durch die Pfeile 150 versinnbildlicht wird, sind die Längsstreben 5.1 des Gittermastes 5.0 als hohle Gitterstäbe ausgebildet, so daß durch sie Kühlluft in den Raum 1b eingeblasen werden kann. Zu diesem Zweck sind an die Längsstreben an ihren oberen Enden schematisch bei 15.1 angedeutete Kühlluftleitungen angeschlossen. Es ist auch möglich, anstelle der Längsstreben 5.1 gesonderte Kühlluftleitungen am Gittermast 5.0 zu verlegen. Eine Tauchpumpe 16, die bis zum untersten Bereich der Bodenkalotte 1d herabgelassen ist, ermöglicht es, den Reaktorraum 1b leer zu pumpen. Die flexible Pumpenleitung 16.1 ist über eine Umlenkrolle 16.2, welche letztere im oberen Bereich des Gittermastes 5.0 gelagert ist, mit einem bestimmten Durchhang in S-Form durch entsprechende Durchgangsöffnungen der Decken-

riegel 17 nach außen hindurchgeführt. In entsprechen-  
der Weise sind auch die Kühlluftleitungen 15.1 sowie  
die Meßleitungen 8 und die Heizleitungen 6 nach außen  
hindurchgeführt. Bei 16' ist eine Zwischenposition der  
5 Tauchpumpe 16 angedeutet, die diese einnimmt, bevor sie  
herabgelassen oder nachdem sie herausgezogen ist. Die  
Tauchpumpenleitung 16.1 dient einerseits als Druck-  
leitung, andererseits als Tragseil für die Pumpe 16  
und besteht hierzu aus einem armierten, flexiblen  
10 Schlauch. Der Reaktorraum r ist während des Heizvorgan-  
ges von Wasser entleert, wobei die Abschirmung durch die  
Deckenriegel 17 erfolgt.

Bei 7.1 ist ein weiteres bewegliches Thermoelement ange-  
15 deutet, das an einem beweglichen Schwenkarm 7.1a be-  
festigt ist, welcher letzterer wiederum ausschwenkbar an  
einem der Stützbeine 12 gelagert ist. Hierbei sind die  
Meßleitungen nicht dargestellt, ebensowenig wie der  
Schwenkmechanismus, der vorzugsweise zum fernbedien-  
20 baren Schwenken dient. Die Hauptkühlmittelleitungen 1g  
werden, bevor mit dem Wärmebehandlungsvorgang begonnen  
wird, durch Isolierstopfen 18 verschlossen, welche z.B.  
aufblasbar mit Druckluft oder aber aufweitbar ausge-  
führt sein können. Ein Gestänge zum Einfügen und Heraus-  
25 ziehen dieser Isolierstopfen 18 ist mit 18.1 bezeichnet.  
Die Umlenkrolle 16.2 gehört zu einem nicht näher darge-  
stellten Pumpenhubwerk.

Der Haltekörper 4 ist so ausgeführt, daß er mit der  
30 Wand des Druckbehälters 1 wärmedicht abschließt. Die  
Wärmedichtung nach oben wird durch die Haltekörper-  
Segmente 4.20 bewirkt, die nach dem Einsetzen der Vor-  
richtung unter Wasser in Position gebracht werden und  
durch ihre Überlappungen eine Konvektionsströmung durch  
35 die Spalte 18 verhindern. Die festen Deckelsegmente 14b  
übernehmen die Halterung des Gittermastes 5.0 (Kipp-

sicherung), wogegen die beweglichen Klappen 14a in Verbindung mit der Kühlluftströmung 150 der Lufttemperatursteuerung in den Räumen 1b und 9 dienen. Die beschriebene Vorrichtung ist durch die Meß- und Versorgungskabel mit einer handelsüblichen Steuer- und Regeleinrichtung außerhalb des Reaktorraumes r verbunden. Die Abschirmung erfolgt - außer durch die umliegenden Wände - durch die schon erwähnten Deckenriegel 17. Das Einsetzen der Wärmebehandlungs-Vorrichtung erfolgt bei ausgeräumtem Druckbehälter, jedoch unter Wasser. Das Wasser dient hierbei als Abschirmmedium. Ist die Vorrichtung in die in Fig. 1 dargestellte Lage gebracht, dann kann mit der Tauchpumpe 16 der Innenraum des Druckbehälters und der Reaktorraum r von Wasser entleert werden, nachdem die Deckenriegel 17 in Stellung gebracht sind. Die Heizelemente 3a sind an sich bekannte elektrische Widerstands-Heizelemente, die die zu behandelnden Wandpartien 1a aufheizen. Wesentlich ist, daß durch diese Heizelemente 3a eine partielle Wärmebehandlung durchgeführt werden kann, d.h. eine Behandlung nur derjenigen Wandbereiche, bei denen eine Versprödung beseitigt werden muß, wogegen andere Wandbereiche von der Temperaturbehandlung praktisch unbeeinflusst bleiben.

Figuren 3 und 4 zeigen das zweite Ausführungsbeispiel, bei dem abweichend von Fig. 1 und 2 jedes Haltekörpersegment 4.30 an einer gesonderten Trageinrichtung 50 eingehängt ist, und zwar so, daß die Segmente 4.30 nacheinander in das Behälterinnere 1b einfügbar bzw. wieder aus dem Behälterinneren herausnehmbar sind. Die Segmente 4.30 liegen im Bereich axialer Trennfugen 4.30a aneinander wärmedichtend an und bilden dabei einen geschlossenen Ringverband, vgl. Fig. 4, so daß keine gesonderten Hilfssegmente erforderlich sind. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind vier über den Umfang verteilte Segmente 4.30 vorgesehen, deren jedes



mit Gelenkfaschen 19 versehen ist, an denen jeweils ein Träger 20 angelenkt ist. Ein Bügel 21 am Innenumfang des Haltekörpers 40 bzw. am Innenumfang der jeweiligen Segmente 4.30 verhindert ein Kippen der Segmente beim Einfügen bzw. Herausnehmen. Anstelle eines Dichtstopfens für die Hauptkühlmittelleitung 1g ist hier ein Dichtteller 180 vorgesehen, der über eine Stange 181 am jeweiligen Träger 20 befestigt ist. Der Abschlußdeckel 140 kann ebenso wie der Haltekörper 40 in einzelne Segmente unterteilt sein, die nach Inpositionbringen aller Segmente 4.30 ebenfalls einen in sich geschlossenen dichtenden Deckelverband ergeben. Die einzelnen Abschlußdeckelsegmente sind mit 141, zugehörige Versteifungs- und Haltestreben mit 142 bezeichnet. Die letzteren sind mit einem Ende am Träger 20 und mit ihrem anderen Ende am jeweiligen Segment 141 befestigt. Im übrigen sind funktionsmäßig gleiche Teile zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 1, 2 auch mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Der Wärmebehandlungsvorgang läuft sinngemäß wie vorbeschrieben ab.

Beim dritten Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 und 6 ist der Haltekörper 400 über seinen Umfang gesehen in mehrere mittels durchgehender axialer Trennfugen 22 (siehe Fig. 6) voneinander getrennte Segmente 4.40 unterteilt, und diese Segmente 4.40 sind über Spreizhebel 23 an einem Zentralmast 500 so gelagert, daß bei Axialverschiebung des Zentralmastes 500 relativ zu den Segmenten 4.40 letztere in bezug auf den Zentralmast radial aufgespreizt werden. Hierbei sind die Segmente 4.40 über Zugseile 24 (stattdessen können auch Gelenkstäbe verwendet werden) an einer Abschlußplatte 1400 angehängt, wobei der Zentralmast 500 die Abschlußplatte 1400 unter Ermöglichung einer Relativbewegung zu den Einzeelsegmenten 4.40 axial verschieblich in einer

Durchgangsbohrung 25 durchdringt. Die Zugseile sind an entsprechenden Laschen 26 der Segmente 4.40 und 27 des Abschlußdeckels 1400 eingehängt. Die Spreizhebel sind an entsprechenden Gelenklaschen 28, die am Innenumfang der Segmente 4.40 befestigt sind, an ihren äußeren Enden und an Laschensternen 29, die auf dem Zentralmast 500 befestigt sind, an ihren inneren Enden angelenkt.

Der fest auf dem Zentralmast 500 sitzende Ringkragen 30 hat einen solchen Abstand 31 zum Abschlußdeckel 1400, daß beim Herausheben der Vorrichtung zunächst die Segmente 4.40 eingespreizt werden und im letzten Teil dieses Einspreizhubes der Ringkragen 30 den Abschlußdeckel 1400 mitnimmt. Zu diesem Zweck ist der Zentralmast 500 an seinem oberen Ende mit einer Einhängeöse 32 für einen Kranhaken o.dgl. versehen. Der Dichtteller 180 für die Hauptkühlmittelleitung 1g sitzt bei diesem Ausführungsbeispiel an einem Schwenkhebelgestänge 33, das an einem Lagerbock 34 des Abschlußdeckels 1400 schwenkbar gelagert ist und eine Durchgangsöffnung 35 des Abschlußdeckels 1400 mit dem Hebel 33a derart durchdringt, daß eine begrenzte Schwenkbewegung ermöglicht ist. Bei 36 ist ein Betätigungsgestänge angedeutet, das am äußeren Hebelarm 33b angelenkt ist und vorzugsweise der Fernbetätigung dient.

Fig. 6 zeigt, daß zum Abdichten der axialen Trennfugen 22 zwischen tangential einander benachbarten Segmenten 4.40 über den Umfang der Segmente verteilte Hilfssegmente 37 vorgesehen sind, welche ebenso wie die Segmente 4.40 auf größere Durchmesser verschiebbar sind und im durchmesserergrößerten Zustand des Haltekörpers 400 die tangentialen Spalte 22' zwischen den aufgespreizten Segmenten 4.40 wärmeleuchtend überdecken. Die Hilfssegmente 37 sind ebenso wie die Segmente 4.40 über Spreizhebel am Zentralmast 500 angelenkt, wobei

- diese radial etwas kürzeren Spreizhebel mit 23.1 bezeichnet sind. Als Gelenklager dienen für die äußeren Enden wiederum Laschen 28 und für die inneren Enden der Laschenstern 29. Im übrigen sind funktionsmäßig gleiche Teile zum ersten und zweiten Ausführungsbeispiel auch mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Wärmebehandlung erfolgt sinngemäß wie anhand des ersten Ausführungsbeispiels beschrieben.
- 5
- 10 Beim vierten Ausführungsbeispiel nach Fig. 7, 8 und 9 bilden die Segmente 4.50 und die Hilfssegmente 370 in Verbindung mit dem Wandbereich 1a, mit dem sie entsprechend dem dritten Ausführungsbeispiel gleichfalls dichtend in Eingriff bringbar sind, eine Heizgaskammer
- 15 38, und zwar in der in Fig. 7 und im rechten Teil der Fig. 8 dargestellten Heizstellung I. An die Heizgaskammer 38 sind Gaszuleitungen 39a und Gasableitungen 39b angeschlossen. Als Heizmedium kann z.B. Heißluft verwendet werden; es ist jedoch auch möglich, ein
- 20 Inertgas zu verwenden, falls das aufzuheizende Behälterwandmaterial zu nicht erwünschten Oxidationen neigt. Die Gaszuleitung 39a ist, vgl. Einzelheit nach Fig. 9, über ein U-förmig abgebogenes Rohrknief 39a1 an einen oberen Eintrittskarmerteil 38a der Heizgaskammer 38
- 25 angeschlossen, wogegen die Gasableitung 39b ebenfalls über ein U-förmig gebogenes Rohrknief 39b1 im unteren Bereich der Heizgaskammer 38 durch eine Umfangswand der Segmente 4.50 hindurchführend angeschlossen ist. Die Anschlußstellen für die Gaszuleitungen 39a werden durch
- 30 über den Innenumfang der Hilfssegmente 370 überstehende, kastenförmige Vorsprünge 42 gebildet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist dann jedes der vier je einem Quadranten zugeordneten Hilfssegmente 370 je eine Gaszuleitung 39a angeschlossen, und auch an jedes der Seg-

mente 4.50 der vier Quadranten je eine Gasableitung 39b. Durch die Pfeile f3 sind die Heißgasströme verdeutlicht. Die Segmente 4.50 und Hilfssegmente 370 sind bei diesem Ausführungsbeispiel entsprechend dem dritten Ausführungsbeispiel wiederum an Spreizhebeln 23 angelenkt, entsprechende Teile sind mit den gleichen Bezugszeichen wie beim dritten Ausführungsbeispiel bezeichnet. Bei diesem wie auch beim vorbeschriebenen dritten Ausführungsbeispiel kann das Eigengewicht des Zentralmastes 500 so groß gemacht werden, daß er genügend große Spreizkräfte auf die Segmente 4.50 und 370 bzw. 4.40 und 37 ausübt. Der Wärmebehandlungsvorgang erfolgt wie bereits erläutert, wobei aus Vereinfachungsgründen bei den Ausführungsbeispielen zwei bis vier die Tauchpumpe, die Thermomeßelemente und andere in Fig. 1 dargestellte Details nicht abgebildet sind.

Beim fünften Ausführungsbeispiel nach Fig. 10 und 11 sind die hier mit 4.60 bezeichneten Segmente und nicht näher ersichtliche Hilfssegmente eines Haltekörpers 4' als Träger einer Induktorwicklung 43 ausgebildet. Das durch die Induktorwicklung 43 erzeugbare elektromagnetische Wechselfeld durchdringt die Isolierung der Segmente 4.60 und erzeugt im Wandbereich 1a des Druckbehälters 1 Wirbelströme, die ebenfalls zur erforderlichen Erwärmung des Wandbereiches 1a auf Erholungstemperatur führen. Die Wechselstrom-Zuleitung ist mit 43a, die Ableitung mit 43b bezeichnet. Es handelt sich um flexibles Starkstromkabel. Damit die Induktorwindungen der Wicklung 43 beim Aufspreizen der Aufspreizbewegung folgen können und sich an den Innenumfang des Haltekörpers 4' anlegen, sind sie mit flexiblen, schlaufenförmig zusammenschiebbaren Windungsstücken 44 versehen. Diese überbrücken, wie ersichtlich, im gestreckten Zustand die Umfangsvergrößerung der Windungen 43a, die

5 letztere beim Aufspreizen erfahren. Fig. 11 zeigt ein  
solches flexibles schlaufenförmig zusammengedrücktes  
Windungsstück 44 im noch nicht aufgespreizten Zustand  
des Haltekörpers 4' bzw. seiner Segmente 4.60. Der Vor-  
10 teil der beschriebenen Induktorwicklung 43 ist unter  
anderem der, daß am Innenumfang des Wandbereiches 1a  
keine nach außen abzudichtenden Gaskammern gebildet wer-  
den; vielmehr sind im wesentlichen lediglich die Ab-  
strahlungsverluste in Grenzen zu halten, was dadurch  
15 auf günstige Weise erreicht werden kann, daß der Halte-  
körper 4' an seinem Außenumfang mit einer spiegelnden  
Oberfläche versehen wird. Diese Maßnahme ist im übrigen  
auch für die Ausführungsbeispiele eins bis vier von  
Vorteil. Damit am Außenumfang des der Wärmebehandlung  
20 zu unterwerfenden Druckbehälters 1 keine zu großen  
Abstrahlungsverluste entstehen, kann auch in diesem  
Bereich eine Isolierung, z.B. eine temperaturbeständige  
Metallfolienisolierung vorgesehen sein (nicht darge-  
stellt).

11 Figuren

14 Patentansprüche

Zusammenfassung

5 Wärmebehandlungs-Vorrichtung zur Verlängerung der Lebensdauer eines Druckbehälters, insbesondere eines Reaktordruckbehälters

Die Erfindung betrifft eine Wärmebehandlungs-Vorrichtung zur Verlängerung der Lebensdauer eines Druckbehälters (1), insbesondere eines Reaktordruckbehälters, dessen warmfester Werkstoff durch Neutronenfluenz zeitabhängigen Gefügeveränderungen unterworfen ist, mit einer Heizeinrichtung (3), die benachbart zu den zu behandelnden Wandpartien (1a) des Druckbehälters (1) im Innenraum (1b) desselben in Stellung bringbar ist, ferner mit einer Halterung für die Heizeinrichtung, die einen im wesentlichen hohlzylindrischen Haltekörper (4) aufweist, der an einer Trageinrichtung (2) gelagert ist, mittels welcher er durch die Behälteröffnung (1e) in den Druckbehälter (1) einfügbar und wieder herausnehmbar ist, wobei zum Einfügen und Herausnehmen der Vorrichtung der Druckbehälter-Innenraum (1b) und der Reaktorraum (r) geflutet sind und zur Wärmebehandlung der ausgeräumte Reaktorinnenraum (1b) vom Flutwasser entleert ist. Hierbei ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Haltekörper (4) als Isolierzylinder ausgebildet ist und mittels Anlageflächen (4.1, 4.2) seines äußeren Umfanges mit dem Druckbehälter-Innenumfang derart dichtend in Eingriff bringbar ist, daß er einen an der zu behandelnden Druckbehälter-Wandpartie (1a) anliegenden, ringförmigen Heizraum (9) begrenzt, und daß die Wärmebehandlung bei entleertem und nach außen durch Decken-Riegel (17) abgeschirmtem Reaktorraum (1b, r) erfolgt.

22

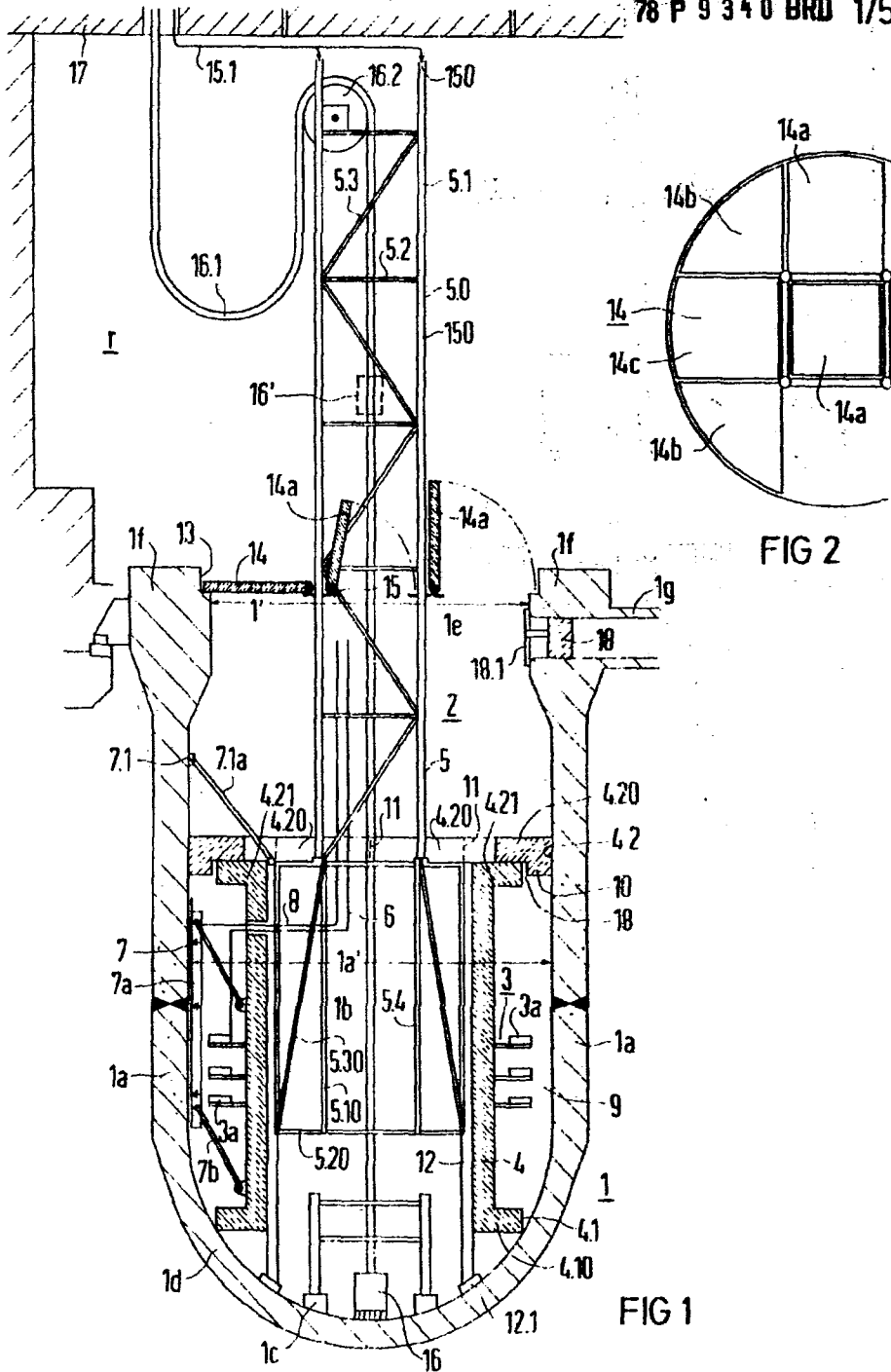
Leerseite

Nummer: 28 20 442  
 Int. Cl. 2: G 21 C 13/00  
 Anmeldetag: 10. Mai 1978  
 Offenlegungstag: 15. November 1979

- 24 -

2820442

78 P 9 340 BRD 1/5



909846/0250



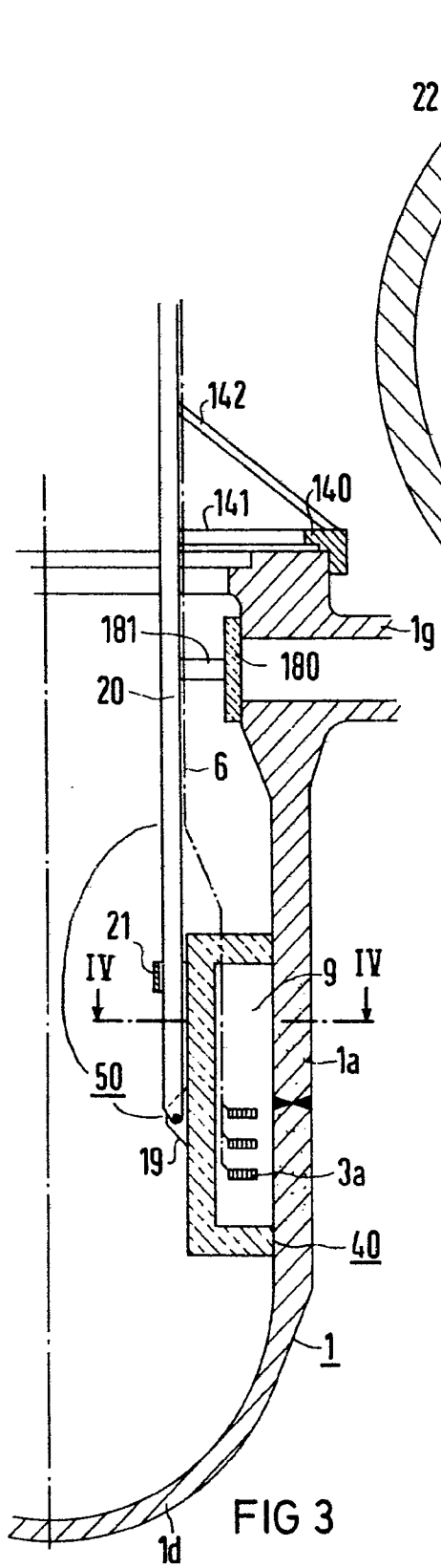


FIG 3

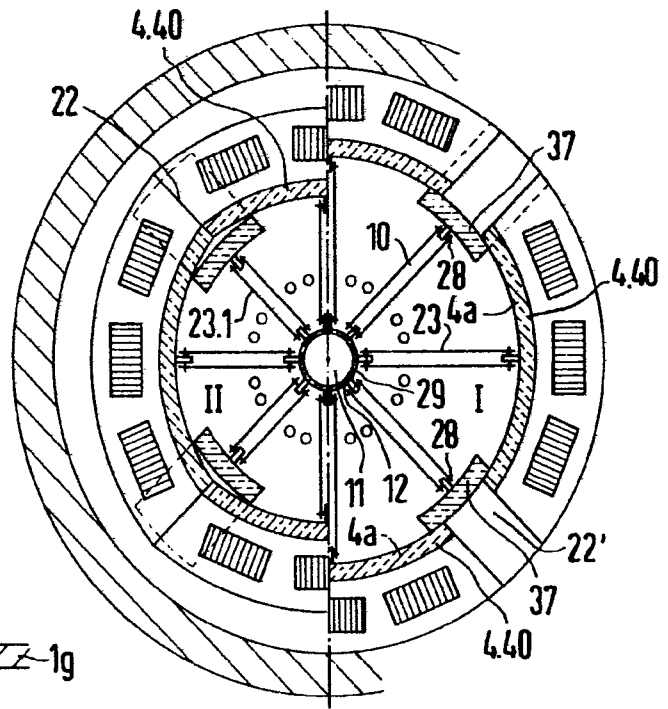


FIG 6

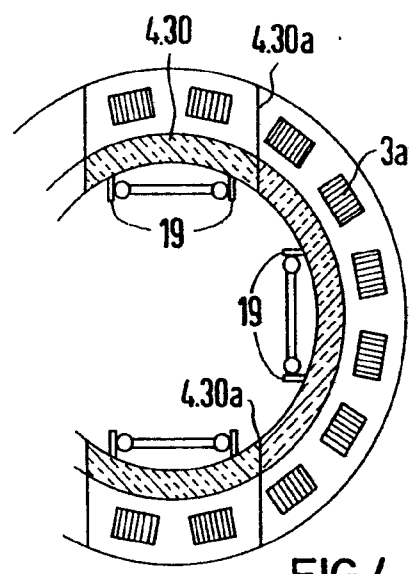
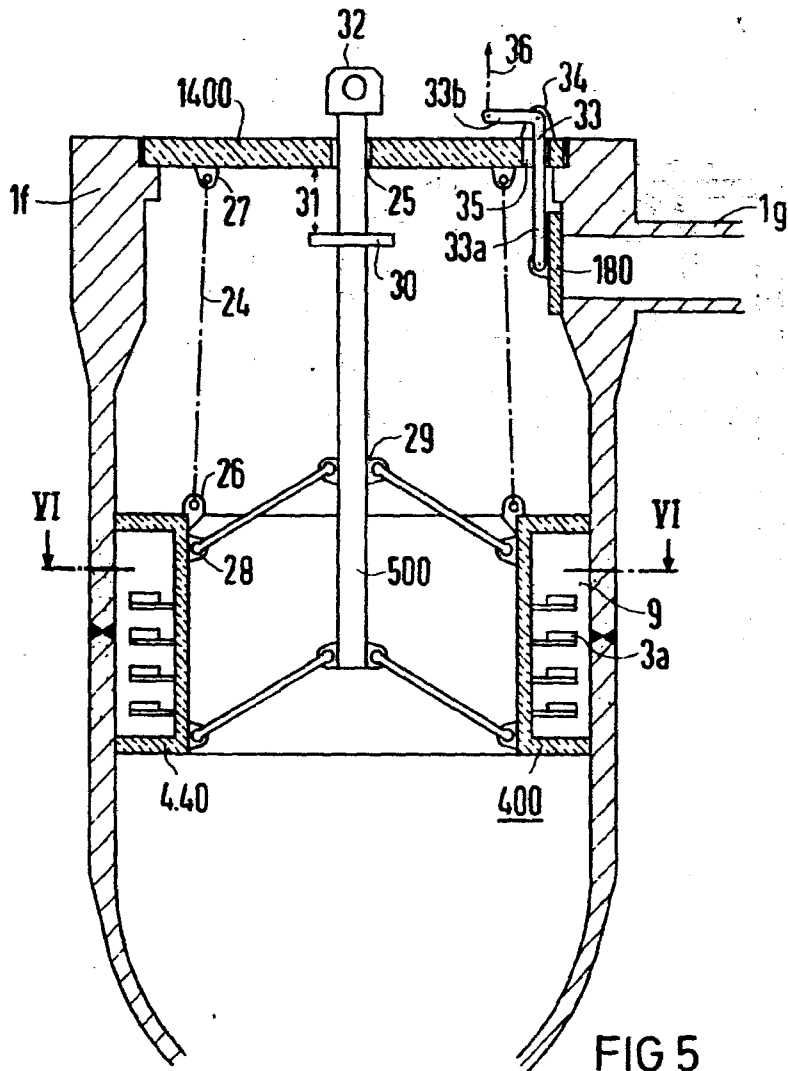


FIG 4



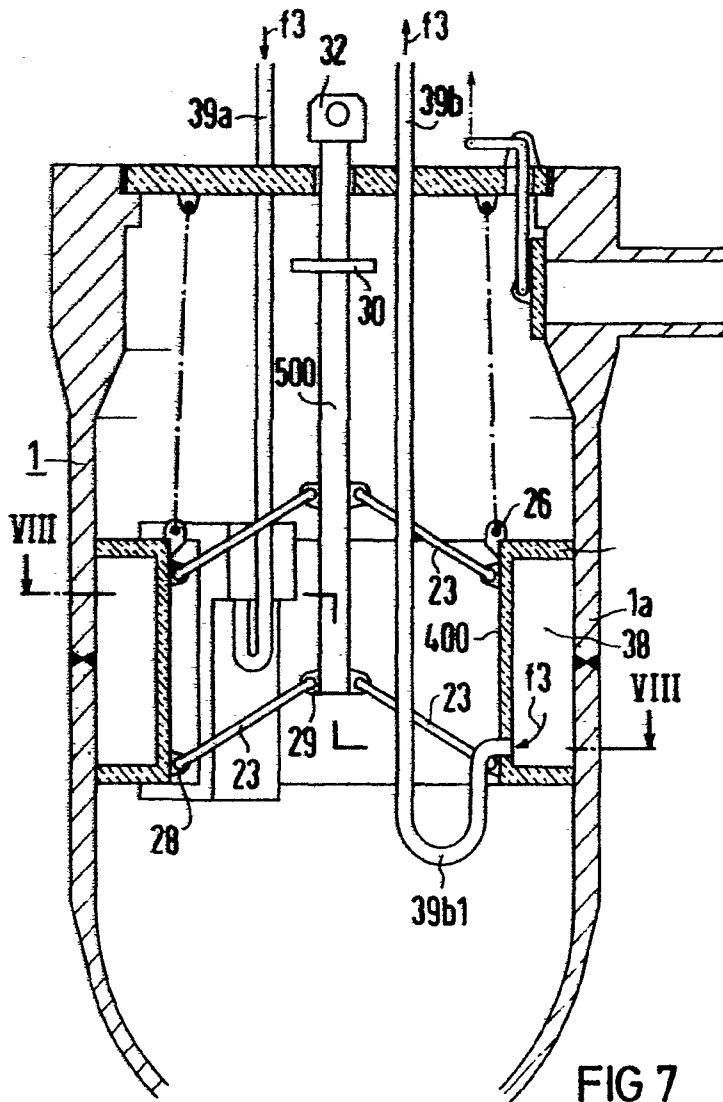


FIG 7

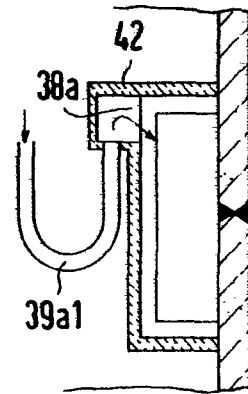


FIG 9

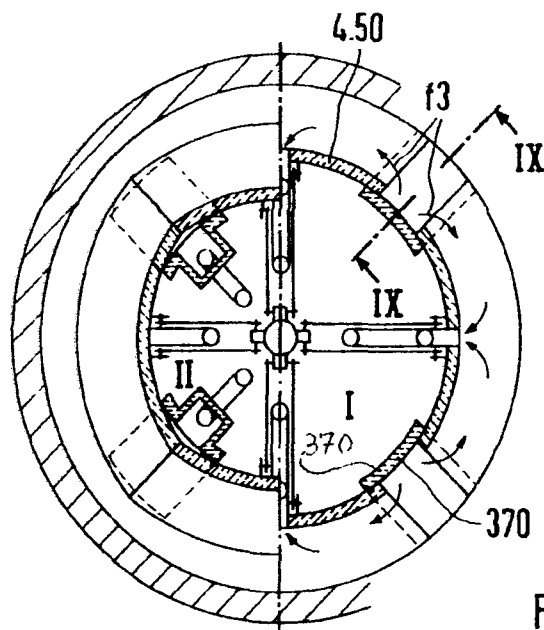


FIG 8

