



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: F 28 D
G 21 C

7/02
15/22

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

646 245

②① Gesuchsnummer: 6958/80

⑦③ Inhaber:
Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, Winterthur

②② Anmeldungsdatum: 17.09.1980

②④ Patent erteilt: 15.11.1984

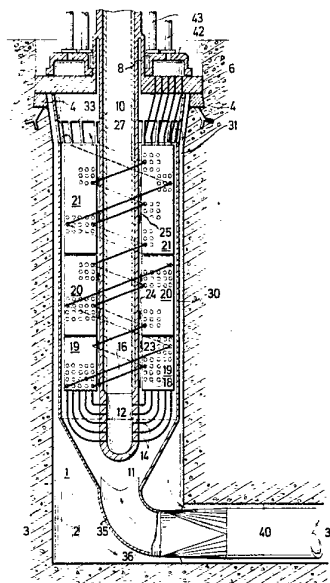
④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.11.1984

⑦② Erfinder:
Fueglistner, Alfred, Winterthur

⑤④ Wärmeübertrager mit Rohrwendeln und mindestens einer Gruppe von Stützplatten für die Rohrwendeln.

⑤⑦ Zwischen jeder Gruppe von Stützplatten (19 bis 21) und einem im Zentrum der Rohrwendeln (16) befindlichen Rohr (10) ist eine dünnwandige, elastisch nachgiebige und das Rohr (10) mit Spiel umgebende Büchse (23, 24, 25) vorgesehen, deren eines Ende am Zentralrohr (10) fixiert ist, während am anderen Ende der Büchse (23, 24, 25) die Stützplatten (19 bis 21) befestigt sind.

Durch die Büchsen können die im Betrieb wärmer als die Rohrwendeln werdenden Stützplatten sich auch nach dem Zentralrohr hin ausdehnen, so dass die Wärmedehnungen der Rohrwendeln und damit deren Biegebeanspruchungen wesentlich vermindert werden. Der Wärmeübertrager ist für Kernreaktoranlagen bestimmt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Wärmeübertrager mit mehreren Rohrwendeln und mindestens einer Gruppe von Stützplatten, wobei die Rohrwendeln in Bohrungen der Stützplatten eingeschraubt sind, die etwa radial zu einem im Zentrum der Rohrwendeln befindlichen Zentralrohr angeordnet und mit diesem verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Stützplatten (19, 20, 21) jeweils einer Gruppe und dem Zentralrohr (10) eine elastisch nachgiebige, das Zentralrohr mit Spiel umgebende Büchse (23, 24, 35) vorgesehen ist, deren eines Ende am Zentralrohr (10) fixiert ist, während am anderen Ende der Büchse (23, 24, 25) die Stützplatten (19, 20, 21) befestigt sind.

2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, mit mehreren in Richtung der Achse der Rohrwendeln aufeinanderfolgenden Gruppen von Stützplatten, dadurch gekennzeichnet, dass die Fixierung der Büchsen (23, 24, 25) am Zentralrohr (10) jeweils ausserhalb der axialen Erstreckung der zugehörigen Gruppe von Stützplatten (19, 20, 21) liegt.

3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass am Zentralrohr (10) Nocken (51) vorgesehen sind, denen an den Stützplatten (19, 20, 21) befindliche Anschlagflächen (52) zugeordnet sind, die zur Aufnahme von Wärmedehnungen im Normalbetrieb gegenüber den Nocken Spiel aufweisen.

4. Wärmeübertrager nach den Ansprüchen 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Nocken (51), die einer ersten Gruppe von Stützplatten (19) zugeordnet sind, an einer Büchse (24) befestigt sind, die an einer der erstgenannten Gruppe axial benachbarten Gruppe von Stützplatten (20) befestigt ist.

5. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei vertikaler Anordnung der Achse der Rohrwendeln (16) sich jeweils eine obere Stützplatte (21) im Bereich ihrer Unterkante auf der oberen Kante der darunter befindlichen Stützplatte (20) radial abstützt.

6. Wärmeübertrager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Flächen, auf denen sich die übereinander befindlichen Stützplatten (19, 20, 21) radial abstützen, mit Rücksicht auf die Wärmedehnung dieser Stützplatten ausgerichtet und mit einem reibungsmindernden Belag versehen sind.

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager mit mehreren Rohrwendeln und mindestens einer Gruppe von Stützplatten, wobei die Rohrwendeln in Bohrungen der Stützplatten eingeschraubt sind, die etwa radial zu einem im Zentrum der Rohrwendeln befindlichen Zentralrohr angeordnet und mit diesem verbunden sind.

Ein solcher Wärmeübertrager ist aus der CH-PS 454 931 bekannt. Bei ihm sind die Stützplatten direkt am Zentralrohr angeschweisst, so dass ein verhältnismässig starres Stützsystem für die Rohrwendeln entsteht. Bei Betrieb mit mässigen Temperaturen des Primärmediums hat sich der bekannte Wärmeübertrager hervorragend bewährt. Wird er jedoch für sehr hohe Temperaturen, z.B. 800 °C, verwendet, so ergeben sich in den vom Sekundärmedium durchströmten Rohren erhebliche Wärmespannungen, weil im Betrieb die nichtgeköhlten Stützplatten sich radial stärker dehnen als die vom Sekundärmedium gekühlten Rohrwendeln. Diese Rohre werden dabei an den Stützstellen von den Stützplatten nach aussen gedrückt und dort somit zusätzlich gebogen, während sie sich zwischen den Stützstellen verflachen. Ausserdem treten auch in axialer Richtung Dehnungsdifferenzen zwischen den Stützplatten und dem Zentralrohr auf.

Es ist Aufgabe der Erfindung, bei einem Wärmeübertrager

der eingangs erwähnten Art auf konstruktiv einfache Weise die genannten Wärmedehnungsdifferenzen und die dadurch hervorgerufenen Wärmespannungen wesentlich herabzusetzen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass zwischen den Stützplatten jeweils einer Gruppe und dem Zentralrohr eine elastisch nachgiebige, das Zentralrohr mit Spiel umgebende Büchse vorgesehen ist, deren eines Ende am Zentralrohr fixiert ist, während am anderen Ende der Büchse die Stützplatten befestigt sind.

Durch die erfindungsgemäss vorgesehene Büchse verschieben sich die im Betrieb wärmer werdenden Stützplatten nachgiebig nach innen, wobei ein radial mittlerer Teil der Rohre seine Krümmung beibehält, ein radial äusserer Teil sich im gleichen Sinn, aber erheblich geringer deformiert als im bekannten Wärmeübertrager, während ein radial innerer Teil der Rohre sich sogar in umgekehrtem Sinne deformieren kann, so dass hier der Krümmungsradius an den Stützstellen vergrössert und in den Rohrabschnitten zwischen den Stützstellen verkleinert wird. Diese Deformationen der Rohre sind erheblich geringer als beim bekannten Wärmeübertrager. Beim nachgiebigen Nach-innen-verschieben der Stützplatten wird die Büchse im Bereich der Befestigungsstellen der Stützplatten radial nach innen gedrückt, während sie sich zwischen den Befestigungsstellen ausbaucht. Bei zweckmässig dünnwandig ausgebildeter Büchse haben ihre Deformationen keine unzulässigen Biegespannungen zur Folge. Da ausserdem die Stützplatten nur am einen Ende der Büchse, das heisst über eine vorzugsweise nur kurze axiale Länge befestigt sind, ergeben sich in axialer Richtung keine ins Gewicht fallende Dehnungsunterschiede, so dass diesbezüglich keine zusätzliche Spannungen auftreten. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemässen Wärmeübertragers besteht in seinem einfachen Zusammenbau.

Um die Spannungen in den Büchsen klein zu halten, kann es zweckmässig sein, die Büchsen gemäss Anspruch 2 auszubilden, das heisst ihnen eine grosse axiale Länge zu geben.

Die Ausführungsform gemäss Anspruch 3 gewährt eine Sicherung der Stützplatten gegen Absturz, falls die Befestigung zwischen der Büchse und der Stützplatte brechen sollte.

Der Anspruch 4 gibt eine besonders einfache Ausführungsform einer solchen Sicherung an.

Die an den Stützplatten wirkenden Drehmomente lassen sich durch die Merkmale des Anspruchs 5 zum grossen Teil von den Büchsen fernhalten, so dass deren Beanspruchung sowie die Beanspruchung der Stützplatten beträchtlich vermindert werden.

Die Merkmale nach Anspruch 6 verhindern, dass über die radialen Abstützflächen der Stützplatten grosse Reibungskräfte übertragen werden, was zu unzulässigen Beanspruchungen führen könnte.

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung werden in der folgenden Beschreibung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Axialschnitt durch einen Wärmeübertrager nach der Erfindung,

Fig. 2 einen Axialschnitt durch einen Teil eines abgewandelten Wärmeübertragers, in grösserem Massstab als in Fig. 1 und

Fig. 3 einen Schnitt entsprechend der Linie III-III in Fig. 2.

Gemäss Fig. 1 ist für den Wärmeübertrager ein zylindrischer, mit einem Stahlfutter 2 ausgekleideter Hohlraum 1 in einem Reaktordruckgefäss 3 vorgesehen, das aus Beton besteht. Am oberen Ende des Hohlraumes 1 ist ein Tragring 4 einbetoniert, der am Futter 2 dicht angeschweisst ist. Auf dem Tragring 4 ruht ein ringförmiger Rohrboden 6, der an seinem inneren Umfang eine nach oben ragende Traghülse 8 auf-

weist. An dieser Traghülse ist ein vertikales, nach unten in den Hohlraum 1 ragendes Zentralrohr 10 befestigt. Die Wand des Zentralrohres 10 bildet nahe seinem unteren Ende einen verdickten Abschnitt 12, der anschliessend in einen halbkugelförmigen Boden 11 übergeht. Im verdickten Abschnitt 12 des Zentralrohres 10 sind die unteren Enden 14 von Wärmeübertragerrohren eingeschweisst, die zunächst bogenförmig nach oben verlaufen und dann in Rohrwendeln 16 übergehen, die sich in verschiedenen Zylindern um das Zentralrohr 10 herumwinden. Im Zentralrohr ist eine Wärmeisolation 27 angebracht, die vom verdickten Abschnitt 12 ausgehend sich nach oben erstreckt.

Die Rohrwendeln 16, von denen in Fig. 1 nur zwei dargestellt sind, nämlich eine äusserste und eine innerste, sind in ebenfalls nicht vollzählig gezeichnete Bohrungen 18 eingeschraubt, die sich in drei Gruppen von je vier Stützplatten 19, 20 und 21 befinden. Diese Stützplatten, die über den Umfang des Zentralrohres 10 verteilt angeordnet sind, haben den unterschiedlichen Belastungen entsprechend von unten nach oben zunehmende Höhe. Jede Gruppe von Stützplatten wird von einer dünnwandigen Büchse 23, 24 bzw. 25 getragen. Die Büchsen 23 bis 25 sind jeweils im Bereich ihres unteren Endes mit dem Zentralrohr 10 fest verbunden, z.B. verschweisst.

Oberhalb der obersten Gruppe von Stützplatten 21 sind die Rohrwendeln 16 nach oben abgebogen und zu Bohrungen im Rohrboden 6 geführt, mit dem sie – vorzugsweise durch Schweissung – dicht verbunden sind. Das sich zwischen dem Rohrboden 6 und dem Boden 11 des Zentralrohres 10 erstreckende Bündel von Rohren 16 ist von einem Blechmantel 30 umgeben, der unten konisch eingezogen ist und oben sich konisch erweitert. Das obere Ende des Mantels 30 ist am Rohrboden 6 befestigt. Das untere Ende der konischen Erweiterung des Mantels 30 weist mehrere, über den Umfang gleichmässig verteilte Fenster 33 auf. Am unteren, konisch eingezogenen Ende des Mantels 30 ist ein quadratischer Querschnitt aufweisender Bogen 35 angeschlossen, der sich in ein Quadrat-Kreis-Übergangsrohrstück 36 fortsetzt. Das Übergangsstück 36 ist mit einem Rohr 38 runden Querschnitts verbunden, das der Zufuhr des von einem nicht gezeichneten Kernreaktor kommenden Primärmediums dient. Das Zufuhrrohr 38 erstreckt sich durch einen Kanal 40 des Druckgefässes 3, wobei zwischen dem Rohr 38 und dem Kanal 40 ein Ringraum freibleibt.

Auf dem Rohrboden 6 ist ein ringförmiger, nach unten offener Verteiler 42 angeordnet, der gasdicht mit dem Boden 6 verbunden ist und dem über mehrere Rohre 43 kaltes Sekundärmedium zugeführt wird.

Der Wärmeübertrager nach Fig. 1 wird über das Zufuhrrohr 38 mit Primärmedium, nämlich Helium von z.B. 800 °C beschickt. Dieses hocherhitzte Gas umströmt die im Ringraum zwischen dem Zentralrohr 10 und dem Mantel 30 befindlichen Rohrwendeln 16 und kühlt sich dabei ab. Danach strömt es über die Fenster 33 in den Ringraum 31 zwischen dem Mantel 30 und dem Futter 2. Nach Durchströmen des Ringraumes 31 gelangt das Gas über den zwischen dem Zufuhrrohr 38 und dem Kanal 40 gebildeten Ringraum zum Kernreaktor zurück. Das kalte Sekundärmedium gelangt über die Rohre 43 in den ringförmigen Verteiler 42 und durchströmt dann die Rohrwendeln 16, wobei es Wärme aufnimmt. Das so erwärmte Sekundärmedium sammelt sich anschliessend im unteren Abschnitt des Zentralrohres 10. Mit hoher Temperatur strömt es sodann durch das Zentralrohr zu nicht dargestellten Verbrauchern, beispielsweise einer Hochtemperaturgasturbine mit nachgeschalteten Wärmeübertragern oder zu Prozesswärmeverbrauchern.

Beim Zusammenbau des Wärmeübertragers befindet sich das verwendete Material im wesentlichen auf Raumtempera-

tur. Im Betrieb nehmen die Rohrwendeln 16 eine Mitteltemperatur an, die zwischen jener des wärmeabgebenden Primärmediums und jener des wärmeaufnehmenden Sekundärmediums liegt. Sie sind daher deutlich kühler als die Stützplatten, die im wesentlichen die Temperatur des wärmeabgebenden Primärmediums annehmen. Dementsprechend sind bisher beim bekannten Wärmeübertrager im Betrieb die Stützplatten gegenüber den Rohren gewachsen und diese Rohre an den Stützplatten entsprechend nach aussen deformiert worden, was zu einem kleineren Krümmungsradius im Bereich der Stützplatten und zu einem grösseren Krümmungsradius im Bereich zwischen den Stützplatten führte. Dank der elastisch nachgiebigen Befestigung der Stützplatten 19 bis 21 an den Büchsen 23 bis 25 dehnen sich die Stützplatten nicht nur nach aussen gegen den Mantel 30, sondern auch nach innen gegen das Zentralrohr 10 aus. Die Beanspruchung der Wärmeübertragerrohre 16 durch Wärmespannungen wird somit durch die nachgiebige Befestigung der Stützplatten erheblich vermindert.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 2 sind die Büchsen 23 bis 25 über Ringe 50 am Zentralrohr 10 befestigt. Diese Ringe weisen Nocken 51 auf, die mit Spiel in Ausnehmungen 52 der Stützplatten 19 bis 21 eingreifen, so dass im Falle eines Bruches der Verbindung zwischen den Büchsen und den Stützplatten letztere an den Nocken 51 hängen bleiben. Damit wird vermieden, dass durch zusätzliche Belastung benachbarter Stützplatten deren Abstützung ebenfalls reisst, was schliesslich den Absturz eines Teils des Rohrbündels oder sogar des ganzen Bündels zur Folge haben könnte. Die Ausnehmungen 52 für die Nocken 51 sind so bemessen, dass sich innerhalb der Revisionsintervalle keine schwere Havarie entwickeln kann.

Es ist möglich, z.B. durch an den Stützplatten befestigte, nicht gezeichnete Messstäbe, eine auf einem Bruch beruhende Absenkung der Stützplatten erkennbar zu machen.

Die Stützplatten 19 und 20 weisen an ihrer oberen Kante zum Zentralrohr hin eine Stütznase 60 auf, die mit ihrer schrägen Fläche jeweils mit einer schrägen Gegenfläche an der unteren Kante der darüber befindlichen Stützplatte 20 bzw. 21 zusammenwirkt. Von dieser Anschrägung wird das vom Gewicht der Stützplatten und vom Gewicht der Rohre an den Stützplatten auftretende Drehmoment aufgenommen, was zu einer Entlastung der Büchsen 23 bis 25 führt.

Der Anschrägswinkel α der Stütznasen 60 kann je nach den Relativdehnungen der Stützplatten positiv, negativ oder Null sein. Er wird von Fall zu Fall so gewählt, dass an kritischen Stellen, z.B. im Bereich der Befestigung der Stützplatten an den Büchsen, die Spannungen in zulässigen Grenzen bleiben. Die zusammenwirkenden Schrägflächen können ausserdem mit einem reibungsmindernden Belag versehen sein.

Um die Nachgiebigkeit der Büchsen 23 bis 25 zu erhöhen, können sie im Höhenbereich, in dem die Stützplatten befestigt sind, zwischen den Befestigungsstellen Ausnehmungen 62 aufweisen, wie dies in den Fig. 2 und 3 dargestellt ist.

In Fig. 3 ist eine Hülse 64 angedeutet. Solche Hülsen können jeweils im Bereich zwischen zwei Ringen 50 angeordnet sein und sich durch den Spalt erstrecken, der zwischen den Kanten 66 und 67 (Fig. 2) axial benachbarter Stützplatten einerseits und dem diesen Kanten gegenüberliegenden Abschnitt der betreffenden Büchse andererseits gebildet ist. Jeweils im Bereich der Befestigungsstelle 68 der Stützplatte an der Büchse weisen die Hülsen 64 eine Ausnehmung auf. Die Hülsen 64 verhindern ein Ausweichen des die Rohrwendeln 16 umströmenden Primärmediums aus den Rohrgassen in den Ringraum 65 (Fig. 2) zwischen dem innersten Rohrzylinder und den Büchsen 23 bis 25. Sie können beidseits der Stützplatten radial versetzt sein.

