



DEUTSCHES
PATENTAMT

- 21 Aktenzeichen:
22 Anmeldetag:
43 Offenlegungstag:

P 31 15 844.7-33
21. 4. 81
28. 10. 82

71 Anmelder:

Interatom Internationale Atomreaktorbau GmbH, 5060
Bergisch Gladbach, DE

72 Erfinder:

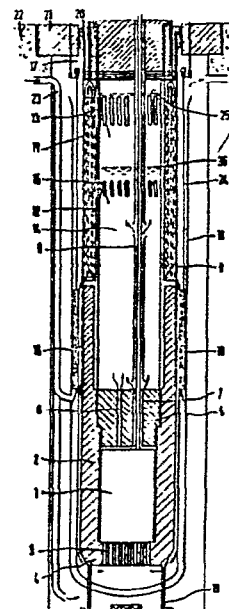
Hammers, Heinz-Wilhelm, Ing.(grad.), 5060 Bergisch
Gladbach, DE

Behördeneigentum

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 »Natriumgekühlter Kernreaktor«

Die Erfindung betrifft einen natriumgekühlten Kernreaktor, dessen Reaktortank den Primärkreis, eine den Reaktorkern umgebende Abschirmung und einen Primär-Sekundär-Wärmetauscher enthält, insbesondere einen schnellen Brutreaktor nach dem Modul-Prinzip. Zur Verwirklichung dieses Modul-Prinzips wird vorgeschlagen, außerhalb des Reaktortanks elektromagnetische Umwälzpumpen anzuordnen, wobei der Wärmetauscher in einem ringförmigen Gehäuse oberhalb der Pumpen angebracht ist. Dieses Gehäuse hat an seinem oberen Ende mehrere Öffnungen zu dem Raum oberhalb des Reaktorkerns, in mittlerer Höhe weitere kleinere Öffnungen zum selben Raum und ist an seinem unteren Ende mit einem Ringraum zwischen Tankwand und Reaktorkern verbunden. Als günstige Ausführungsform wird auch vorgeschlagen die ringförmigen elektromagnetischen Pumpen konzentrisch um den Reaktortank anzuordnen, wobei an der Innenseite des Reaktortanks ein Ringkanal vorhanden ist. Auf diese Weise wird der natriumgekühlte Kernreaktor als Modul für eine Anordnung mit einer größeren Anzahl solcher Elemente geeignet. (31 15 844)



DE 31 15844 A 1

DE 31 15844 A 1

INTERATOM

24.545.6

Internationale Atomreaktorbau GmbH

D-5060 Bergisch Gladbach 1

5

Natriumgekühlter Kernreaktor

Ansprüche

- 10 1. Natriumgekühlter Kernreaktor, dessen Reaktortank den Primärkreis, eine den Reaktorkern umgebende Abschirmung und einen Primär-Sekundär-Wärmetauscher enthält, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h folgende Merkmale:
- 15 a) Außerhalb des Reaktortankes sind elektromagnetische Umwälzpumpen angeordnet,
b) der Wärmetauscher ist in einem ringförmigen Gehäuse oberhalb der Pumpen angeordnet,
c) dieses Gehäuse hat an seinem oberen Ende mehrere Öff-
- 20 nungen zu dem Raum oberhalb des Reaktorkerns, in mittlerer Höhe mehrere kleinere Öffnungen zum selben Raum und ist an seinem unteren Ende mit einem Ringraum zwischen Tankwand und Reaktorkern verbunden.
- 25 2. Kernreaktor nach Anspruch 1 mit folgenden M e r k - m a l e n :
a) Die ringförmigen elektromagnetischen Pumpen umgeben konzentrisch den Reaktortank,
b) an der Innenseite des Reaktortanks ist ein Ringkanal
- 30 vorhanden.
3. Kernreaktor nach Anspruch 1 mit einem stehenden, zylindrischen Reaktortank und mit folgenden M e r k - m a l e n :
- 35 a) Der Reaktortank ist an seinem unteren Ende gelagert und an seinem oberen Ende in einem abnehmbaren Ring

geführt.

4. Kernreaktor nach Anspruch 3 mit folgenden M e r k -
m a l e n:

- a) Der Reaktortank ist im Bereich der elektromagnetischen Pumpen dünnwandiger ausgeführt als im übrigen Bereich und ist dort durch Rippen gestützt,
- b) diese Rippen sind auf der Innenseite des Ringkanals befestigt.

5. Kernreaktor nach Anspruch 1 mit folgenden M e r k -
m a l e n:

- a) Oberhalb des Reaktorkerns ist eine Abschirmung und ein Reflektor angeordnet,
- b) unterhalb des Reaktorkerns ist eine Abschirmung und ein Reflektor angeordnet,
- c) die Kernelemente enthalten weder eine Abschirmung noch einen Reflektor.

INTERATOM

24.545.6

Internationale Atomreaktorbau GmbH

D-5060 Bergisch Gladbach 1

5

Natriumgekühlter Kernreaktor

Die vorliegende Erfindung betrifft einen natriumgekühlten Kernreaktor, insbesondere einen schnellen Brutreaktor nach dem Modulprinzip. Nach diesem auch bei anderen Reaktortypen bereits diskutierten Prinzip soll die Gesamtleistung einer Kernenergieanlage nicht mehr mit einem einzigen großen Reaktorkern sondern mit mehreren kleinen Reaktorkernen erreicht werden. Diese geben, wie bisher, ihre Wärme über einen Primär-, Sekundär- und Tertiärkreis an Dampferzeuger ab, die an eine gemeinsame Dampfturbinenanlage angeschlossen sind. Auf diese Weise kann bei Ausfall, Inspektion oder Wartung eines Reaktorkerns die Gesamtanlage mit etwas verringerter Leistung weiter betrieben werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein natriumgekühlter Kernreaktor, der für das Modulprinzip geeignet ist und die bei diesem Prinzip zwangsläufig gegebenen Mehrkosten durch Einsparungen bei der Herstellung, beim Transport und bei der späteren Handhabung kompensiert.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Kernreaktor nach dem ersten Anspruch vorgeschlagen. Die außerhalb des Reaktortanks angeordneten und durch die Reaktortankwand hindurch wirkenden Pumpen vermeiden jegliche, den Reaktortank durchdringenden Primärkreisleitungen und können inspiziert, gewartet oder ausgetauscht werden, ohne den Primärkreis zu öffnen. Die vorgeschlagene Anordnung von Reaktorkern, Wärmetauscher und Pumpen führt zu einer Strömung in Richtung des Naturumlaufs, der bei Normalbetrieb die

Pumpenwirkung unterstützt und im Notfall auch ohne die Pumpen zur Abfuhr der Nachzerfallswärme ausreicht. Die vorgeschlagenen Öffnungen am oberen Ende des Wärmetauschers
5 dienen dem Umlauf bei Normalbetrieb, während die weiter unten angeordneten und wesentlich kleineren Öffnungen auch bei abgesenktem Natriumspiegel einen Naturumlauf gewährleisten.

10 Die im zweiten Anspruch vorgeschlagene Anordnung von ringförmigen elektromagnetischen Pumpen erscheint für die vorliegende Erfindung als zweckmäßigste Lösung mit dem besten Wirkungsgrad und ist, allerdings für wesentlich kleinere Förderleistungen, von der Anmelderin in dem britischen
15 Patent 14 17 210 beschrieben.

Im dritten Anspruch wird eine Lagerung und Führung des Reaktortanks vorgeschlagen, die es gestattet, die Pumpe nach oben auszubauen.

20

Im vierten Anspruch wird eine Möglichkeit vorgeschlagen, den Wirkungsgrad der Pumpe zu erhöhen, ohne die Steifigkeit des Reaktortanks zu gefährden. Besonders zweckmäßig erscheint es, diese Rippen im Bereich der elektromagne-
25 tischen Pumpen schraubenförmig anzuordnen mit einer sehr steilen Steigung, um die Leistung der in senkrechter Richtung wirkenden Pumpe nicht wesentlich zu vermindern.

Im fünften Anspruch wird eine Möglichkeit vorgeschlagen, die Kosten für die Herstellung, den Transport und die Wiederaufarbeitung der Kernelemente wesentlich zu vermindern. Bisher war es üblich, bei natriumgekühlten Kernelementen am oberen und am unteren Ende massive Metallmassen als Abschirmung und Reflektor anzuordnen, die nicht nur bei der Herstellung und beim Transport erhebliche Kosten verursachten sondern insbesondere bei der späteren Wiederaufarbeitung, weil diese Metallmassen dann erheblich aktiviert waren.

5

24.545.6

Die Figur zeigt einen senkrechten Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Kernreaktor. Der Reaktorkern 1 enthält als Prototyp zunächst nur Brennelemente, als späterer Modulreaktor sowohl Brenn- als auch Brutelemente, deren Konstruktion etwa von den bekannten Druckwasserreaktoren übernommen werden kann, so daß auf die bisher bei natriumgekühlten Kernreaktoren üblichen Hüllkästen verzichtet werden kann. Der Reaktorkern ist umgeben von konzentrischen Metallmassen 2, die als Abschirmung und Reflektor dienen und die in bekannter Weise aus mehreren Schichten aufgebaut sein können, um Wärmespannungen und Temperaturschocks zu vermeiden. Unterhalb des Kerns ist eine von Kühlmittelkanälen 3 unterbrochene Abschirmung 4 angeordnet, die gleichzeitig als Reflektor dient. Oberhalb des Kerns ist ein metallischer Kernstopfen 5 angeordnet, der von weiteren Kühlmittelkanälen 6 durchbohrt ist und mehrere Öffnungen 7 für Kontrollstabgestänge 8 aufweist. Die den Kern umgebende Abschirmung 2 ist nach oben verlängert, so daß die oberhalb des Kerns 1 und außerhalb des Tanks 9 angeordneten elektromagnetischen Ringspulen 10 gegen den Kern abgeschirmt sind. Oberhalb von Abschirmung 2 und Ringspulen 10 ist ein Primär-Sekundär-Wärmetauscher 11 in einem ringförmigen Gehäuse 12 angeordnet, das an seinem oberen Ende mehrere große Öffnungen 13 zu dem Raum 14 oberhalb des Reaktorkerns, in mittlerer Höhe mehrere kleinere Öffnungen 15 zu demselben Raum aufweist und an seinem unteren Ende mit Ringraum 16 zwischen Reaktortank 9 und Abschirmung 2 verbunden ist. Am oberen Ende des Reaktortanks 9 ist ein bei natriumgekühlten Kernreaktoren üblicher Drehdeckel 17 angeordnet. Der Reaktortank 9 ist in üblicher Weise in einem Doppeltank 18 angeordnet, er ist an seinem unteren Ende in einem Fußring 19 gelagert und ist an seinem oberen Ende mit einem abnehmbaren Ring 20 geführt, der sich gegen einen Tragrings 21 abstützt, der auf einem Betonbehälter 22 ruht. Zwischen diesem Betonbehälter und dem Doppeltank 18

6

24.545.6

sind mehrere Kühlgasrohre 23 angeordnet, die bei Normalbetrieb zur Kühlung der elektromagnetischen Pumpen und im Notfall zur Kühlung des Reaktortanks 9 dienen. Die elektromagnetischen Ringspulen 10 sind an Spulenhängern 24 aufgehängt, so daß sie nach oben herausgezogen werden können.

Das Primärnatrium fließt mit oder ohne Unterstützung durch die elektromagnetischen Pumpen vom Reaktorkern 1 aufwärts durch die Kühlmittelkanäle 6 und zwar bei normalem Natriumbetriebsspiegel 25 im wesentlichen durch die oberen großen Öffnungen 13 und bei abgesenktem Natriumnotspiegel 26 durch die kleineren Öffnungen 15 abwärts durch den Wärmetauscher 11 in den Ringraum 16, wo es bei Normalbetrieb durch die elektromagnetischen Ringspulen 10 nach unten gefördert wird. In diesem Ringspalt 16 fließt es zwischen Innenwand des Reaktortanks 9 und der Abschirmung 2 abwärts, wird unterhalb der Abschirmung 4 umgeleitet und fließt aufwärts durch die Kühlmittelkanäle 3 wiederum in den Reaktorkern.

Der Reaktortank 9 hat beispielsweise einen Durchmesser von etwa 3 m und eine Höhe von etwa 18 m und kann daher beim Hersteller gefertigt und mit den üblichen Transportmitteln liegend zum Kraftwerk transportiert werden. Diese Abmessungen entsprechen denen eines bisher bei natriumgekühlten Kernreaktoren üblichen Wärmetauschers. Daher kann der erfindungsgemäße Kernreaktor mit allen seinen Einbauten mit bereits bekannten Methoden und Apparaten inspiziert, gewartet oder ausgewechselt werden. Nach den bisherigen Berechnungen gestatten die hier genannten Abmessungen einen schnellen Reaktorkern mit Brutstoff, der eine thermische Leistung von 100 - 200 MW erzeugen kann. Ein großer Vorteil des vorgeschlagenen Reaktors ist das bei Reaktoren dieser Größe sehr günstige Verhältnis von Tankaußenfläche zur Reaktorleistung, so daß im Notfalle

die im Kern noch vorhandene und weiterhin entstehende Wärme ohne aktive Maßnahmen nach außen abgeführt werden kann.

Die besonderen Vorteile dieses Reaktors zeigen sich, wenn mehrere Reaktoren nach dem Modulprinzip parallel geschaltet zu einem Kraftwerk zusammengefaßt sind. Eine Störung an einem Reaktor führt nicht zum Ausfall des ganzen Kraftwerks. Wenn ein Reaktor abgeschaltet ist, können die anderen weiterhin betrieben werden. Ein zusätzliches Abklinglager für abgebrannte Kernelemente ist nicht notwendig, da ein Reaktor der vorgeschlagenen Bauweise kaum aufwendiger ist, als ein gleichgroßes Abklinglager. Daher können die abgebrannten Kernelemente im abgeschalteten Reaktor verbleiben, bis ihre Leistung soweit abgeklungen ist, daß sie gehandhabt werden können. Unter diesen Umständen erscheint es natürlich zweckmäßig, ein Kernmanagement anzustreben, bei dem nicht einzelne Brennelemente sondern jeweils der gesamte Kern ausgewechselt wird.

Die elektromagnetischen Ringspulen können ohne Gefährdung der Umgebung ausgebaut werden, wenn man um die Reaktorzellenöffnung oberhalb des Tanks eine Abschirmwand von entsprechender Höhe aufbaut.

2
Leerseite

3115844

Nummer:
Int. Cl.³:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

3115844
G 21 C 1/02
21. April 1981
28. Oktober 1982

