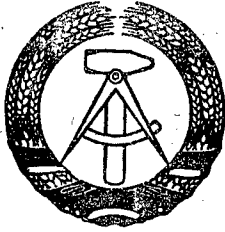


Deutsche  
Demokratische  
Republik



Amt  
für Erfindungs-  
und Patentwesen

# PATENTCHRIFT

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

# 116 980

Zusatzpatent zum Patent: -

Anmeldetag: 02.01.75  
(WP G 21 d / 183 477)

Priorität: -

Ausgabetag: 12.12.75

Int. Cl.:  
G 21 d, 5/12

Kl.:  
-

in der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Erfinder: Orlov, Viktor Vladimirovich;  
Rineisky, Anatoly Antonovich, SU

zugleich

Inhaber:

Kernkraftanlage

116 980

11 Seiten

Die Erfindung betrifft Kernkraftanlagen, insbesondere Kernkraftanlagen mit schnellen und thermischen Reaktoren, mit verschiedenartigen Mitteln als Wärmeträger und Arbeitsmittel (Natrium im primären und sekundären Kreislauf und Wasserdampf im dritten; Gas- im primären Kreislauf und Wasserdampf im sekundären, Wasser- im primären Kreislauf und Wasserdampf im sekundären).

Bekannt ist eine Kernkraftanlage (A.I. Leipunski u.a. "Atomkraftwerk БН-600", Bericht C-193 im МВРЖК-УН (Energetische Weltkonferenz), Moskau, 1968), bestehend aus einem Reaktor, einem Primär- und einem Sekundärnatriumkreislauf des Wärmeträgers, einem Dampferzeuger mit Vorwärmer-, Verdampfer- und Überhitzerstufe, einem Arbeitsmittelkreislauf und einer Turboanlage mit Dampfentnahme zur Zwischenüberhitzung. Der heiße Wärmeträger des Sekundärkreislaufs teilt sich in zwei parallele Ströme auf, wobei der eine den Hauptdampfüberhitzer (die Dampfüberhitzerstufe des Dampferzeugers) und der andere den Zwischendampfüberhitzer durchläuft. Nach den Dampfüberhitzern vermischen sich diese beiden Ströme und durchlaufen die Verdampfer-

und Vorwärmestufen des Dampferzeugers.

In der bekannten Kernkraftanlage ist man zum Gewährleisten hoher Dampfanfangswerte und eines hohen Wirkungsgrads gezwungen, das Vorwärmen im Reaktor und im Sekundärkreislauf zu vermindern und den Wärmeträgerverbrauch zu erhöhen.

Das verursacht einen erhöhten Raumbedarf des Wärmeträgers in der aktiven Zone des Reaktors und ihre vergrößerte Abflachung, (D/H) wodurch die physikalischen Kennwerte des Reaktors verschlechtert werden. Infolgedessen sinkt das Regenerieren des Sekundärkernbrennstoffes. Ein Übergang auf niedrigere Dampfkennwerte kann zwar den mit der Verschlechterung der physikalischen Daten des Reaktors zusammenhängenden Mangel neutralisieren, führt aber zu einer Verringerung des Wirkungsgrades der gesamten Kernkraftanlage.

Zweck der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung einer Kernkraftanlage, welche frei von den genannten Mängeln ist.

Die Erfindung hat die Aufgabe, eine Kernkraftanlage mit einem solchen Wärmeflußsystem zu schaffen, welches ein beschleunigtes Regenerieren des Brennstoffes bei der Erhaltung relativ hoher Dampfanfangswerte und des Wirkungsgrades des Dampfkraftkreislaufts gewährleistet.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß in der erfindungsgemäßen Kernkraftanlage, enthaltend einen Kernreaktor mit einem Kreislauf des Wärmeträgers, bestehend aus einem Dampferzeuger mit Vorwärmer-, Verdampfer- und Überhitzerstufe sowie mit einem Zwischendampfüberhitzer, ferner einen Arbeitsmittelkreislauf mit einer Turboanlage zur Dampfentnahme, erfindungsgemäß der Zwischendampfüberhitzer an der Wärmeabgabeseite mit seinem Eingang an den Ausgang der Verdampferstufe, und mit seinem Ausgang an den Niedertemperaturteil des Wärmeträgerkreislaufs angeschlossen ist.

Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Kernkraftanlage besteht darin, daß in ihr die hohen thermodynamischen Anfangswerte des Dampf-Wasserkreislaufs erhalten bleiben und gleichzeitig der Regenerationsfaktor des neuen Kernbrennstoffs sowie die Reaktorleistung gesteigert werden.

Die erfindungsgemäße Kernkraftanlage bietet noch einen weiteren Vorteil, nämlich, daß dank der Anordnung des Zwischendampfüberhitzers in der Zone der niedrigen Temperaturen des Wärmeträgers die Notwendigkeit einer Verwendung kostspieliger austenitischer Stähle für diesen Überhitzer entfällt. Dank der Dampfentnahme zum Überhitzen mit niedrigem Druck und Temperatur besteht die Möglichkeit, in einem Zylinder der Turbine, Hoch- und Niederdruckteile gemeinsam unterzubringen.

Im folgenden wird die Erfindung durch die Beschreibung

konkreter Beispiele sowie durch die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: eine schematische Ausführungsvariante der Kernkraftanlage mit drei Kreisläufen und einem Gleichstrom-Dampferzeuger,

Fig. 2: eine Ausführungsvariante der Kernkraftanlage mit zwei Kreisläufen und einem Dampferzeuger mit mehrfacher Zirkulation des Arbeitsmittels.

Die auf Fig. 1 dargestellte Kernkraftanlage mit drei Kreisläufen und einem Gleichstrom-Dampferzeuger enthält einen Kernreaktor 1, einen Zwischenwärmeaustauscher 2 und eine Pumpe 3, welche den primären Kreislauf des Wärmeträgers bilden. Eine Pumpe 4, Dampfüberhitzerstufe 5, Verdampferstufe 6 und eine Vorwärmerstufe 7 des Dampferzeugers, welche an der Wärmeabgabeseite hintereinandergeschaltet sind, sowie ein Zwischendampfüberhitzer 8 bilden den sekundären Kreislauf des Wärmeträgers. Der Zwischendampfüberhitzer 8 ist an der Wärmeabgabeseite mit seinem Eingang an den Ausgang der Verdampferstufe 6- und mit seinem Ausgang- an den Niedertemperaturteil des sekundären Kreislaufes des Wärmeträgers (an den Ausgang der Vorwärmerstufe 7) angeschlossen. An der Seite des Arbeitsmittels ist der Zwischendampfüberhitzer 8 in den Kreislauf des Arbeitsmittels eingeschaltet und mit seinem Eingang an den Hochdruckzylinder 9 der Turbine der Turboanlage angeschlossen, während er mit seinem Ausgang an einen

Niederdruckzylinder 10 der Turbine angeschlossen ist. Der Kreislauf des Arbeitsmittels enthält außerdem einen Kondensator 11 und Vorwärmer 12, welche hintereinandergeschaltet und an den Ausgang des Niederdruckzylinders 10 der Turbine angeschlossen sind, sowie eine Dampfüberhitzerstufe 5, eine Verdampferstufe 6 und eine Vorwärmerstufe 7, welche an der Seite des Arbeitsmittels hintereinander verbunden sind.

Als Kernreaktor 1 wurde in der gegebenen Schaltung ein Schnellreaktor mit Natrium als Wärmeträger im Primär- und Sekundärkreislauf verwendet.

Die auf Fig. 2 dargestellte Kernkraftanlage mit zwei Kreisläufen, welche einen Dampferzeuger mit mehrfacher Zirkulation seitens des Arbeitsmittels besitzt, enthält den Reaktor 1, die Pumpe 3 des Primärkreislaufes, ferner an der Wärmeabgabeseite des Wärmeträgers hintereinander angeschlossen die Dampfüberhitzerstufe 5, Verdampferstufe 6 und den Zwischendampfüberhitzer 8, welche den Kreislauf des Wärmeträgers bilden. Den Kreislauf des Arbeitsmittels in der gegebenen Kernkraftanlage bilden hintereinandergeschaltet die Dampfüberhitzerstufe 5 seitens des Arbeitsmittels, der Hochdruckzylinder 9 der Turbine, der Zwischendampfüberhitzer 8 (seitens des Arbeitsmittels), der Niederdruckzylinder 10 der Turbine, der Kondensator 11, die Vorwärmer 12, eine Scheidetrommel 13 und die Verdampferstufe 6 (seitens des Arbeitsmittels).

Als Kernreaktor 1 kann in der gegebenen Schaltung ein

Kernreaktor mit Natrium-, Wasser- oder Gaskühlung verwendet werden.

Die auf Fig. 1 dargestellte Kernkraftanlage arbeitet folgenderweise.

Der im Primärkreislauf zirkulierende Wärmeträger (Natrium) überträgt die Wärme aus dem Reaktor 1 in den Zwischenwärmeaustauscher 2, von welchem die im Sekundärkreis zirkulierende Wärme durch den Wärmeträger zum Dampferzeuger übertragen wird, in dessen einzelnen Stufen 7, 6 und 5 der Vorwärmer-, Verdampfer- und Dampfüberhitzerstufe entsprechend das Vorwärmen des Wassers bis zum Sieden, die Verdampfung des Wassers und die Dampfüberhitzung erfolgt. Der Wärmeträger des Sekundärkreislaufes verzweigt sich, nachdem er hintereinander die Stufen 5 und 6 passiert hat, in zwei Ströme: der eine fließt in die Vorwärmerstufe 7, der zweite in den Zwischendampfüberhitzer 8, wonach diese beiden Ströme des Wärmeträgers sich vermischen und in den Zwischenwärmeaustauscher 2 gelangen. Aus der Dampfüberhitzerstufe 5 gelangt das Arbeitsmittel in den Hochdruckzylinder 9 der Turbine, wird dort ausgedehnt, gelangt dann in den Zwischendampfüberhitzer 8, aus welchem es in den Niederdruckzylinder 10 der Turbine strömt und gelangt sodann durch den Kondensator 11 und die Vorwärmer 12 wieder in den Dampferzeuger.

Im Falle einer Schaltung mit zwei Kreisläufen (Fig. 2)

passiert der wärmeabgebende Wärmeträger nacheinander die Dampfüberhitzerstufe 5, die Verdampferstufe 6 und den Zwischendampfüberhitzer 8. Aus der Scheidetrommel 13 gelangt das Wasser in die Verdampferstufe 6; das Dampf-Wassergemisch gelangt aus der Verdampferstufe 6 in die Scheidetrommel 13, aus welcher der trockene Sattedampf (das Arbeitsmittel) zur Überhitzung in die Dampfüberhitzerstufe 5 gelangt.

Weiterhin verläuft die Zirkulation des Arbeitsmittels ähnlich der für die vorige Ausführungsvariante der Einrichtung beschriebene Weise.

Bei der Verwirklichung der erfindungsgemäßen Kernkraftanlage mit einem Natriumschnellreaktor eines thermodynamischen Dampf-Wasserkreislaufes mit den Anfangswerten vor der Turbine von 170 ata und  $500^{\circ}\text{C}$  und den Kennwerten der Zwischendampfüberhitzung: hinter dem Hochdruckzylinder 9 der Turbine von 14 ata und  $190^{\circ}\text{C}$  und vor dem Niederdruckzylinder 10 der Turbine von 12,6 ata und  $340^{\circ}\text{C}$  kann man im Falle der Anwendung einer Wärmeschaltung mit drei Kreisläufen und einem Gleichstrom-Dampferzeuger (Fig. 1) folgende Temperaturdaten nach den einzelnen Kreisläufen des Wärmeträgers gewährleisten: Primärkreislauf -  $550/300^{\circ}\text{C}$  (entsprechend am Ein- und Ausgang des Reaktors), Sekundärkreislauf -  $520/270^{\circ}\text{C}$ . Der Bruttowirkungsgrad der Kernkraftanlage für die genannten thermodynamischen Parameter des Kreislaufes beträgt 42%. Folglich wird bei  $250^{\circ}\text{C}$ -Vorwärmungen des Wärmeträgers im Primär- und Sekun-



därkreislauf eine hohe Wärmeeffektivität der Kernkraftanlage gewährleistet.

Die gleichzeitige Temperatursteigerung der Vorwärmungen in den Kreisläufen des Wärmeträgers bei der Einhaltung der hohen Wirkungsgrade der Turboanlage bietet die Möglichkeit, optimale Abmessungen (D/H) der aktiven Zone zu wählen, wodurch die Wärme- und entsprechend die Elektroleistung des Reaktors sowie der Regenerationsfaktor gesteigert werden. Zusammenfassend führt all das zu einer wesentlichen Verbesserung der wirtschaftlichen Kennwerte der erfindungsgemäßen Kernkraftanlage.

## Patentanspruch:

Kernkraftanlage, enthaltend einen Kernreaktor mit mindestens einem Kreislauf des Wärmeträgers, einschließlich einen Dampferzeuger mit einer Vorwärmer-, Verdampfer- und Dampfüberhitzerstufe und einem Zwischendampfüberhitzer, in welcher die Dampfentnahme von einer Turboanlage erfolgt, die in den Kreislauf des Arbeitsmittels eingeschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischendampfüberhitzer (8) an der Wärmeabgabeseite mit seinem Eingang an den Ausgang der Verdampferstufe (6) und mit seinem Ausgang an den Niedertemperaturteil des Kreislaufes des Wärmeträgers angeschlossen ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

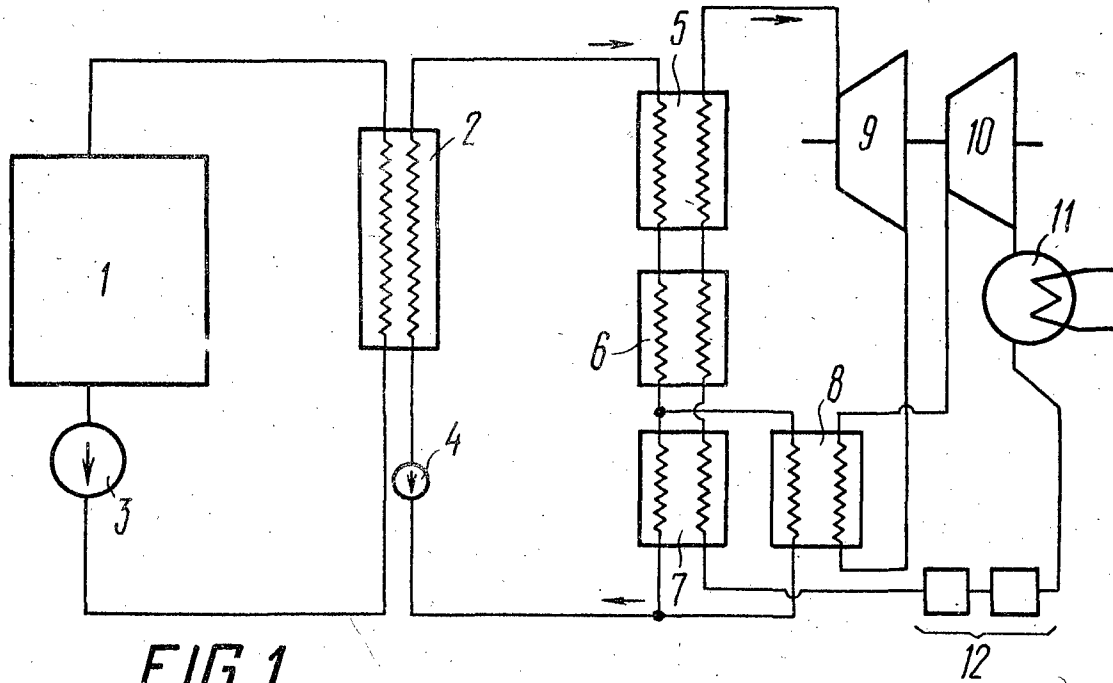


FIG. 1

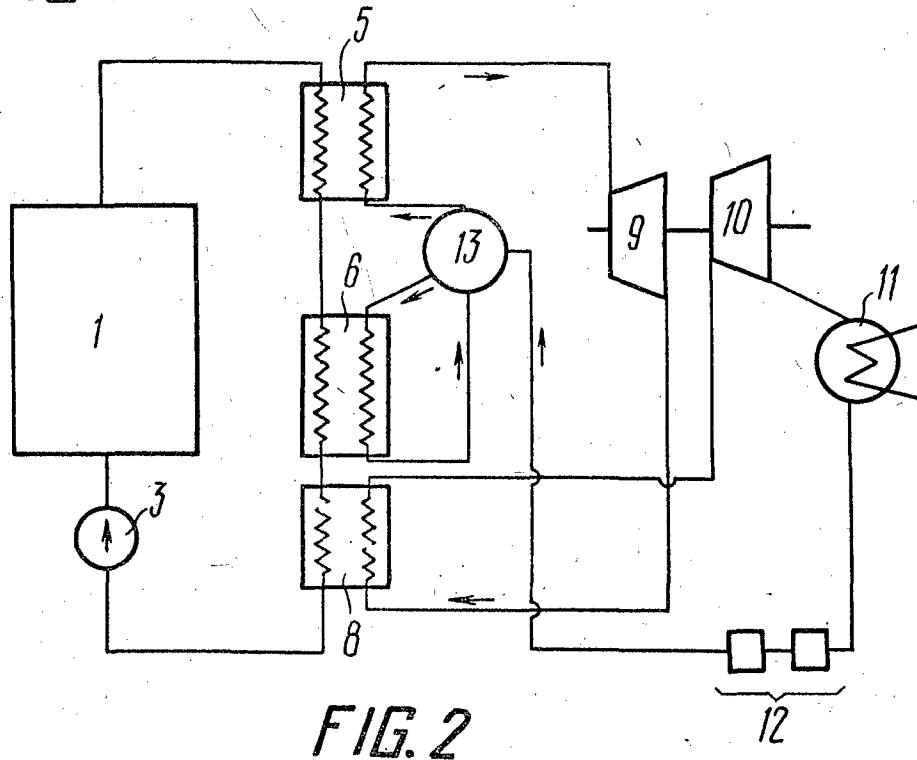


FIG. 2