



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 263 151 A1

4(51) G 21 C 19/06

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 21 C / 305 412 7

(22) 28.07.87

(44) 21.12.88

(71) Brännstoffinstitut Freiberg, Halsbrücker Straße 34, Freiberg, 9200, DD

(72) Standke, Siegfried, Dr.-Ing.; Hochstrate, Klaus, Dr.-Ing.; Milde, Georg, Dr.-Ing.; Kohler, Kurt; Kollin, Manfred; Reimann, Wolfgang; Rößler, Klaus, DD

(54) Vorrichtung zum Transport und zur Lagerung von abgebrannten Brennstoffkassetten

(55) Vorrichtung, Transport, Lagerung, abgebrannte Brennstoffkassetten, Abklingbecken, Zwischenlager, Container, Wärmeabführung, Schutzfunktion, Absorbermaterial, Zellen, Tragkreuz, Bodenplatte, Pfostenpaare

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Aufnahme von abgebrannten Brennstoffkassetten aus dem Abklingbecken am Reaktor mit der Möglichkeit ihrer Verwendung für den Transport und für die Zwischenlagerung. Ziel der Erfindung ist eine ökonomisch herstellbare, einfache Vorrichtung zur Aufnahme zahlreicher Brennstoffkassetten. Die Aufgabe beinhaltet die Aufnahme der Brennstoffkassetten bei gleichzeitiger Sicherung der Wärmeabführung und Gewährleistung der Schutzfunktion bei Störfällen. Erfindungsgemäß werden Zellen zur Aufnahme der Brennstoffkassetten über Tragkreuz, Gewindebuchse und Senkung mit der Bodenplatte der Vorrichtung axial und durch an Pfostenpaaren befestigte Bandagen über zwischen den Wänden der Zellen angeordnete und mit Neutronen absorbierendem Material gefüllte Rohre nach innen gerichtet verspannt. Fig. 1

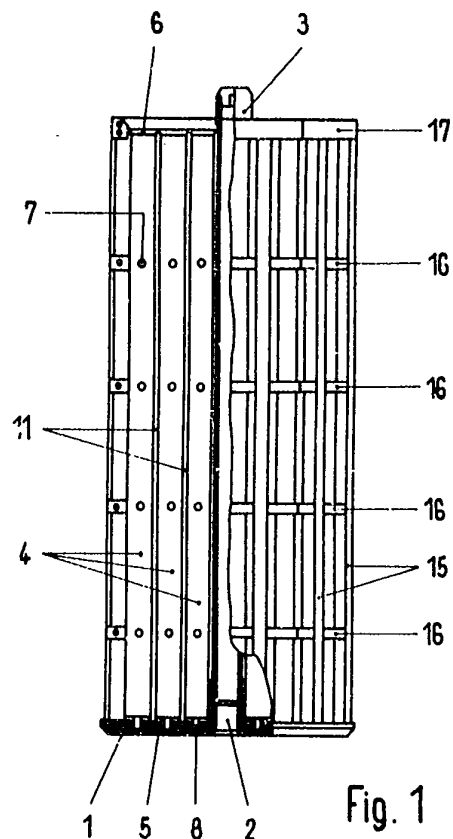


Fig. 1

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Transport und Zur Lagerung von abgebrannten Brennstoffkassetten mit einem an einer Bodenplatte befestigten zentralen Tragrohr und durchgehenden sechseckigen Zellen zwischen denen sich Neutronen absorbierendes Material befindet dadurch gekennzeichnet, daß die Zellen (4) am unteren Ende je ein Tragkreuz (5) mit einer zentralen Gewindebuchse (8) besitzen, die über eine Senkung (9) mit radialer Passung in die Bodenplatte (1) eingreifen und axial durch Schrauben mit dieser verspannt sind, daß die Zellen (4) am oberen Ende einen aufgeweiteten Rand (6) aufweisen, der zu Nachbarzellen (4) nur punkt- oder linienförmige Kontaktstellen herstellt, daß sich paßgenau zwischen den Zellen (4) sowie zwischen den inneren Zellen (4) und dem Tragrohr (2) parallel zur Zellenachse orientiert stirnseitig verschlossene Rohre (11) mit einer Füllung aus Neutronen absorbierendem Material (10) befinden, daß die Zellen (4) in mehreren Höhenebenen mit von innen nach außen gerichteten Durchdrückungen (7) ausgestattet sind und daß die Zellen (4) an der Peripherie durch Bandagen (16, 17) nach innen gerichtet verspannt sind, wobei sich der Saum der oberen Bandage (17) über dem Niveau einer eingestellten Brennstoffkassette befindet und die weiteren Bandagen (16) auf Höhe der Durchdrückungen (7) der Zellen (4) angeordnet und durch Pfostenpaare (15) miteinander und an der Bodenplatte (1) befestigt sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (11) die das Neutronen absorbierende Material (10) enthalten, mit Verbindungsstücken (12) zu Dreiergruppen und an der Peripherie diese Dreiergruppen mit den außen liegenden Rohren (11) durch Zwischenglieder (13) in solchen Abständen verbunden sind, daß der günstigste Neutroneneinfangquerschnitt entsteht und die Ränder der Durchdrückungen (7) der Zellen (4) nahe an den Rohren (11) anliegen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die mit Neutronen absorbierendem Material (10) gefüllten Rohre (11) durch Platten ersetzt sind, die oberen Enden der Platten in den oberen Rand der Zellen (4) konstruktiv eingreifen und der paßgenaue Kontakt zwischen den Wänden der Zellen (4) durch deformationsfähige Elemente und/oder federnde Anpassungsteile realisiert ist.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

## Titel der Erfindung

Vorrichtung zum Transport und zur Lagerung von abgebrannten Brennstoffkassetten

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Aufnahme von abgebrannten Brennstoffkassetten aus dem Abklingbecken am Reaktor verbunden mit der Möglichkeit, diese Vorrichtung in einem Transportcontainer zu einem Zwischenlager außerhalb des Reaktorgebäudes zu transportieren und die Brennstoffkassetten bis zum Weitertransport zur Wiederaufarbeitung, ohne Ausladung aus der Vorrichtung, in dieser zu lagern.

## Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Im Stand der Technik sind nach DD 84432 oder DE 2943085 fest in Transport- oder Lagerbehältern angeordnete Einbauten bzw. Einsätze bekannt, die zur Aufnahme von abgebrannten Brennstoffkassetten Zellen bilden. Aus wirtschaftlichen Gründen ist man dazu übergegangen, diese Einsätze entsprechend DE 3012310 und DE 3027166 in Form herausnehmbarer Körbe herzustellen. Um in einem Container möglichst viele abgebrannte Brennstoffkassetten einladen zu können, wurde der Gitterabstand zwischen den Zellen verkleinert. Im Reaktorbetrieb ging man zu höheren Abbränden über. Damit stieg die Nachzerfallswärmeleistung und Neutronenstrahlung der Brennstoffkassetten.

Ähnlich wie die Transportcontainer unterliegen auch die Körbe den extremen Belastungen aus den Prüfbedingungen der IAEA. Auch unter diesen erhöhten Anforderungen sind die Integrität der Brennstoffkassetten zu gewährleisten und kritische Zustände auszuschließen.

Im Bereich der Lagerwirtschaft ist man dazu übergegangen, abgebrannte Brennstoffkassetten in den Abklingbecken am Reaktor unter Verwendung von Bauteilen aus Neutronenabsorbierendem Material gemäß DE 2700520, DE 2753468 oder DE 2943459 in Zellen anzuordnen.

Diese Lagergestelle erfüllen besondere Lagerbedingungen, sind aber den Belastungen bei Transportunfällen, insbesondere beim Absturz des Transportcontainers auf seine Mantellinie, nicht gewachsen, so daß sie den Schutz der Brennstoffkassetten gegen Zerstörung nicht übernehmen können.

Zu beachten ist, daß die Brennstoffkassetten durch den hohen Urananteil relativ schwer und wegen ihrer Bauweise gegen Querbeanspruchung empfindlich sind.

Im Stand der Technik sind auch einzelne Anforderungen, wie in DE 2943085 die Konvektion des primären Wärmeübertragungsmittels oder in DE 2831646 die Neutronenabsorption, entsprechend berücksichtigt. Die dabei offenbarten Elemente lassen sich bei Kombination aber nicht oder nur mit unwirtschaftlichem Fertigungsaufwand für die gewachsenen Anforderungen qualifizieren.

### Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, eine ökonomisch vorteilhafte Vorrichtung für den Transport von abgebrannten Brennstoffkassetten in einem Container und zur Lagerung in einem Zwischenlager zu schaffen, die mit einfachen Mitteln herstellbar ist und es gestattet, bei begrenztem Durchmesser eine große Anzahl abgebrannter Brennstoffkassetten aufzunehmen.

### Darlegung des Wesens der Erfindung

Die erfindungsgemäße Aufgabe besteht darin, eine Vorrichtung für den Transport von abgebrannten Brennstoffkassetten in einem Container und zur Lagerung in einem Zwischenlager in Kompaktbauweise zu schaffen, die die Abgabe der Nachzerfällwärme der Brennstoffkassetten begünstigt und die unter Havariebedingungen eine hohe Schutzfunktion gegen Zerstörung und gegen kritische Zustände der Brennstoffkassetten ausübt.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Zellen zur Aufnahme der Brennstoffkassetten am unteren Ende je ein Tragkreuz mit einer zentralen Gewindebuchse besitzen, die über eine Senkung mit radialer Passung in die Bodenplatte eingreifen und axial durch Schrauben mit dieser verspannt sind, daß die Zellen am oberen Ende einen aufgeweiteten Rand aufweisen, der zu Nachbarzellen nur punkt- oder linienförmige Kontaktstellen herstellt, daß sich paßgenau zwischen den Zellen sowie zwischen den inneren Zellen und dem Tragrohr, parallel zur Zellenachse orientiert, stirnseitig verschlossene Rohre mit einer Füllung aus Neutronen absorbierendem Material befinden, daß die Zellen in mehreren Höhenebenen mit von innen nach außen gerichteten Durchdrückungen ausgestattet sind und daß die Zellen an der Peripherie durch Bandagen nach innen gerichtet verspannt sind, wobei sich der Saum der oberen Bandage über dem Niveau einer eingestellten Brennstoffkassette befindet und die weiteren Bandagen auf Höhe der Durchdrückungen der Zellen angeordnet und durch Pfostenpaare miteinander und an der Bodenplatte befestigt sind.

In die Lösung eingeschlossen ist, daß die Rohre, die das Neutronen absorbierende Material enthalten, mit Verbindungsstücken zu Dreiergruppen und an der Peripherie diese Dreiergruppen mit den außen liegenden Rohren durch Zwischenglieder in solchen Abständen verbunden sind, daß der günstigste Neutroneneinfangquerschnitt entsteht und die Ränder der Durchdrückungen der Zellen nahe an den Rohren liegen.

Zur Lösung gehört, daß die mit Neutronen absorbierendem Material gefüllten Rohre durch Platten ersetzt sind, die oberen Enden der Platten in den oberen Rand der Zellen konstruktiv eingreifen und der paßgenaue Kontakt zwischen den Wänden benachbarter Zellen durch deformationsfähige Elemente und/oder federnde Anpassungsteile realisiert ist.

Mit dieser Ausführung einer bestimmungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich mehrere Vorteile. Sie ist durch einen großen Wiederholungsgrad von Bauteilen wirtschaftlich herzustellen. Die geforderte Neutronenabsorption läßt sich durch die entsprechende Anreicherung des Füllstoffes der Rohre gut anpassen. Die mit Neutronen absorbierendem Material gefüllten Rohre besitzen ein progressives Druckverhalten gegen Querkräfte. Dadurch wird auch bei hohen Stoßverzögerungen beim Absturz eines Transportcontainers auf die Mantellinie der Abstand der Zellen im erforderlichen Maß gehalten. Bei einem Absturz eines Transportcontainers auf seinen Boden bzw. Deckel ergeben sich durch die Kontaktbauweise nur sehr geringe Verschiebungs- und Knickräume, so daß auch dadurch die Zellen und Rohre im erforderlichen Abstand verbleiben.

Die Brennstoffkassetten werden bei radialer Belastung durch die Zellen vollständig gestützt. Die Struktur der Vorrichtung, die durch vielzählige Verformungsstellen mit einem hohen Energieabsorptionsvermögen gekennzeichnet ist, gewährleistet eine starke Schonung der Brennstoffkassetten bei solchen Unfällen und somit ihre Integrität.

Obwohl die Vorrichtung durch seine Bauteile einen umfassenden Stützverband bildet, ist dennoch eine gute Durchströmung zur Abführung der Nachzerfallswärme der Brennstoffkassetten möglich.

Ausführungsbeispiel:

Die Erfindung soll nachfolgend an einem Beispiel näher erläutert werden. Dazu zeigen die zugehörigen Zeichnungen:

Fig. 1 Ansicht des Korbes in Gebrauchsstellung im Teilschnitt

Fig. 2 Draufsicht des Korbes im Teilschnitt

Fig. 3 Detailschnitt, Befestigung einer Zelle mit der Bodenplatte

Fig. 4 Vergrößerter Ausschnitt vom Randbereich des Korbes nach Fig. 2

Eine vorteilhafte Ausführung einer Vorrichtung besteht aus einer Bodenplatte 1 mit verschweißtem Tragrohr 2 mit Greiferkopf 3. Um das Tragrohr 2 herum sind Zellen 4 angeordnet, die am unteren Ende ein eingeschweißtes Tragkreuz 5, am oberen Ende eine Aufweitung 6 und im Zwischenraum von innen nach außen gerichtete Durchdrückungen 7 besitzen. Ein Tragkreuz 5 besteht aus einer zentralen Gewindebuchse 8, die durch flache oder vertikale Stege mit den Wänden einer Zelle 4 so verbunden ist, daß nach der Montage mit der Bodenplatte 1 der Eintritt des Kühlmediums in jede Zelle 4 und eingestellte Brennstoffkassette ermöglicht wird.

Jeder Gewindebuchse 8 des Tragkreuzes 5 ist eine Senkung 9 mit einer radialen Passung auf der Bodenplatte 1 zugeordnet. Das Neutronen absorbierende Material 10 befindet sich in stirnseitig verschweißten Rohren 11, die im inneren Bereich der Vorrichtung mit Verbindungsstücken 12 zu Dreiergruppen zusammengefaßt sind. Durch Zwischenglieder 13 sind die außen liegenden Rohre 11 mit der entsprechenden Dreiergruppe verbunden.

An der Peripherie der Bodenplatte 1 befinden sich mit Fußblechen 14 verbundene Pfostenpaare 15, die in mehreren Ebenen Bindebleche besitzen, die nach der Montage der Pfostenpaare 15 zu Bandagen 16 verschraubbar sind. Die obere Bandage 17 bildet einen Saum, der über den Oberkanten der eingestellten Brennstoffkassetten steht. Die Bandagen 16, 17 tragen an der Innenseite Formstücke 18, 19 zur Anpassung an die Form der Zellen 4.

In der Ebene der Bandagen 16 besitzen die Zellen 4 Durchdrückungen 7. Der Durchmesser dieser Durchdrückungen 7 ist so bemessen, daß er nicht wesentlich kleiner als der Abstand benachbarter Rohre 11 ist. Im Zentrum der Durchdrückungen 7 können sich nicht näher dargestellte Bohrungen für die Querströmung des Kühlmediums befinden.

Vorteile dieser Ausführung bestehen darin, daß die Baugruppen mit schweiß-technologischen Verfahren hergestellt werden können, daß die Beizung und Qualitätsüberwachung an jeder Montagegruppe und die Endmontage durch Verschrauben erfolgen kann.

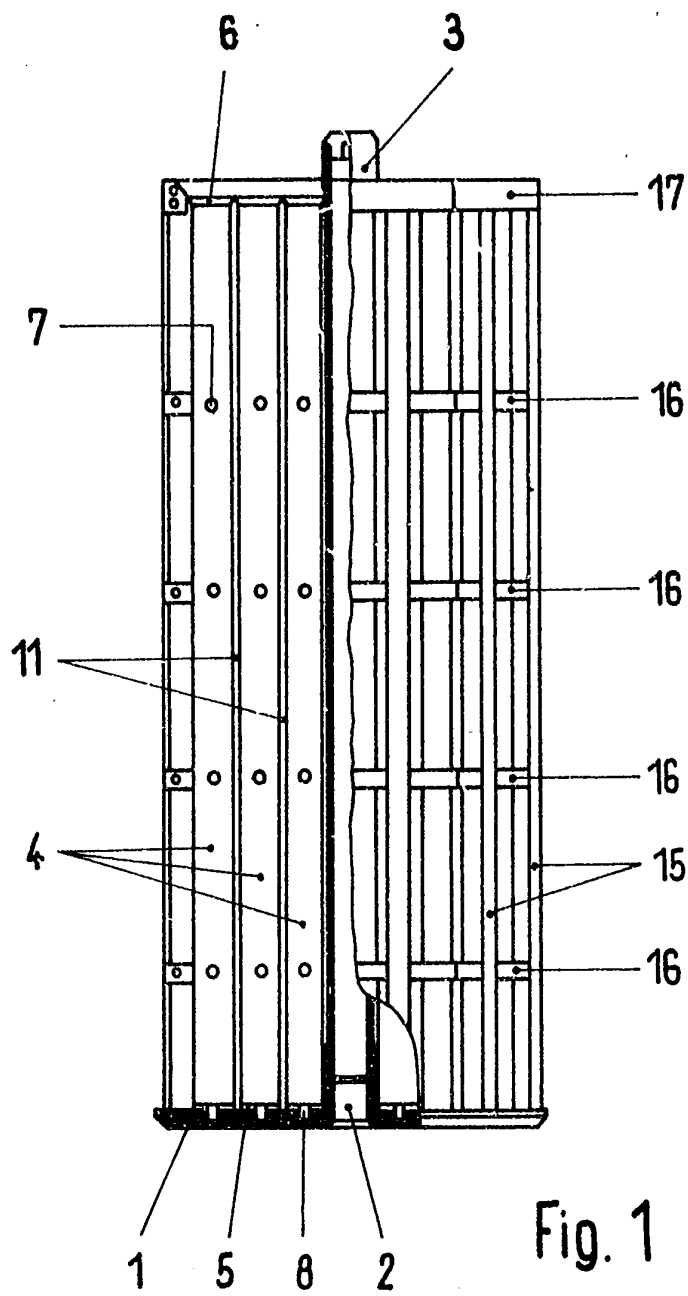


Fig. 1

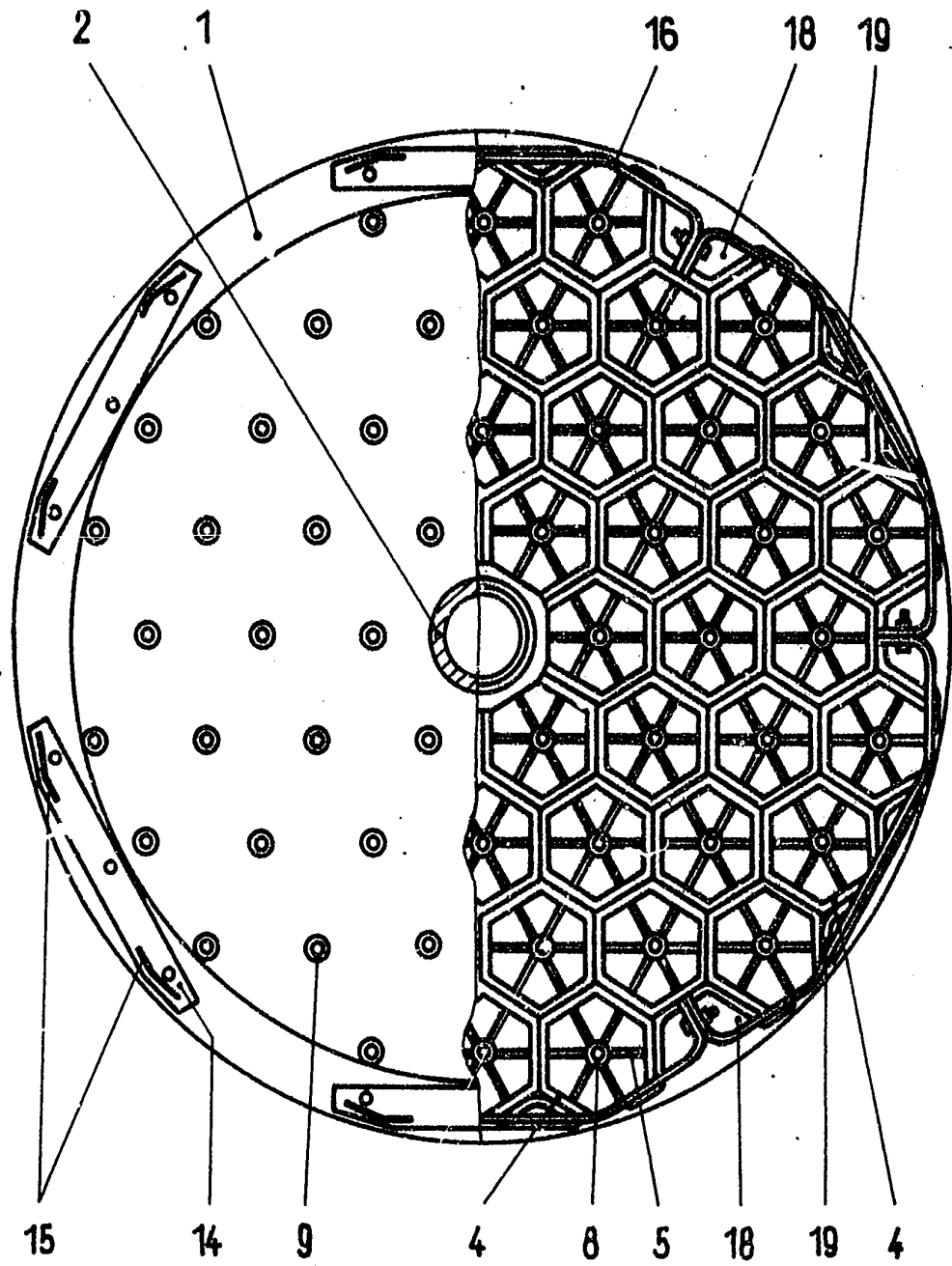


Fig. 2

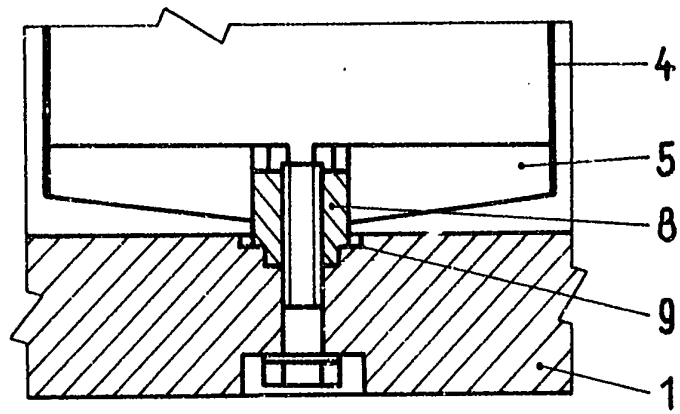


Fig. 3

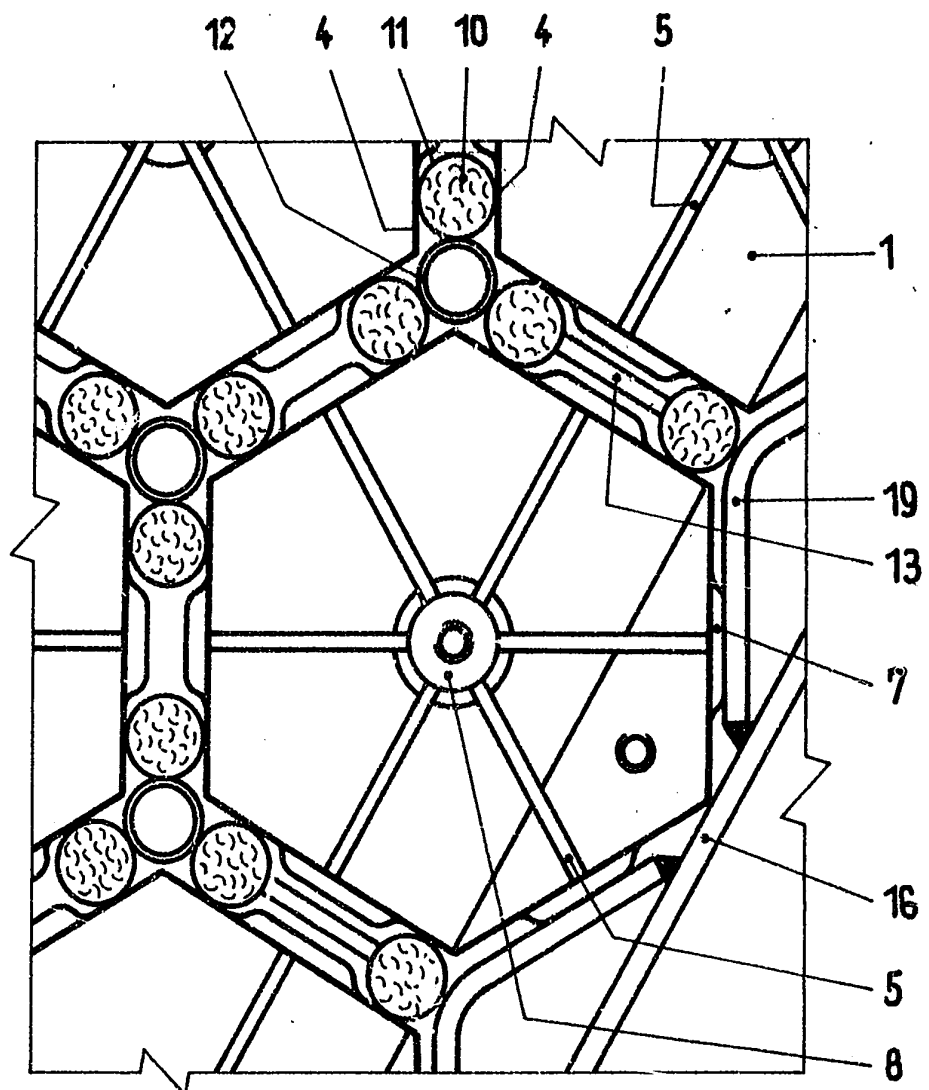


Fig. 4