



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.09.1997 Patentblatt 1997/38

(51) Int Cl.⁶: F28B 9/08, F28B 9/10,
F28B 1/00

(21) Anmeldenummer: 97810090.7

(22) Anmeldetag: 24.02.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR IT NL SE

• Stucki, Christian
8032 Zürich (CH)

(30) Priorität: 15.03.1996 DE 19610237

(74) Vertreter: Kaiser, Helmut et al
c/o Asea Brown Boveri AG,
Intellectual Property Department (TEI),
Bldg.699/1st Floor,
P.O. Box
5401 Baden (CH)

(71) Anmelder: ASEA BROWN BOVERI AG
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• Baumann, Peter, Dr.
5085 Sulz (CH)

(54) **Dampfkondensator**

(57) Bei einem Dampfkondensator, in dem der Dampf an kühlwasserdurchflossenen, in separaten Bündeln (20) zusammengefassten Rohren (13) niedergeschlagen wird, wobei jedes Bündel (20) durch senkrecht zu den Rohren (13) angeordneten Stützplatten (5) in Kompartimente (10) unterteilt ist, wird Restdampfnerstgasgemisch aus einem Vorkühler (2) über Blenden (9) in einen Luftkühler (3) gesaugt. Der Restdampf wird in dem Luftkühler (3) kondensiert und das anfallende Kondensat (23) fließt aufgrund einer Bodenneigung des Luftkühlerbodens (21) durch eine Aussparung (18)

zu einem benachbarten Kompartiment (10) mit tiefer gelegenen Luftkühlerboden (21) ab. Dabei wird das aus einem höhergelegenen Kompartiment (10) herabfließende Kondensat (23) an einer Stauwand (22) am Luftkühlerboden (21) des Kompartiments (10) mit dem tiefst gelegenen Luftkühlerboden gestaut, wobei diese Stauwand (22) parallel zu einer Stützplatte (5) angeordnet ist. Durch das gestaute Kondensat (23) werden die Aussparungen (18) in den Stützplatten für die Kondensatströmung aus einem höher gelegenen Kompartiment (10) hydraulisch sowohl gas- als auch dampfdicht verschlossen.

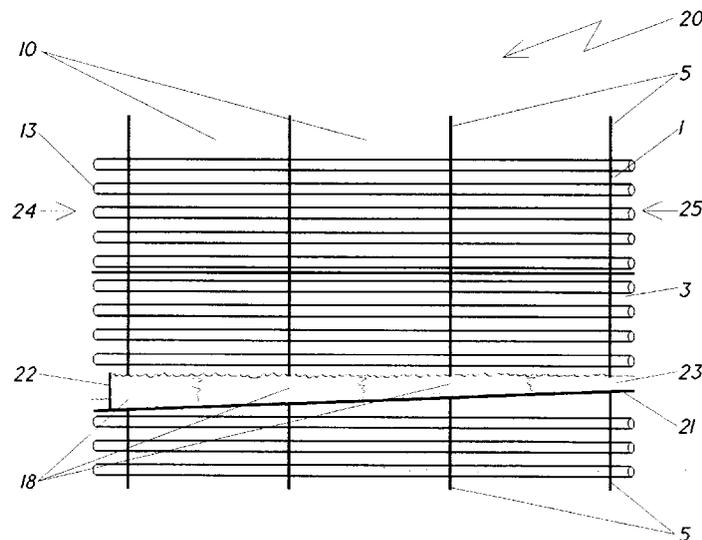


Fig. 3

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

Die Erfindung betrifft einen Dampfkondensator, wie er im Oberbegriff des Anspruchs 1 beschrieben ist.

TECHNOLOGISCHER HINTERGRUND UND STAND DER TECHNIK

Ein derartiger Dampfkondensator ist aus der CH-PS 423 819 und der DE-OS 1 948 073 bekannt. Dort sind in einem Kondensatorgehäuse die Kondensatorrohre in mehreren, sogenannten Teilbündeln angeordnet. Der Dampf strömt durch einen Abdampfstutzen in das Kondensatorgehäuse ein und verteilt sich im Raum durch Strömungsgassen (steam entry lanes). Die freie Zuströmung des Dampfes zu den aussenliegenden Rohren der Teilbündel ist gewahrt. Durch die Bündel strömt der Dampf anschliessend mit durch die geringe Rohrreihentiefe bedingtem kleinen Widerstand hindurch. Um die Bedingung der in den Zuströmkanälen ausreichend hoch zu haltenden Dampfgeschwindigkeit erfüllen zu können, sind die Teilbündel im Kondensator so nebeneinander angeordnet, dass zwischen ihnen Strömungskanäle entstehen, die im Schnittbild in der gleichen Grössenordnung erscheinen wie die Teilbündel selbst. Desweiteren bilden die Rohre in den hintereinanderfolgenden Reihen eine durchlässige Umschliessung, die vorzugsweise durchwegs einen gleichen hydraulischen Widerstand darstellt.

Dieser bekannte Kondensator weist den Vorteil auf, dass durch die lockere Anordnung der Teilbündel alle peripheren Rohre eines Teilbündels ohne merklichen Druckverlust gut mit Dampf beschickt sind.

Die unter Vakuum arbeitenden Kondensatoren benötigen ein gut funktionierendes Saugsystem, damit einfallende, nicht kondensierbare Gase stets aus dem Kondensationsbereich entfernt werden. Kühlrohre, die von diesen, mit Dampf vermischten Gasen umgeben bzw. umströmt sind, gehen als Kondensationsfläche fast restlos verloren, was die Leistung herunternetzt.

Das bedeutet, dass durch die einfallenden nicht kondensierbare Gase das Vakuum nicht auf dem tiefst möglichen Wert gehalten werden kann. Wie bekannt, rufen nicht kondensierbare Gase - meistens Luft - bereits in Konzentrationen von 1% Molanteil, bei Temperaturdifferenzen zwischen Wand und Dampfkerne von 4 bis 5 K, eine Verminderung des dampfseitigen Wärmeübergangs - bei quasi ruhendem Dampf - auf 30-40% desjenigen Wertes hervor, der mit reinem Dampf erzielbar ist. Der Vakuumverlust drückt sich damit in einem niedrigeren Wirkungsgrad des Kreislaufsystems aus.

Bei der oben erwähnten Lösung nach DE-OS 1 948 073 gelangt eine Einflussanordnung der Rohre zur Ausführung. Die Teilbündel sind durch senkrecht zu den Rohren angeordnete Stützplatten in Kompartimente unterteilt. Wie bekannt, hängt die Kondensationsleistung

entlang der Kühlrohre hauptsächlich von der lokalen Temperaturdifferenz zwischen Dampf und Kühlwasser ab. Danach wird die Kondensationsleistung der ersten Kompartimente an der Kühlwassereintrittsseite mehr kondensieren als jene der Kompartimente an der Kühlwasseraustrittsseite. Dementsprechend werden nicht kondensierbare Gase - proportional zur Kondensationsleistung - vermehrt in den "kühleren" Kompartimenten anfallen. Um dem Rechnung zu tragen, wird beim Kondensator nach DE-OS 1 948 073, der später noch im Zusammenhang mit Fig. 1 detailliert beschrieben wird, die Inertgas-Anreicherungszone zweiteilig ausgebildet. Sie besteht aus einem trichterförmigem "Vorkühler" dort "Nachkondensationsteil" genannt, und einem Luftkühler, der mit dem Vorkühler und einem nachgeordneten Saugkanal (Header) über eine doppelte Reihe von gleichmässig verteilten Kühlereintrittsblenden respektive Kühleraustrittsblenden kommuniziert. Dieser Luftkühler ist geometrisch so gestaltet, dass die Verschlechterung des dampfseitigen Wärmeübergangs durch eine Steigerung der Geschwindigkeit der Gasphase teilweise kompensiert wird.

Im Luftkühler weist jede Stützplatte zum Boden des Luftkühlers hin eine Aussparung auf, die als Entwässerungsöffnung für im Luftkühler anfallendes Kondensat dient. Für die Entwässerung des Luftkühlers ist sein Boden über die gesamte Längsausrichtung mit einer Neigung versehen, gemäss derer anfallendes Kondensat aus den Kompartimenten mit höhergelegenen Luftkühlerboden zum tiefst gelegenen abfliesst. Das Kompartiment mit dem tiefst gelegenen Luftkühlerboden wird mittels einer Leitung in das Kondensatsammelgefäss des Kondensators entwässert.

Da sich die Kondensationsleistung des Luftkühlers dem ungefähren Temperaturverlauf des Kühlwassers in den benachbarten Rohren anpasst, sorgt er somit dafür, dass eine geeignete Ventilierung des Vorkühlers in etwa proportional zu den anfallenden, nicht kondensierbaren Gasen gewährleistet ist.

Eine solche Luftkühlerkonstruktion stellt indes eine nicht ideale Lösung für die in verschiedenen Kompartimenten bei variierenden Betriebsbedingungen anstehende unterschiedliche Ventilierung dar. Hierbei können unerwünschte Ausgleichsströmungen von Restdampf-inertgasgemisch auftreten, die eine Beeinträchtigung der Kondensatorleistungsfähigkeit mit sich ziehen können.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Dampfkondensator der eingangs genannten Art die Absaugung der Inertgase aus dem Luftkühler jedes einzelnen Kompartimentes auf das jeweilige Kompartiment gezielt auszurichten und damit zu verbessern. Hierdurch wird eine preiswerte Steigerung des Kondensatorwirkungsgrades angestrebt.

Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe durch die

Merkmale des Anspruchs 1 erreicht.

Der Kern der Erfindung ist darin zu sehen, dass die Aussparungen für die Kondensatströmung zwischen benachbarten Kompartimenten in den Stützplatten gas- und dampfdicht verschlossen werden. Eine Austauschströmung von Restdampfinertgasgemisch innerhalb des Luftkühlers zwischen benachbarten Kompartimenten wird somit unterbunden.

Eine bevorzugte Ausführungsform ist erfindungsgemäss darin zu sehen, dass mindestens am Luftkühlerboden des Kompartimentes mit dem tiefst gelegenen Luftkühlerboden mindestens eine parallel zu einer Stützplatte angeordnete Stauwand angeordnet ist, so dass das aus einem höhergelegenen Kompartiment herabfliessende Kondensat an dieser Stauwand stau-
bar ist, und damit der durch die Aussparungen gebildete Entwässerungskanal für das Kondensat aus einem höher gelegenen Kompartiment hydraulisch sowohl gas- als auch dampfdicht verschliessbar ist.

Die aufgezeigte Ausführungsform ermöglicht bei jedem Betriebszustand des Dampfkondensators eine effektivere Ausnutzung des Luftkühlers in jedem Kompartiment, indem eine Ausgleichsströmung des Restdampfinertgasgemisches im Luftkühler zwischen benachbarten Kompartimenten vollständig unterbunden wird. Die Ausführungsform der Erfindung sowie die damit erzielbaren Vorteile werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand eines Kraftwerkkondensators schematisch dargestellt.

Es zeigt:

Fig. 1 ein Teilbündel eines Kondensators mit herausgebrochenen Teilen in Schrägrissdarstellung mit zum Stand der Technik zählendem Luftkühler; Fig. 2 eine Querschnittsdarstellung des Luftkühlers; Fig. 3 eine erfindungsgemässe Ausbildung des Luftkühlers in einer Längsschnittdarstellung.

In den Figuren sind die jeweils gleichen Teile mit denselben Bezugszeichen versehen, und es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt.

WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Beim dargestellten Wärmeaustauscher handelt es sich um einen Oberflächenkondensator in rechteckiger Bauform, wie er geeignet ist für eine sogenannte Unterfluranordnung. Erfindungsunwesentliche Teile wie Kondensatorhals, Kondensationsraum, Kondensatormantel, Wasserkammern, Rohrböden, Kondensatsammelgefäss sind weggelassen, nachstehend jedoch im Zusammenhang mit der Erfindung kurz erläutert.

Über einen Abdampfstutzen, mit dem der Kondensator an einer Turbine angeschlossen ist, strömt Dampf in den Kondensatorhals ein. Darin wird ein möglichst gutes homogenes Strömungsfeld erzeugt, um eine saubere Dampfbespülung der stromabwärts angeordneten Bündel 20, Fig. 1, über deren ganze Länge vorzunehmen. Der Kondensationsraum im Innern des Kondensatormantels beinhaltet mehrere nebeneinander angeordnete Bündel 20. Ein Bündel 20 besteht aus einer Anzahl Rohre, von denen in Fig 1 nur ein mit 13 bezeichnetes Kühlrohr eingezeichnet ist. An ihren beiden Enden sind die Kühlrohre jeweils in Rohrböden befestigt. Jenseits der Rohrböden sind jeweils Wasserkammern angeordnet. Das von den Bündeln 20 abfliessende Kondensat wird in einem Kondensatsammelgefäss aufgefangen und gelangt von dort in den Wasser/Dampf-Kreislauf.

In Fig. 1 ist der durch die punktierte Fläche nur teilweise veranschaulichte Kondensationsteil des Bündels 20 mit 1 bezeichnet. Durch Einsetzen der durchgehenden Stützplatten 5, welche der Abstützung der Kühlrohre 13 dienen, ergibt sich eine Unterteilung der Teilbündel in Kompartimente 10.

Im Innern jedes Bündels 20 ist ein Hohlraum 19 ausgebildet, in dem sich der mit nicht kondensierbaren Gasen angereicherte Dampf sammelt. In diesem Hohlraum 19 ist ein Luftkühler 3 untergebracht. Das Restdampfinertgasgemisch durchströmt diesen Luftkühler, wobei der grösste Teil des Dampfes kondensiert. Der Rest des Gemisches wird abgesaugt.

Der sich im Innern des Rohrbündels befindliche Luftkühler 3 hat die Wirkung, dass das Restdampfinertgasgemisch innerhalb des Kondensatorbündels 20 beschleunigt wird. Dadurch verbessern sich die Verhältnisse insofern, als keine kleinen Strömungsgeschwindigkeiten vorherrschen, die den Wärmeübergang beeinträchtigen könnten.

Im Betrieb kondensiert der Dampf an den Rohren 13 und das Kondensat tropft gegen den Kondensatorboden ab.

Der Luftkühler 3 hat die Aufgabe, die nicht kondensierbaren Gase aus dem Kondensator zu entfernen. Bei diesem Vorgang sind die Dampfverluste so gering wie möglich zu halten. Dies wird dadurch erreicht, dass das Restdampfinertgasgemisch in Richtung Saugkanal 4 beschleunigt wird. Die hohe Geschwindigkeit hat einen guten Wärmeübergang zur Folge, was zu einer weitgehenden Kondensation des Restdampfes führt. Zwecks Beschleunigung des Gemisches wird der Querschnitt in Strömungsrichtung zunehmend kleiner bemessen.

In Fig. 1 ist das eingangs erwähnte, aus DE-OS 1 948 073 bekannte Kühlsystem dargestellt. Es besteht aus dem Vorkühler 2, von dem das Kühlrohr 14 eingezeichnet ist, und dem Luftkühler 3, von dem das Kühlrohr 15 eingezeichnet ist. Der Luftkühler 3 ist durch eine Blechwand 8 mit Blenden 6 vom Saugkanal 4 getrennt, über den die nicht kondensierbaren Gase abgezogen werden. Durch den Einbau dieser Drosselstellen 6, 7

wird erreicht, dass die auf jeden Fall notwendige Druckdifferenz am Anfang und Ende des Kondensationsvorgangs vorwiegend in den Blenden abgebaut wird.

In Fig. 2 ist der Luftkühler 3 mit vorgelagertem Vorkühler 2 und dem Saugkanal 4 vergrößert dargestellt. Die Stützplatte 5 unterteilt auch den Luftkühler 3 in Kompartimente 10, wobei eine Aussparung 18 in der Stützplatte 5 gegen einen Luftkühlerboden 21 vorhanden ist. Diese Aussparung 18 ermöglicht einen Querausgleich des im Luftkühler 3 anfallenden Kondensats. Der Saugkanal 4 ist für alle Kompartimente 10 gemeinsam; er wird also nicht von den Stützplatten 5 unterteilt.

In der Längsschnittdarstellung Fig. 3 des Luftkühlers 3 wird deutlich, dass der Luftkühlerboden 21 eine Neigung aufweist, sodass im Luftkühler anfallendes Kondensat 23 aus Kompartimenten 10 mit höher gelegenen Luftkühlerboden abfließt in Richtung des Kompartimentes mit dem tiefst gelegenen Luftkühlerboden. In diesem letzteren erfolgt die Entwässerung, die hier nicht eingezeichnet ist, da sie erfindungsunwesentlich ist.

Bei wechselnden Betriebsbedingungen ist es möglich, dass die Aussparungen 18 in den Stützplatten 5 im Luftkühler 3 nicht vollständig mit herabfließendem Kondensat 23 verschlossen sind. Dies bedeutet aber, dass aufgrund von betrieblichen Druckunterschieden in den einzelnen Kompartimenten 10 ebenfalls zu der Kondensatströmung im Luftkühler 3 eine Restdampf inertgas-Ausgleichsströmung zwischen benachbarten Kompartimenten 10 auftreten kann. Die Kompartimente, die näher zur Kühlwassereintrittsseite 24 hin angeordnet sind, zeigen aufgrund der grösseren Temperaturdifferenz zwischen dem Kühlwasser und einströmendem Dampf bessere Kondensationsbedingungen als nachfolgende Kompartimente 10, die bereits mit temperiertem Kühlwasser beschickt werden. In Kompartimenten 10 mit niedrigerer Kühlwassereintrittstemperatur stellt sich somit ein niedrigerer Druck ein, der sich selbstverständlich auch in dem zum Kompartiment 10 gehörenden Bereich des Luftkühlers 3 einstellt. Somit ist ein Druckgefälle zwischen dem Kompartiment 10 an der Kühlwasseraustrittsseite 25 und dem Kompartiment an der Kühlwassereintrittsseite 24 festzustellen. Im Luftkühler 3 ist in einem Betriebsfall des Dampfkondensators, bei dem die Aussparungen 18 in den Stützplatten 5 nicht durch Kondensat 23 verschlossen sind, eine Ausgleichsströmung des Restdampf inertgasgemisches zu verzeichnen. Restdampf inertgasgemisch strömt dann von Kompartimenten 10 mit höherem Druck - also auch mit höherer Kühlwassertemperatur - innerhalb des Luftkühlers in das Kompartiment mit dem niedrigsten Druck und der niedrigsten Kühlwassertemperatur. In diesem Fall wird die Funktion des Luftkühlers 3 in der näheren Umgebung der Kühlwassereintrittsseite 24 dadurch eingeschränkt, dass zum Kühlwassereintritt näher gelegene Kompartimente das Restdampf inertgasgemisch höher gelegener Kompartimente mitlüften müssen, anstatt die Restdampf inertgase des lokal be-

trachteten Kompartimentes. Dies führt ebenfalls zu Funktionseinbussen im Vorkühler 2 und im Kondensationsteil 1 des entsprechenden Kompartiments.

Die Erfindung will diese Nachteile in allen Betriebspunkten eines Dampfkondensators durch Vermeiden einer Ausgleichsströmung des Restdampf inertgasgemisches im Luftkühler 3 eliminieren. Gemäss Fig. 3 wird hierzu eine Stauwand 22 am Boden des Luftkühlers 3 im Bereich des Kompartimentes 10 an der Kühlwassereintrittsseite 24 parallel zu den Stützplatten 5 angeordnet. Die Stauwand 22 ist dabei so hoch, dass an ihr gestautes, aus benachbarten Kompartimenten 10 herabfließendes Kondensat 23 über die gesamte Bündellänge die Aussparungen 18 in allen Stützplatten 5 hydraulisch verschliesst. Mittels dieser Massnahme wird das in einem Kompartiment 10 des Luftkühlers 3 anfallende Restdampf inertgasgemisch lokal in den Saugkanal 4 gesaugt. Das Kondensat 23 fliesst durch die hydraulisch verschlossenen Aussparung 23 in der Stützplatte 5 ab zum benachbarten Kompartiment 10. Für das Restdampf inertgasgemisch bleibt eine Ausgleichsströmung von Kompartiment 10 Kompartiment unterbunden. Durch das Vermeiden einer Ausgleichsströmung des Restdampf inertgasgemisches innerhalb des Luftkühlers 3, wird der Wirkungsgrad des Luftkühlers 3, des Vorkühlers 2 und des gesamten Kondensatorsystems bei wechselnden Betriebsbedingungen erhöht. Desweiteren werden lokale Konzentrationserhöhungen von Inertgasen vermieden.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf das gezeigte und beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. So ist beispielsweise als weitere erfindungsgemässe Ausführungsvariante denkbar, in jedem Kompartiment am Luftkühlerboden 21 parallel zu den Stützplatten eine oder mehrere Stauwänden 22 anzuordnen.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Kondensationsteil
2	Vorkühler
3	Luftkühler
4	Saugkanal
5	Stützplatte
6	Blende
7	Trennwand
8	Blechwand
9	Blende
10	Kompartiment
13	Kühlrohr des Kondensationsteils 1
14	Kühlrohr des Vorkühlers 2
15	Kühlrohr des Luftkühlers
18	Aussparung
19	Hohlraum
20	Teilbündel
21	Luftkühlerboden
22	Stauwand
23	Kondensat
24	Kühlwassereintrittsseite

Patentansprüche

1. Dampfkondensator, in dem der Dampf an kühlwasserdurchflossenen, in separaten Bündeln (20) zusammengefassten Rohren (13) niedergeschlagen wird, 5
- wobei jedes Bündel (20) durch senkrecht zu den Rohren (13) angeordneten Stützplatten (5) in Kompartimente (10) unterteilt ist, 10
 - wobei die in Reihen angeordneten Rohre (13) eines Bündels einen Hohlraum (19) umschliessen, in dem ein Luftkühler (3) für ein Restdampf-inertgasgemisch angeordnet ist, 15
 - wobei der Boden (21) des Luftkühlers (3) über die gesamte Länge der Rohrreihen eine Neigung aufweist, so dass das im Luftkühler (3) in einem Kompartiment (10) anfallende Kondensat (23) aufgrund der Bodenneigung zu einem benachbarten Kompartiment (10) mit tiefer gelegenen Luftkühlerboden (21) durch eine Anzahl Aussparungen (18) in den Stützplatten abfließbar ist, 20
 - wobei die in einem Kompartiment (10) anfallenden nicht kondensierbaren Gase aus dem Luftkühler (3) über Blenden (6) in einen für alle Kompartimente gemeinsamen Saugkanal (4) einströmen, der sich über die ganze Länge der Rohre (13) erstreckt, 25
- dadurch gekennzeichnet, 35
- dass der Luftkühler (3) Mittel (22) zum gas- und dampfdichten Verschliessen der Aussparungen (18) aufweist, so dass diese Mittel (22), ohne Beeinträchtigung der Kondensatströmung durch die Aussparungen (18), einen unmittelbaren Austausch des Restdampf-inertgasgemisches im Luftkühler (3) zwischen benachbarten Kompartimenten verhindern. 40
2. Dampfkondensator nach Anspruch 1, 45
- dadurch gekennzeichnet,
- dass mindestens am Luftkühlerboden (21) des Kompartiments (10) mit dem tiefst gelegenen Luftkühlerboden mindestens eine Stauwand (22) angeordnet ist, so dass das aus einem höher gelegenen Kompartiment (10) herabfließende Kondensat (23) an dieser Stauwand (22) staubar ist, und damit die Aussparungen (18) für die Strömung des Kondensats (23) aus einem höher gelegenen Kompartiment (10) hydraulisch sowohl gas- als auch dampfdicht verschliessbar sind. 50
- 55

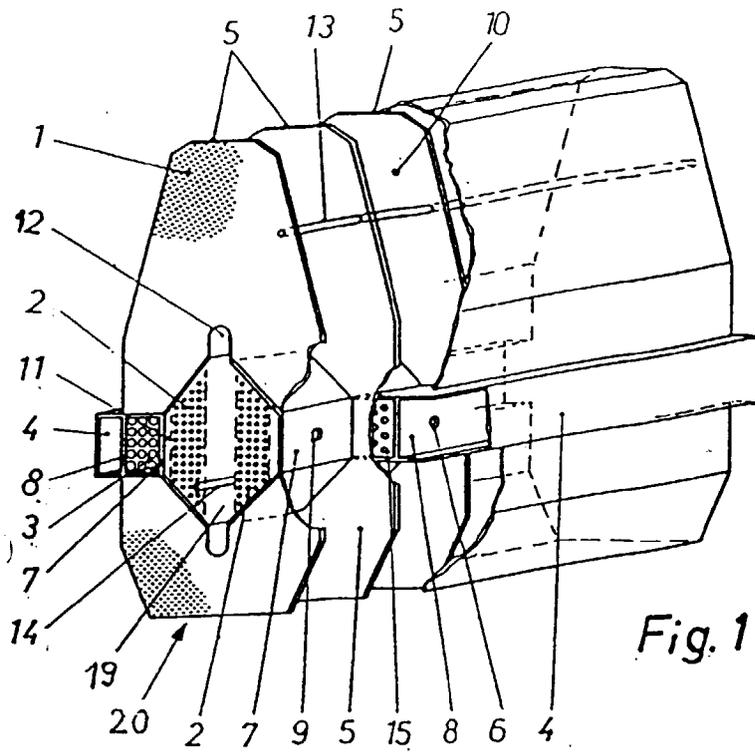


Fig. 1

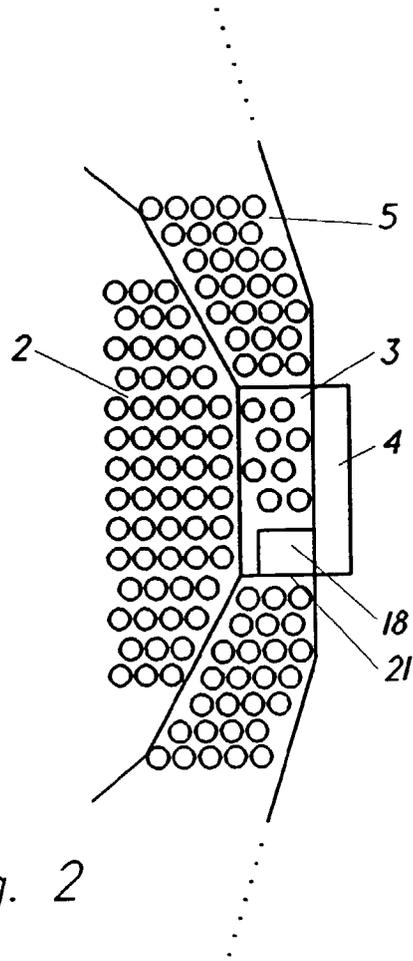


Fig. 2

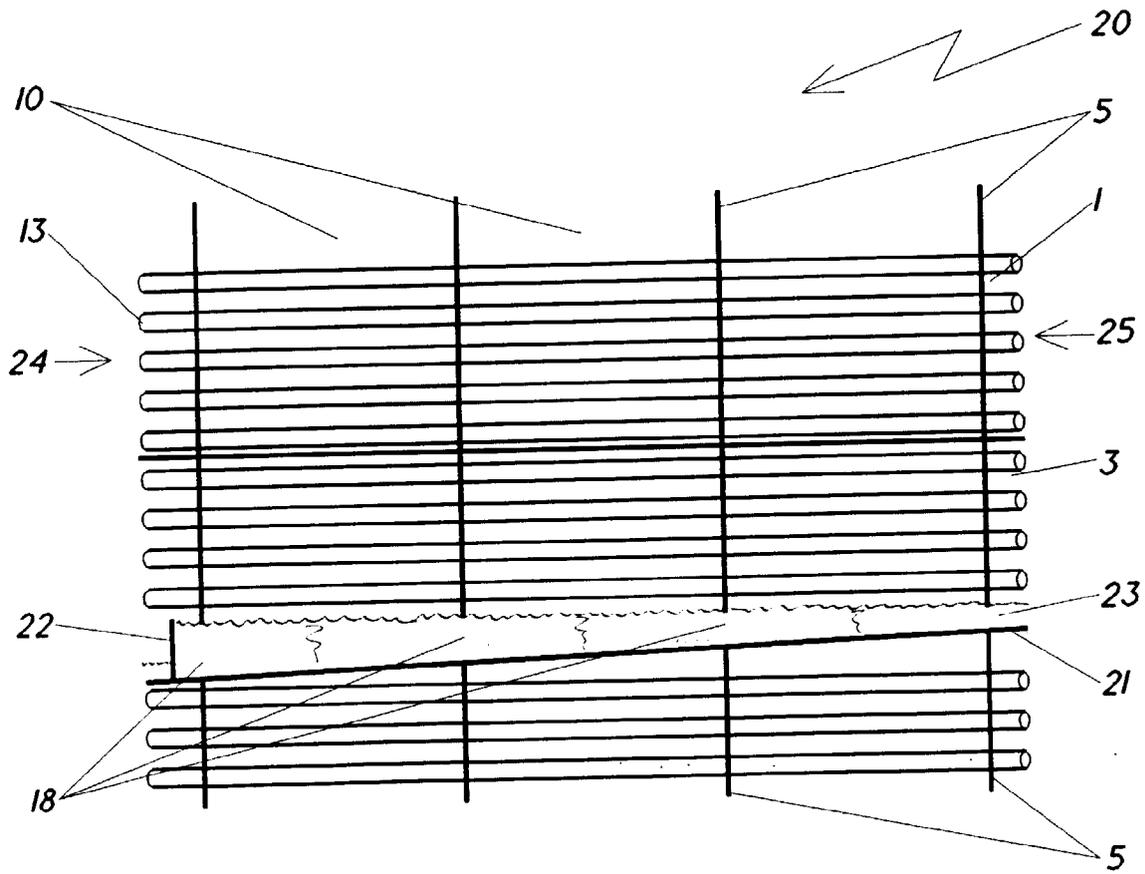


Fig. 3