



Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) B 01 D 53/04
F 25 J 3/04

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD B 01 D / 333 876 5 (22) 25.10.89 (44) 04.04.91

(71) siehe (73)

(72) Maaß, Hans-Jürgen, Dr.-Ing.; George, Michael, Dipl.-Ing.; Lehmann, Peter, Dipl.-Ing.; Gärtner, Peter; Rudolf, Frank, Dipl.-Ing.; Schultchen, Horst, Dipl.-Ing., DE

(73) VEB Komplette Chemieanlagen Dresden, Ernst-Thälmann-Straße 25-29, O - 8012 Dresden, DE

(54) Druckwechseladsorptionsanlage zum Zerlegen eines Gasgemisches

(55) Druckwechseladsorption, zerlegen; Gasgemisch;
Sauerstoff; Stickstoff; Luft; Adsorber; Gasleitung;
Ventilblock; Produktgas; Spülgas; Entspannungsgas;
Restgas; Drossel; Rückschlagventil

(57) Die Erfindung betrifft

Druckwechseladsorptionsanlagen zum Zerlegen eines Gasgemisches. Die Erfindung wird bei der adsorptiven Zerlegung von Gasgemischen angewendet, insbesondere bei der Gewinnung von Sauerstoff oder Stickstoff aus der Luft. Die Druckwechseladsorptionsanlage besteht aus drei Adsorbern, deren Austrittsenden über Gasleitungen mit einem Ventilblock in Verbindung stehen. In dem Ventilblock zweigt von der Produktgasleitung eine zu den Austrittsenden der Adsorber führende Spülgasleitung ab, die eine Drossel aufweist. Die Spülgasleitung ist mit einer zu den Austrittsenden der Adsorber führenden Entspannungsgasleitung verbunden, in der ein Rückschlagventil derartig angeordnet ist, daß eine Gasströmung nur in Richtung auf die Spülgasleitung erfolgt. Die Erfindung ermöglicht die Nutzung des bei der Druckerniedrigung eines beladenen Adsorbers mit dem Restgas gleichzeitig frei werdenden Entspannungsgases zum Spülen eines anderen entspannten Adsorbers. Fig. 1

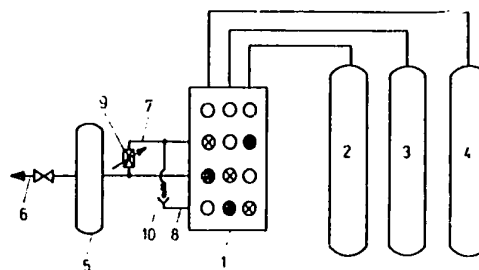


Fig 1

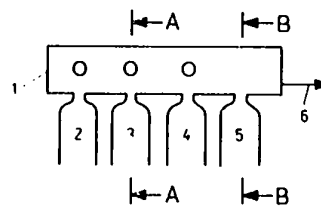


Fig 2

Patentansprüche:

1. Druckwechseladsorptionsanlage zum Zerlegen eines Gasgemisches, bestehend aus drei Adsorbern, die mit Ventilblöcken in Verbindung stehen, in denen Gasleitungen angeordnet sind, die zu den Adsorbern führen, wobei von einer mit den Austrittsenden der Adsorber verbundenen Produktgasleitung eine zu den Austrittsenden der Adsorber führende Spülgasleitung abzweigt, die eine Drossel aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spülgasleitung (7) in Strömungsrichtung des Produktgases gesehen hinter der Drossel (9) mit einer zu den Austrittsenden der Adsorber (2, 3, 4) führenden Entspannungsgasleitung (8) verbunden ist und in der Entspannungsgasleitung (8) ein Rückschlagventil (10) derartig angeordnet ist, daß eine Gasströmung nur in Richtung auf die Spülgasleitung (7) erfolgt.
2. Druckwechseladsorptionsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abzweig der Entspannungsgasleitung (8) von der Spülgasleitung (7) und das Rückschlagventil (10) in dem mit den Austrittsenden der Adsorber (2, 3, 4) in Verbindung stehenden Ventilblock (1) angeordnet sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung wird bei der adsorptiven Zerlegung von Gasgemischen angewendet, insbesondere bei der Gewinnung von Sauerstoff oder Stickstoff aus der Luft.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Zum Reinigen oder Zerlegen von Gasen, beispielsweise zur Gewinnung von Sauerstoff oder Stickstoff aus der Luft, werden wegen ihrer Wirtschaftlichkeit und ihrer Effektivität häufig Adsorptionsanlagen angewendet. Besonders bewährt haben sich dabei Druckwechseladsorptionsanlagen, bei denen die Regenerierung des beladenen Adsorptionsmittels durch Drucksenkung erfolgt. Die bei der Druckabsenkung eines beladenen Adsorbers frei werdenden Gase werden in der Regel zur Druckerhöhung in anderen Adsorbern, die sich auf einem niedrigeren Druckniveau befinden, eingesetzt, indem ein Druckausgleich durchgeführt wird. Häufig wird auch das bei der Druckabsenkung des beladenen Adsorbers frei werdende Gas zum Spülen eines anderen Adsorbers genutzt.

Aus der DE-PS 2739955 ist eine Druckwechseladsorptionsanlage bekannt, die 3 Adsorber und einen Pufferbehälter aufweist. Die Eintrittsenden dieser Adsorber sind jeweils über Ventile mit einer gemeinsamen Einspeiseleitung verbunden und stehen über andere Ventile mit einer gemeinsamen Restgasleitung in Verbindung. Die Austrittsenden dieser Adsorber sind jeweils über Kanäle und einzelne Ventile mit einer gemeinsamen Produktgasleitung, über andere Ventile, kalibrierte Öffnungen und einer Ausgleichsleitung mit den Austrittsenden der anderen Adsorber und über weitere Ventile, kalibrierte Öffnungen und eine andere Ausgleichsleitung mit einem Pufferbehälter verbunden. Das dem Pufferbehälter zugeführte Gas wird als Spülgas genutzt, wobei es vom Pufferbehälter über kalibrierte Öffnungen abgegeben wird.

Die Anordnung der vielen einzelnen Ventile, Gasleitungen und des Pufferbehälters komplizieren diese Anlage und gestalten sie aufwendig.

Ähnliche Druckwechseladsorptionsanlagen sind auch in den DE-OS 3046268 und 3132758 beschrieben. Beide Anlagen sind mit Leitungen versehen, die es ermöglichen, bei der Druckerniedrigung des beladenen Adsorbers Entspannungsgas in einen anderen Adsorber über deren Austrittsenden zu führen.

In der DD-PS 265806 wird ein Ventilblock für Druckwechseladsorptionsanlagen beschrieben, in dem jeweils alle mit den Eintrittsenden oder mit den Austrittsenden der Adsorber in Verbindung stehenden Ventile zusammengefaßt sind. Der für eine 3-Adsorberanlage vorgesehene Ventilblock weist 9 Ventile auf, wobei jeweils 3 in einer Adsorbergasleitung hintereinander angeordnete Ventile mit dem Eintrittsende oder dem Austrittsende eines Adsorbers verbunden sind. Dabei sind die Ventile in dem Ventilblock in 3 Ebenen angeordnet. In dem mit den Eintrittsenden der Adsorber in Verbindung stehenden Ventilblock sind die in der unteren Ebene angeordneten Ventile mit der Spülgasleitung, die in der mittleren Ebene angeordneten Ventile mit der Gasgemischzuführungsleitung und die in der oberen Ebene angeordneten Ventile mit der Restgasleitung verbunden. Die Anordnung dieser Ventilblöcke in einer Druckwechseladsorptionsvorrichtung ist aus der DD-PS 265808 bekannt. Bei dieser Vorrichtung zweigt bei dem den Austrittsenden der Adsorber zugeordneten Ventilblock von der den Ventilblock verlassenden Produktgasleitung eine erste Spülgasleitung ab, die in den Ventilblock zurückführt und dort über die in den Adsorbergasleitungen angeordneten Ventile mit den Austrittsenden der Adsorber in Verbindung steht. Diese erste Spülgasleitung ist mit einer verstellbaren Drossel versehen. Die in der unteren Ebene dieses Ventilblockes vorgesehenen Ventile sind über eine zweite Spülgasleitung mit den in der oberen Ebene angeordneten Ventilen des den Eintrittsenden der Adsorber zugeordneten Ventilblockes verbunden. In dieser Druckwechseladsorptionsvorrichtung wird ein Teil des gewonnenen Produktgases als Spülgas benutzt, welches im Gegenstrom zur Adsorptionsrichtung zweier Adsorber hintereinander durchströmt.

Weiterhin ist aus der DD-PS 265809 eine Druckwechseladsorptionsanlage bekannt, die drei Adsorber und zwei Ventilblöcke aufweist. Bei dem den Austrittsenden der Adsorber zugeordneten Ventilblock zweigt von der den Ventilblock verlassenden Produktgasleitung einerseits eine Entspannungsgasleitung und andererseits eine Spülgasleitung ab, welche beide jeweils wieder

in den gleichen Ventilblock zurückführen. Diese beiden Gasleitungen sind jeweils mit einer verstellbaren Drossel versehen. Mit Hilfe der Entspannungsgasleitung wird ein Adsorber mit Produktgas bespannt, während gleichzeitig ein anderer Adsorber mit Hilfe der Spülgasleitung gespült wird. Sowohl das Bespannen als auch das Spülen der Adsorber erfolgt bei dieser Anlage mit dem gewonnenen Produktgas.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Kosten für die Herstellung von Druckwechseladsorptionsanlagen zu senken und die Ausbeute an gewonnenem Produktgas beim Betrieb der Druckwechseladsorptionsanlagen zu erhöhen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine mit Ventilblöcken versehene und mindestens drei Adsorber aufweisende Druckwechseladsorptionsanlage zu entwickeln, bei der ein Ventilblock konstruktiv so gestaltet ist, daß beim Regenerieren der Adsorber ein Teil des Entspannungsgases des beladenen Adsorbers solange zum Spülen eines anderen Adsorbers genutzt werden kann, bis der Druck des gewonnenen Produktgases an dem zu spülenden Adsorber größer ist als der Druck des Entspannungsgases.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Spülgasleitung, die eine Drossel aufweist, in Strömungsrichtung des Produktgases gesehen hinter der Drossel mit einer zu den Austrittsenden der Adsorber führenden Entspannungsgasleitung verbunden ist. In der Entspannungsgasleitung ist ein Rückschlagventil derartig angeordnet, daß eine Gasströmung nur in Richtung auf die Spülgasleitung erfolgt.

Die Spülgasleitung ist eine jener Gasleitungen, die in dem Ventilblock angeordnet sind, der mit den Austrittsenden der drei Adsorber in Verbindung steht. Dieser Ventilblock ist in seiner konstruktiven Gestaltung in der DD-PS 265 806 beschrieben. Er ist entweder unmittelbar an den Adsorbern angeordnet oder er steht über die genannten Gasleitungen mit den Adsorbern in Verbindung.

Die Gasleitungen, die die Verbindung zwischen den Austrittsenden der drei Adsorber und dem Ventilblock herstellen und die in den Ventilblock hineinführen und dort verlaufen, sind die Produktgasleitung, die mit dem Produktgasspeicher in Verbindung steht, die Spülgasleitung und die Entspannungsgasleitung. In diesen 3 Gasleitungen sind in dem Ventilblock die Adsorberventile angeordnet. Die Spülgasleitung zweigt von der Produktgasleitung ab, wodurch die Verwendung eines Teiles des gewonnenen Produktgases zum Spülen der Adsorber ermöglicht wird. Um die als Spülgas verwendete Produktgasmenge verändern bzw. verringern zu können, weist die Spülgasleitung eine Drossel auf. Diese kann regelbar oder als auswechselbare Düse mit unterschiedlichen Durchtrittsöffnungen ausgebildet sein.

Der Abzweig der Entspannungsgasleitung von der Spülgasleitung ist zweckmäßigerweise in dem Ventilblock vorgesehen. Ebenso ist zweckmäßigerweise die in der Spülgasleitung befindliche Drossel und das in der Entspannungsgasleitung angebrachte Rückschlagventil in dem Ventilblock angeordnet. Sie können jedoch auch außerhalb des Ventilblockes angeordnet sein. Auch diese Anordnung soll vom Schutzzumfang des Patents erfaßt werden.

Im Sinne der Erfindung wird unter dem Eintrittsende eines Adsorbers dasjenige Ende gesehen, durch das das Gasgemisch in den Adsorber eintritt. Dagegen wird als Austrittsende dasjenige Ende des Adsorbers bezeichnet, durch das das Produktgas den Adsorber verläßt. Soll beispielsweise mit Hilfe der erfindungsgemäßen Druckwechseladsorptionsanlage Sauerstoff aus der Luft gewonnen werden, so ist das Eintrittsende dasjenige Ende des Adsorbers, durch das die Luft in den Adsorber eintritt und das Austrittsende ist dasjenige Adsorberende, durch das der Sauerstoff aus dem Adsorber austritt.

Weiterhin wird im Sinne der Erfindung jenes Gas als Produktgas bezeichnet, welches mit Hilfe der erfindungsgemäßen Anlage in annähernd reiner Form gewonnen werden soll. Will man beispielsweise Sauerstoff aus der Luft gewinnen, so stellt der Sauerstoff das Produktgas dar.

Der erfindungsgemäße Abzweig der Entspannungsgasleitung und die dargelegte Anordnung des Rückschlagventils ermöglichen während des Desorptionsprozesses des beladenen ersten Adsorbers das Spülen eines dritten entspannten Adsorbers mit dem produktgasreichen Entspannungsgas des beladenen Adsorbers.

Dieses Spülen mit dem Entspannungsgas währt solange, bis der Druck des von dem zweiten Adsorber, in dem der neue Adsorptionsprozeß beginnt, kommenden Spülgases größer ist als der Druck des Entspannungsgases. Das Rückschlagventil verhindert dann ein Strömen des von dem zweiten Adsorber kommenden Produkt- bzw. Spülgases in den sich im Desorptionsprozeß befindlichen ersten Adsorber. Die Anordnung des Rückschlagventils in der Entspannungsgasleitung bewirkt somit eine Gasströmung nur in einer Richtung, nämlich von dem beladenen Adsorber zu dem zu spülenden Adsorberr. Auf diese Weise wird eine Nutzung des aus dem Austrittsende des beladenen Adsorbers austretenden produktgasreichen Entspannungsgases zum Spülen eines entspannten Adsorbers ermöglicht, wodurch die zum Spülen eingesetzte Produktgasmenge verringert werden kann. Dies bringt eine Erhöhung der Ausbeute an Produktgas mit sich.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung zeigen

Fig. 1: die schematische Darstellung eines Ventilblockes, der über Gasleitungen mit den Austrittsenden der der Adsorber in Verbindung steht

Fig. 2: die schematische Darstellung eines Ventilblockes, der unmittelbar an den Austrittsenden der Adsorber angeordnet ist

Fig. 3: den Schnitt A–A gemäß Fig. 2

Fig. 4: den Schnitt B–B gemäß Fig. 2

Die Druckwechseladsorptionsanlage dient zur Gewinnung von Sauerstoff mit einer Konzentration von über 90 Vol.-% aus der Luft.

Der Ventilblock 1 ist bei der in der Fig. 2 dargestellten Variante unmittelbar an den Austrittsenden des ersten Adsorbers 2, des zweiten Adsorbers 3, des dritten Adsorbers 4 und an dem Produktgasspeicher 5 angeordnet. Zwecks übersichtlicher Gestaltung ist der an den Eintrittsenden der 3 Adsorber 2, 3, 4 angeordnete Ventilblock in der Zeichnung nicht dargestellt. Die 3 Adsorber 2, 3, 4 sind mit dem Adsorptionsmittel Zeolith Typ 5A gefüllt; ihr Volumen beträgt jeweils 10l.

Der Ventilblock 1 ist in seiner konstruktiven Gestaltung in der DD-PS 265806 erläutert. In ihm verlaufen in Längsrichtung 3 Gasleitungen, nämlich die Produktgasleitung 6, durch die der Sauerstoff strömt, die Spülgasleitung 7 und die Entspannungsgasleitung 8. In dem Ventilblock 1 sind in den 3 Gasleitungen jeweils 3 Adsorberventile angeordnet. Die Adsorberventile sind als pneumatisch betätigte Membranventile ausgebildet. Jeweils ein Adsorberventil einer jeden Gasleitung ist über eine kreuzartige Verzweigung mit einem der 3 Adsorber 2, 3, 4 derart verbunden, daß Gas von dem Adsorber in die Gasleitung oder umgekehrt strömen kann.

In Figur 3 ist ein Schnitt durch die kreuzartige Verzweigung, durch 3 Adsorberventile und durch das Oberteil des zweiten Adsorbers 3 dargestellt.

In Abänderung des in der DD-PS 265806 dargestellten Ventilblockes zweigt die Spülgasleitung 7 von der Produktgasleitung 6 ab. Um die zum Spülen benutzte Sauerstoffmenge verringern zu können, ist in der Spülgasleitung 7 die verstellbare Drossel 9 angeordnet. In der Strömungsrichtung des Produktgases (Sauerstoff) gesehen zweigt hinter der Drossel 9 die Entspannungsgasleitung 8 von der Spülgasleitung 7 ab, die ebenfalls über eine kreuzartige Verzweigung und über 3 Adsorberventile mit den 3 Adsorbern 2, 3, 4 in Verbindung steht. Der Abzweig der Entspannungsgasleitung 8 von der Spülgasleitung 7 befindet sich somit zwischen der Drossel 9 und der zur Spülgasleitung 7 gehörenden kreuzartigen Verzweigung. In der Entspannungsgasleitung 8 ist das Rückschlagventil 10 derart angeordnet, daß eine Gasströmung nur in Richtung auf die Spülgasleitung 7 möglich ist. Eine Gasströmung von der Spülgasleitung 7 in die Entspannungsgasleitung 8 wird durch das Rückschlagventil 10 verhindert. Auf diese Weise wird das Strömen von Entspannungsgas aus einem der 3 Adsorber 2, 3, 4 durch die Entspannungsleitung 8 und durch die Spülgasleitung 7 in einen anderen der 3 Adsorber 2, 3, 4 ermöglicht und andererseits das Strömen von Produkt- bzw. Spülgas durch die Entspannungsgasleitung 8 in einen der 3 Adsorber 2, 3, 4 verhindert.

Der Abzweig der Spülgasleitung 7 von der Produktgasleitung 6, die Drossel 9, der Abzweig der Entspannungsgasleitung 8 von der Spülgasleitung 7 und das Rückschlagventil 10 sind jeweils in dem Ventilblock 1 angeordnet. Dies ist aus der Figur 4 gut ersichtlich.

An dem Eintrittsende der 3 Adsorber 2, 3, 4 ist ein zweiter Ventilblock vorgesehen, welcher in der Zeichnung nicht dargestellt ist. Dieser weist ebenfalls Adsorberventile auf, die dem Eintritt des Gasgemisches (Luft) und dem Austritt des Spülgases und des Restgases (stickstoffreiches Gas) dienen.

Bei der Erläuterung des Betriebes der Vorrichtung wird davon ausgegangen, daß in dem ersten Adsorber 2 der Adsorptionsprozeß beendet wurde und in diesem Adsorber nun der Desorptionsprozeß stattfinden soll. Der Desorptionsprozeß beginnt mit einem Druckausgleich mit dem zweiten Adsorber 3. Dies erfolgt durch das Öffnen der beiden zugehörigen Druckausgleichsventile, welche in der Figur 1 in der vierten (obersten) Ebene des Ventilblockes 1 dargestellt sind. Alle anderen Adsorberventile sind während des Druckausgleiches, dessen Dauer etwa 3 Sekunden beträgt, geschlossen. Bei einer anderen Betriebsvariante wird bereits während des Druckausgleiches dem den Druck abgebundenen Adsorber über dessen Eintrittsende verdichtete Luft zugeführt. Diese Variante kommt vor allem bei größeren Druckwechseladsorptionsanlagen zur Anwendung. Die Luftzuführung während dieser Phase wird beendet, wenn der Druckausgleich zwischen den beiden Adsorbern 2, 3 abgeschlossen ist.

Nach erfolgtem Druckausgleich öffnen die in der Figur 1 mit einem Kreuz gekennzeichneten Adsorberventile des Ventilblockes 1. Bei der im ersten Adsorber 2 nun weitergehenden Druckerniedrigung strömt Entspannungsgas aus diesen Adsorber über dessen Austrittsende in die Entspannungsgasleitung 8, über das Rückschlagventil 10 und die Spülgasleitung 7 in den dritten Adsorber 4 und spült diesen im Gegenstrom zur Adsorptionsrichtung. Zur gleichen Zeit beginnt im Zweiten Adsorber 3 der Adsorptionsprozeß, in dem dieser an seinem Eintrittsende mit Luft, die aus einem Verdichter kommt und in einem Filter gereinigt wurde, beaufschlagt wird. Mit fortschreitendem Adsorptionsprozeß steigt der Druck in dem zweiten Adsorber 3 und dabei auch der Druck des diesen Adsorber verlassenden Sauerstoffes. Dieser tritt durch die Produktgasleitung 6 in den Produktgasspeicher 5 und gleichzeitig eine geringere Menge durch die Drossel 9 in die Spülgasleitung 7. Von dem Zeitpunkt an, an dem der Druck des durch die Drossel 9 tretenden Sauerstoffes höher ist als der Druck des durch die Entspannungsgasleitung 8 tretenden Gases, das aus dem ersten Adsorber 2 kommt, strömt nur noch der Sauerstoff durch die Spülgasleitung 7 in den dritten Adsorber 4 und spült diesen. Das Rückschlagventil 10 verhindert ein Strömen des durch die Drossel 9 tretenden Sauerstoffes in die Entspannungsgasleitung 8 und verhindert damit ein Strömen dieses Sauerstoffes in den ersten Adsorber 2. Dies ist sehr wichtig, da bei dem Desorptionsprozeß in dem ersten Adsorber 2 der Druck in diesem Adsorber durch Öffnen des mit seinem Eintrittsende in Verbindung stehenden Restgasventils bis zum Umgebungsdruck absinkt.

Nach Beendigung des Adsorptionsprozesses in dem zweiten Adsorber 3 erfolgt wiederum ein Druckausgleich mit dem dritten Adsorber 4 und nachfolgend ein Spülen des ersten Adsorbers 2 mit Entspannungsgas aus dem zweiten Adsorber 3, welches auch wieder durch die Entspannungsgasleitung 8, das Rückschlagventil 10 und die Spülgasleitung 7 in den ersten Adsorber 2 strömt. Bei diesem Vorgang sind die in Figur 1 schwarz gekennzeichneten Adsorberventile geöffnet.

Die vorgeschlagene Gestaltung des Ventilblockes 1 ermöglicht die Anwendung eines Verfahrens, gemäß dem das bei der Druckerniedrigung eines beladenen Adsorbers frei werdende Entspannungsgas zum Spülen eines anderen entspannten Adsorbers an Stelle von reinem Produktgas (Sauerstoff) bei gleichzeitigem Austritt des Restgases (Stickstoff) aus dem beladenen Adsorber verwendet wird. Die Anwendung dieser Verfahrensweise bringt eine Erhöhung der Produktgas-(Sauerstoff-)Ausbeute um etwa 15% mit sich.

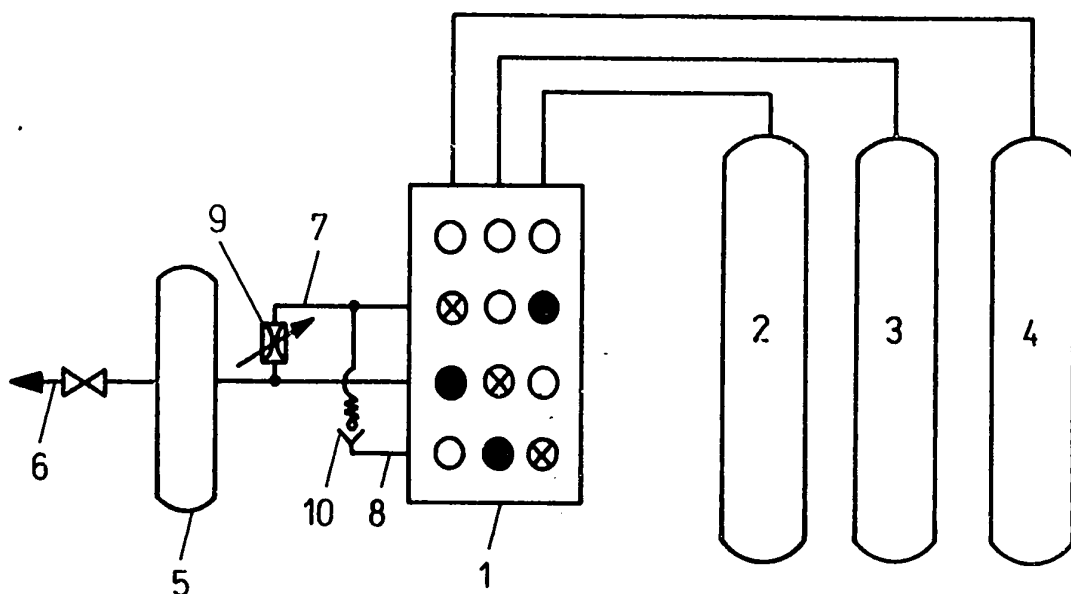


Fig. 1

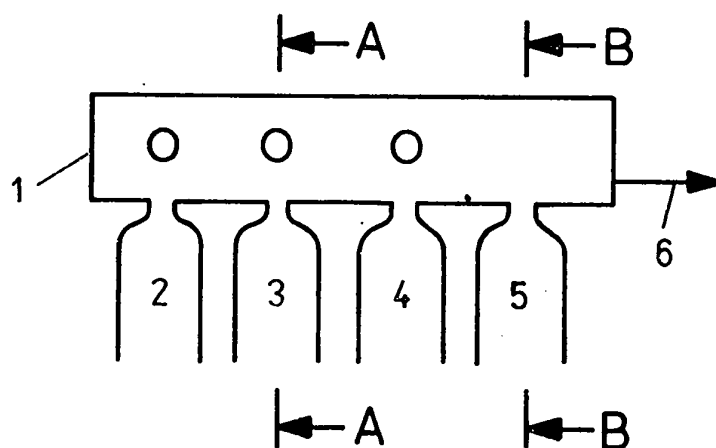


Fig. 2

288531

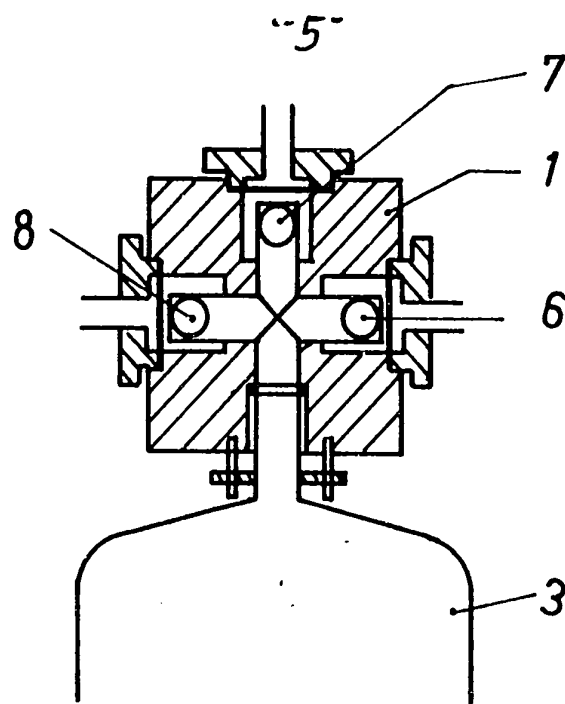


Fig. 3

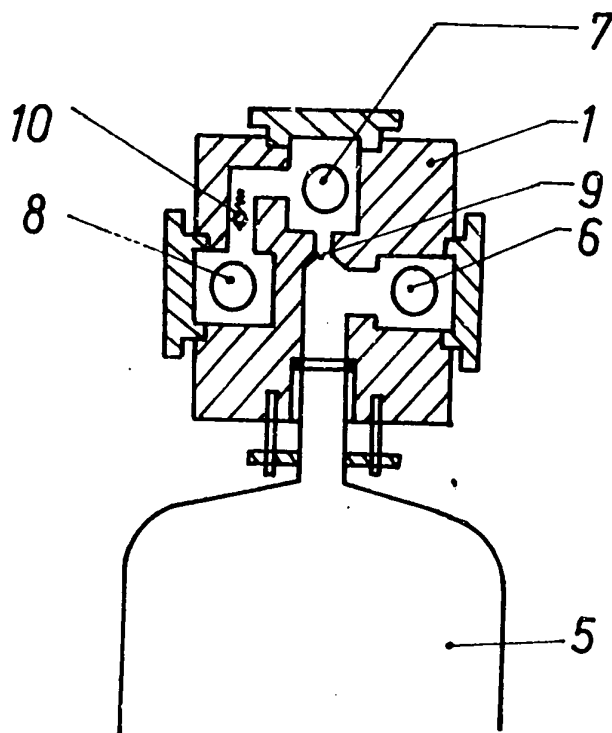


Fig. 4