

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 01 D / 307 d19 1

(22) 12.10.87

(44) 15.03.89

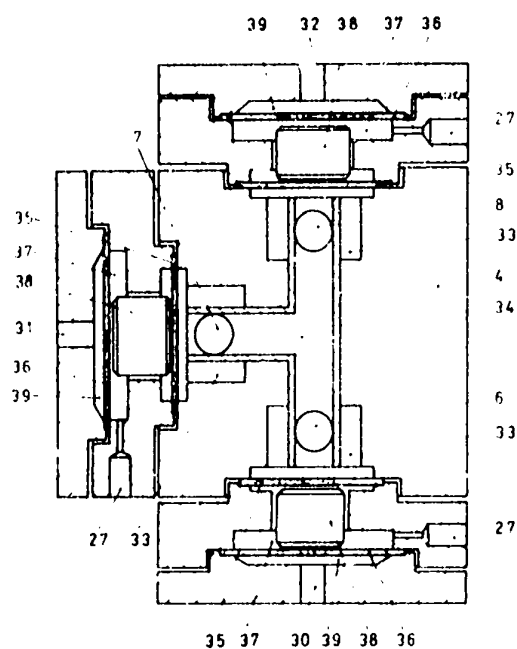
(71) VEB Komplette Chemieanlagen Dresden, Ernst-Thälmann-Straße 25-29, Dresden, 3012, DD

(72) Maaß, Hans-Jürgen, Dr.-Ing.; Wiegand, Klaus, Dr.-Ing.; Märck, Michael, Dipl.-Ing.; Hädicke, Udo, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.; Harms, Uwe, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.; Höse, Werner, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem., DD

(54) Vorrichtung zum Steuern des Druckausgleiches in Druckwechseladsorptionsanlagen

(55) Vorrichtung, Steuern, Druckausgleich, Druckwechseladsorption, Trennung, Gasgemisch, Sauerstoff, Stickstoff, Luft, Druckausgleichventil, Steuerventil, Steuergas, Adsorptionsprozeß, Adsorber

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Steuern des Druckausgleiches in Druckwechseladsorptionsanlagen. Sie dient zum Steuern des Druckausgleiches in Druckwechseladsorptionsanlagen. Sie wird bei der adsorptiven Trennung von Gasgemischen angewendet, insbesondere bei der Gewinnung von Sauerstoff oder Stickstoff aus der Luft. Die Vorrichtung besteht aus pneumatisch betätigten Druckausgleichventilen und Steuerventilen, die über Steuergasleitungen mit den Druckausgleichventilen in Verbindung stehen. Die Druckausgleichventile sind als Doppelmembranventile ausgebildet. Während des Adsorptionsprozesses in einem der Adsorber ist der Zwischenraum zwischen den beiden Membranen bei allen Druckausgleichventilen mit Steuergas beaufschlagt, wodurch diese geschlossen sind. Dagegen sind während des Druckausgleiches die Druckausgleichventile nicht mit Steuergas beaufschlagt. Zu diesem Zeitpunkt wird das nicht am Druckausgleich beteiligte Druckausgleichventil durch Produktgas aus dem beim Druckausgleich den Druck abgebenden Adsorber beaufschlagt, wodurch es geschlossen bleibt. Fig. 2



Patentansprüche:

1. Vorrichtung zum Steuern des Druckausgleichs in Druckwechsel-adsorptionsanlagen, bestehend aus pneumatisch betätigten Druckausgleichventilen, die in den zu den Adsorbern führenden Adsorbergasleitungen angeordnet sind, und Steuerventilen, die über Steuergasleitungen mit den Druckausgleichventilen in Verbindung stehen, dadurch gekennzeichnet, daß an der Durchtrittsöffnung eines jeden Druckausgleichventils (9, 10, 11) eine diese verschließbar ausgebildete erste Membran (35) vorgesehen ist, im Abstand zu der ersten Membran (35) eine zweite Membran (36) angebracht ist, deren durch Druck beaufschlagte Fläche größer ist als die durch Druck beaufschlagte Fläche der ersten Membran (35), in den Zwischenraum (37) zwischen den beiden Membranen (35, 36) eine in alle Druckausgleichventile (9, 10, 11) führende gemeinsame Steuergasleitung (27) mündet, in dem Zwischenraum (37) ein bewegliches Druckelement (38) angeordnet und auf der dem Druckelement (38) abgewandten Seite der zweiten Membran (36) ein Gasraum (39) vorgesehen ist, wobei der Gasraum (39) des nicht am Druckausgleich beteiligten Druckausgleichventils (9, 10, 11) mit dem beim Druckausgleich den Druck abgebenden Adsorber (1, 2, 3) über eine Produktgasleitung (30, 31, 32) verbunden ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchtrittsöffnungen der am Druckausgleich beteiligten Druckausgleichventile (9, 10, 11) geöffnet sind, wenn alle Steuerventile (20, 21, 22) geschlossen sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Vorrichtung zum Steuern des Druckausgleiches in Druckwechseladsorptionsanlagen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung wird bei der adsorptiven Trennung 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 Adsorptionsverfahren angewendet. Besonders bewährt haben sich dabei die Druckwechseladsorptionsverfahren, 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.

Aus der DE-OS 2 951 626 ist eine Vorrichtung zum Zerlegen eines Gasgemisches, welches 2 Adsorber aufweist, bekannt, bei der die an den Adsorbern angeordneten Ventile, darunter auch das Druckausgleichsventil, mit einer pneumatischen Steuereinheit in Verbindung stehen. Bei Erreichen eines Spitzendrucks in dem zu beladenden Adsorber gibt ein darauf eingestellter Druckschalter ein Signal an die Steuereinheit, welche daraufhin auf pneumatischem Weg das Druckausgleichsventil öffnet. Bei Erreichen des

Druckgleichgewichtes gibt ein Druckausgleichsschalter ein Signal an die Steuereinheit, die nun das Druckausgleichsventil schließt.

Diese Betätigung der Druckausgleichsventile ist relativ kompliziert und aufwendig.

In der DE-OS 3 205 505 wird ein Verfahren zum Betrieb einer zyklisch arbeitenden Druckwechseladsorptionsanlage beschrieben, welche 9 Adsorber aufweist. Nach einem bestimmten Zeitplan oder nach Erreichen eines bestimmten Druckes in den Adsorbern wird durch Öffnen von Ventilen, welche an den Adsorbern in einer Druckausgleichsleitung angeordnet sind, ein Druckausgleich zwischen den Adsorbern erreicht.

Die konstruktive Gestaltung dieser Ventile ist in der DE-OS 3 205 505 nicht beschrieben. Da die Taktzeiten bei Druckwechseladsorptionsanlagen relativ kurz sind, kommen als Ventile nur schnellschließende Ventile in Betracht, welche in der Regel als Magnetventile ausgebildet sind. Der Material- und Gewichtsaufwand solcher Magnetventile ist jedoch relativ hoch.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine Steuereinrichtung für Druckwechseladsorptionsanlagen mit 3 oder mehr Adsorbern zu schaffen, die möglichst wenig Steuerventile für die Adsorberventile aufweist, bei der die Zahl der Steuerventile nicht größer ist als die Zahl der zur Anlage gehörenden Adsorber und die bei einer bestimmten Stellung der Steuerventile die Druckausgleichsventile pneumatisch betätigt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine pneumatische Vorrichtung zum Steuern des Druckausgleichs in Druckwechseladsorptionsanlagen mit drei oder mehr Adsorbern zu entwickeln, welche selbsttätig dann einen Schaltvorgang bei den Druckausgleichsventilen auslöst, wenn alle Steuerventile für die Adsorberventile geschlossen und dadurch die Adsorberventile mit Steuergas beaufschlagt werden.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß an der Durchtrittsöffnung eines jeden Druckausgleichsventils eine diese verschließbar ausgebildete erste Membran vorgesehen und im Abstand zu der ersten Membran eine zweite Membran angeordnet ist, deren durch Druck beaufschlagte Fläche größer ist als die durch Druck beaufschlagte Fläche der ersten Membran. In den Zwischenraum zwischen den beiden Membranen mündet eine in alle Druckausgleichsventile führende gemeinsame Steuergasleitung, die mit Steuerventilen in Wirkverbindung steht. Weiterhin ist in dem Zwischenraum ein bewegliches Druckelement angeordnet, welches den auf die zweite Membran ausgeübten Druck auf die erste Membran überträgt. Auf der dem Druckelement abgewandten Seite der zweiten Membran ist ein Gasraum vorgesehen. Die Gasräume der Druckausgleichsventile stehen jeweils über eine Produktgasleitung mit einem Adsorber derart in Verbindung, daß der Gasraum des nicht am Druckausgleich beteiligten Druckausgleichsventils mit dem beim Druckausgleich den Druck abgebenden Adsorber verbunden ist. Auf diese Weise gelangt Produktgas aus einem Adsorber in den Gasraum eines Druckausgleichsventils.

Die Druckausgleichsventile sind in den zu den Adsorbern führenden Adsorbergasleitungen angeordnet. Sie stehen über Steuergasleitungen mit Steuerventilen, die darüber hinaus mit den Adsorberventilen verbunden sind, in Verbindung. Die Druckausgleichsventile werden somit durch die Steuerventile und durch den Gasdruck in den Adsorbern gesteuert. Die Steuerventile sind in der Regel als Magnetventile ausgebildet, alle anderen Ventile bestehen aus Membranventilen. Die Druckwechseladsorptionsanlage wird elektronisch nach einem festen Zeitplan oder in Abhängigkeit von dem Maximaldruck in dem Adsorber, in dem der Adsorptionsprozeß stattfindet, so gesteuert, daß während des Adsorptions- und Desorptionsprozesses ständig ein Teil der Steuerventile und der Adsorberventile geöffnet und der andere Teil geschlossen sind, wobei alle Druckausgleichsventile geschlossen sind. Dagegen sind während des Druckausgleiches zwischen zwei Adsorbern die Durchtrittsöffnungen der am Druckausgleich beteiligten Druckausgleichsventile geöffnet, wenn alle Steuerventile geschlossen sind.

Die Druckausgleichventile sind in der Regel in einem Ventilblock neben den Adsorberventilen angeordnet. Dabei ist in jeder Adsorbergasleitung ein Druckausgleichventil vorgesehen. Die einem Adsorber zugeordneten Adsorberventile und das Druckausgleichventil bilden hierbei in der Adsorbergasleitung eine Reihe.

Ausführungsbeispiel

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

Fig. 1: das Schema einer Druckwechseladsorptionsanlage

Fig. 2: einen Schnitt durch einen Ventilblock an der Stelle der Druckausgleichventile

In der Druckwechseladsorptionsanlage soll Sauerstoff mit einer Konzentration von etwa 90 Vol.-% aus der Luft gewonnen werden. Die Anlage besitzt 3 Adsorber, nämlich den ersten Adsorber 1, den zweiten Adsorber 2 und den dritten Adsorber 3, die vertikal nebeneinander angeordnet sind. Mit der oberen Seite der 3 Adsorber 1, 2, 3 steht der obere Ventilblock 4 und mit der unteren Seite der Adsorber der untere Ventilblock 5 über Adsorbergasleitungen in Verbindung. Dabei führen die erste Adsorbergasleitung 6 von dem ersten Adsorber 1, die zweite Adsorbergasleitung 7 von dem zweiten Adsorber 2 und die dritte Adsorbergasleitung 8 von dem dritten Adsorber 3 jeweils in den oberen Ventilblock 4 hinein. Der obere Ventilblock 4 und der untere Ventilblock 5 weisen im Prinzip die gleiche konstruktive Gestaltung auf, unterschiedlich ist die Art der zugeführten Gase. Darüber hinaus sind nur in dem oberen Ventilblock 4 die 3 Druckausgleichventile 9 vorgesehen.

In den beiden Ventilblöcken 4, 5 sind in den Adsorbergasleitungen die den jeweiligen Adsorberventilen zugeordneten Adsorberventile angeordnet. So sind in dem oberen Ventilblock 4 in der ersten Adsorbergasleitung 6 die dem ersten Adsorber 1 zugeordneten 3 Adsorberventile und das diesem Adsorber zugeordnete erste Druckausgleichsventil 9 vorgesehen. In der zweiten Adsorbergasleitung 7 sind in dem oberen Ventilblock 4 die dem zweiten Adsorber 2 zugeordneten 3 Adsorberventile und das zweite Druck-

ausgleichventil 10 und schließlich in der dritten Adsorbergasleitung 8 die dem dritten Adsorber 3 zugeordneten 3 Adsorberventile und das dritte Druckausgleichventil 11 angeordnet. Die Anordnung der 3 Adsorberventile und des Druckausgleichventils erfolgt in den Adsorbergasleitungen 6, 7, 8 jeweils in einer Reihe hintereinander. Die Adsorberventile und die 3 Druckausgleichventile 9, 10, 11 sind als Membranventile ausgebildet.

Die 3 Adsorbergasleitungen 6, 7, 8 führen von oben her in den oberen Ventilblock 4 hinein. Sie führen in diesem Ventilblock bis zu den unteren Adsorberventilen. Die Adsorberventile sind in den beiden Ventilblöcken 4, 5 übereinander in 3 Ebenen angeordnet, die 3 Druckausgleichventile 9, 10, 11 bilden in dem oberen Ventilblock 4 eine vierte Ebene. Die 3 Adsorberventile einer jeden Ebene sind über eine kreuzartige Verzweigung jeweils mit einer Leitung für ein bestimmtes Produktgas verbunden. So sind in dem oberen Ventilblock 4 die 3 Adsorberventile der mittleren Ebene mit der Sauerstoffleitung 12, die 3 Adsorberventile der oberen Ebene mit der ersten Spülgasleitung 13, welche von der Sauerstoffleitung 12 abzweigt, und die 3 Adsorberventile der unteren Ebene mit der zweiten Spülgasleitung 14 verbunden. In dem unteren Ventilblock 5 sind die 3 Adsorberventile der oberen Ebene mit der zweiten Spülgasleitung 14, die Adsorberventile der mittleren Ebene mit der Luftzuführungsleitung 15 und die 3 Adsorberventile der unteren Ebene mit der Restgasleitung 16 verbunden.

Von der Luftzuführungsleitung 15, welche mit einem Verdichter in Verbindung steht, zweigt vor dem Druckminderer 17 die erste Steuergasleitung 18 ab, die mit dem Steuergasspeicher 19 in Verbindung steht. Sie ist an ihrem Abzweig von der Luftzuführungsleitung 15 mit einem Rückschlagventil versehen. Von der ersten Steuergasleitung 18 zweigt die zweite Steuergasleitung 20 ab, die zu dem ersten Steuerventil 21, zu dem zweiten Steuerventil 22 und zu dem dritten Steuerventil 23 führt. Diese 3 Steuerventile 21, 22, 23 sind als Magnetventile ausgebildet. Sie stehen über eine Steuergasleitung jeweils mit einem Membranventil in Verbindung. Diese 3 Membranventile sind in dem ersten Pneumatikblock 24 angeordnet.

Die 3 Steuerventile 21, 22, 23 sind als Dreiwegeventile ausgebildet. Dabei dient ein Weg zum Entlüften der Steuergasleitungen zwischen den Steuerventilen 21, 22, 23 und dem Membranventilen des ersten Pneumatikblocks 24 in den Fällen, in denen die Steuerventile 21, 22, 23 geschlossen sind.

Von der ersten Steuergasleitung 18 zweigt weiterhin die dritte Steuergasleitung 25 ab, die zu den 3 Membranventilen in dem ersten Pneumatikblock 24 und darüber hinaus zu den 3 Membranventilen in den zweiten Pneumatikblock 26 führt. Die 3 Membranventile des zweiten Pneumatikblocks 26 sind über die gemeinsame Steuergasleitung 27 mit den 3 Druckausgleichventilen 9, 10, 11 verbunden. Von den Membranventilen des ersten Pneumatikblocks 24 führen Steuergasleitungen zu den entsprechenden Adsorberventilen in den beiden Ventilblöcken 4, 5 und jeweils zu einem Membranventil des zweiten Pneumatikblockes 26. Die 3 Steuerventile 21, 22, 23 stehen über elektrische Leitungen und den elektronischen Impulsgeber 28 in Verbindung. Die Anordnung der Steuerventile 21, 22, 23 in der zweiten Steuergasleitung 20 ermöglicht eine Unterbrechung des Steuergasstromes zu den Membranventilen in dem ersten Pneumatikblock 24. Wird eines der Steuerventile 21, 22, 23 geöffnet, so strömt das Steuergas zu dem zugeordneten Membranventil des ersten Pneumatikblockes 24 und schließt dieses. Dadurch wird in dem ersten Pneumatikblock 24 der Steuergasstrom aus der dritten Steuergasleitung 25 zu den Adsorberventilen und zu den Membranventilen des zweiten Pneumatikblocks 26 unterbrochen. Die Unterbrechung dieses Steuergasstromes bewirkt ein Öffnen der jeweiligen Adsorberventile in den beiden Ventilblöcken 4, 5 und ein Öffnen des Membranventils in dem zweiten Pneumatikblock 26. Die geöffneten Membranventile in dem zweiten Pneumatikblock 26 ermöglichen den Steuergasstrom aus der dritten Steuergasleitung 25 in die gemeinsame Steuergasleitung 27 und damit ein Beaufschlagen der 3 Druckausgleichventile 9, 10, 11 mit Steuergas.

Um eine Druckreduzierung in den zu den Adsorberventilen führenden Steuergasleitungen und in der gemeinsamen Steuergasleitung 27 zu erzielen, was dann erforderlich ist, wenn die Membranventile der beiden Pneumatikblöcke 24, 26 geschlossen sind, sind diese Leitungen unter Zwischenschaltung von ein-

stellbaren Druckminderern mit der Entlüftungsleitung 29 verbunden. Die Druckminderer sind so eingestellt, daß ständig etwas Steuergas entweicht, wenn in den Steuergasleitungen ein Überdruck vorhanden ist, d.h. wenn die Membranventile der beiden Pneumatikblöcke 24, 26 geöffnet sind oder waren. Das aus der Entlüftungsleitung 29 entweichende Steuergas wird in die Umgebung der 3 Steuerventile 21, 22, 23 geführt und dient dort zu deren Kühlung.

Die 3 Steuerventile 21, 22, 23 wirken direkt auf die Steuer-gasseite der Membranen der Membranventile des ersten Pneumatikblockes 24. Da bei diesen Membranventilen auf beiden Seiten der Membranen der gleiche Druck anliegt, sind diese Ventile mit einem Druckverstärker versehen. Ein solcher Druckverstärker besteht aus einer zweiten Membran, deren von Steuergas beaufschlagte Fläche größer ist als die Durchtrittsöffnung des Membranventils. Zwischen den beiden Membranen ist ein bewegliches Druckelement vorgesehen, welches den Druck von der zweiten Membran auf die an der Durchtrittsöffnung des Ventils angeordnete Membran überträgt. Mit einem solchen Druckverstärker sind auch die Membranventile des zweiten Pneumatikblockes 26 und die mit der Luftzuführungsleitung 15 in Verbindung stehenden Adsorberventile des unteren Ventilblockes 5 versehen. Einen solchen Druckverstärker weisen auch die 3 Druckausgleichventile 9, 10, 11 auf.

Um den Druck des nicht am Druckausgleich beteiligten Adsorbers zur Steuerung des Druckausgleiches einzubeziehen, stehen die 3 Druckausgleichventile 9, 10, 11 über Produktgasleitungen mit den Adsorbergasleitungen 6, 7, 8 in Verbindung. Dabei ist das erste Druckausgleichventil 9 über die erste Produktgasleitung 30 mit der zweiten Adsorbergasleitung 7, das zweite Druckausgleichventil 10 über die zweite Produktgasleitung 31 mit der ersten dritten Adsorbergasleitung 8 und das dritte Druckausgleichventil 11 über die dritte Produktgasleitung 32 mit der ersten Adsorbergasleitung 6 verbunden.

Die konstruktive Gestaltung der Druckausgleichventile ist aus Figur 2 ersichtlich. Sie zeigt einen Querschnitt durch den oberen Ventilblock 4 an der Stelle der Druckausgleichventile 9, 10, 11. Die 3 Adsorbergasleitungen 6, 7, 8 münden jeweils in den zylinderförmigen Aussparungen 33, die selbst einen Teil der Adsorbergasleitungen bilden. In diese Aussparungen 33 ragt ein T-förmig ausgebildetes Rohr 34 hinein, dessen Enden mit den Aussparungen 33 einen Ringspalt bilden. Die 3 Enden des Rohres 34 bilden jeweils die Durchtrittsöffnungen der 3 Druckausgleichventile 9, 10, 11. An den Durchtrittsöffnungen eines jeden Druckausgleichventils 9, 10, 11 ist die erste Membran 35 derart angeordnet, daß sie die Durchtrittsöffnung verschließen kann. Im Abstand zu der ersten Membran 35 ist die zweite Membran 36 angeordnet, deren durch Druck beaufschlagte Fläche etwa 1,5 mal größer ist als die durch Druck beaufschlagte Fläche der ersten Membran 35. In den Zwischenraum 37 zwischen den beiden Membranen 35, 36 mündet die gemeinsame Steuergasleitung 27, welche von dem zweiten Pneumatikblock 26 kommt und zu allen 3 Druckausgleichventilen 9, 10, 11 führt. In dem Zwischenraum 37 eines jeden Druckausgleichventiles 9, 10, 11 befindet sich das bewegliche Druckelement 38, das den auf die zweite Membran 36 ausgeübten Druck auf die erste Membran 35 überträgt. An der den Druckelementen 38 abgewandten Seite der zweiten Membran 36 ist jeweils der Gasraum vorgesehen. Die Gasräume 39 stehen über Produktgasleitungen mit den 3 Adsorbergasleitungen 6, 7, 8 in Verbindung. Dabei ist der Gasraum 39 des ersten Druckausgleichventils 9 über die erste Produktgasleitung 30 mit der zweiten Adsorbergasleitung 7, der Gasraum 39 des zweiten Druckausgleichventils 10 über die zweite Produktgasleitung 31 mit der dritten Adsorbergasleitung 8 und der Gasraum 39 des dritten Druckausgleichventils 11 über die dritte Produktgasleitung 32 mit der ersten Adsorbergasleitung 6 verbunden. Auf diese Weise gelangt Produktgas, z.B. Sauerstoff, aus den Adsorbern 1, 2, 3 in die Gasräume 39 der 3 Druckausgleichventile 9, 10, 11 und der Druck in diesen Adsorbern wirkt auf die zweiten Membranen 36 der 3 Druckausgleichventile. Die 3 Produktgasleitungen 30, 31, 32 sind jeweils mit einem Dämpfungsglied versehen.

Beim Betrieb der Druckwechseladsorptionsanlage soll der Adsorptionsprozeß zunächst im dritten Adsorber 3 erfolgen. Hierzu gibt der Impulsgeber 28 nur dem ersten Steuerventil 21 einen elektrischen Impuls, wodurch sich dieses öffnet. Dadurch strömt Steuergas durch die zweite Steuergasleitung 20 zu dem dem ersten Steuerventil 21 zugeordneten Membranventil des ersten Pneumatikblocks 24 und schließt dieses, so daß kein Steuergas von der dritten Steuergasleitung 25 durch den ersten Pneumatikblock 24 zu den entsprechenden Adsorberventilen, welche in der Zeichnung mit einem Kreuz versehen sind, strömen kann. Die zwischen diesem Membranventil und den genannten Adsorberventilen befindliche Steuergasleitung wird auf diese Weise drucklos, wodurch diese Adsorberventile in den beiden Ventilblöcken 4, 5 öffnen. Gleichzeitig öffnet aber auch das mit dem ersten Steuerventil 21 in Verbindung stehende Membranventil des zweiten Pneumatikblocks 26 und ermöglicht somit einen Steuergasstrom von der dritten Steuergasleitung 25 zu der gemeinsamen Steuergasleitung 27 und damit in die Zwischenräume 37 der 3 Druckausgleichventile 9, 10, 11. Dadurch werden die ersten Membranen 35 dieser Druckausgleichventile mit Steuergas beaufschlagt, worauf die ersten Membranen 35 die Durchtrittsöffnungen aller 3 Druckausgleichventile 9, 10, 11 schließen und damit kein Druckausgleich erfolgen kann. Während dieses Vorganges sind die beiden Steuerventile 22, 23 geschlossen.

Das in dem unteren Ventilblock 5 dem dritten Adsorber 3 zugeordnete Adsorberventil, welches mit der Luftzuführungsleitung 15 in Verbindung steht, ist bei diesem Vorgang geöffnet und ermöglicht den Eintritt der Luft in den genannten Adsorber. Der Druck der aus dem vorgeschalteten Verdichter kommenden gefilterten Luft beträgt 0,525 MPa; diesen Druck weist auch das Steuergas in dem Steuergasspeicher 19 und in allen Steuergasleitungen mit Ausnahme der Entlüftungsleitung 29 auf. Vor dem Eintritt in den unteren Ventilblock 5 wird mit Hilfe des Druckminderers 17 der Druck auf 0,425 MPa verringert, wodurch der Druck in den Steuergasleitungen um 0,1 MPa höher ist als in den 3 Adsorbern 1, 2, 3.

Während in dem dritten Adsorber 3 der Adsorptionsprozeß stattfindet, wird der erste Adsorber 1 durch Spülen mit nahezu reinem Sauerstoff, welcher durch die erste Adsorbergasleitung 6 in diesen Adsorber gelangt, für den nachfolgenden Adsorptionsprozeß vorbereitet. Das dabei aus dem ersten Adsorber 1 austretende Spülgas gelangt in den unteren Ventilblock 5, von diesem durch die zweite Spülgasleitung 14 in den oberen Ventilblock 4, strömt anschließend durch die zweite Adsorbergasleitung 7 in den zweiten Adsorber 2, gelangt wieder in den unteren Ventilblock 5 und verläßt schließlich als Restgas die Anlage durch die Restgasleitung 16. Bei diesem Spülprozeß sind die beiden Adsorber 1, 2 nahezu drucklos.

Nachdem der Adsorptionsprozeß in dem dritten Adsorber 3 beendet ist, soll zwischen dem dritten Adsorber 3 und dem ersten Adsorber 1 ein Druckausgleich vollzogen werden. Hierzu veranlaßt der Impulsgeber 28 ein Schließen des ersten Steuerventils 21, wonach alle 3 Steuerventile 21, 22, 23 geschlossen sind. Daraufhin öffnet das mit dem ersten Steuerventil 21 verbundene Membranventil des ersten Pneumatikblocks 24, so daß alle Membranventile des ersten Pneumatikblocks 24 geöffnet sind. Das nun von der dritten Steuergasleitung 25 durch den ersten Pneumatikblock 24 zu den Adsorberventilen strömende Steuergas bewirkt ein Schließen aller Adsorberventile in den beiden Ventilblöcken 4, 5 und aller Membranventile in dem zweiten Pneumatikblock 26. Durch das Schließen dieser Membranventile kann nun kein Steuergas mehr von der dritten Steuergasleitung 25 durch den zweiten Pneumatikblock 26 zu der gemeinsamen Steuergasleitung 27 strömen, worauf die gemeinsame Steuergasleitung 27 und die Zwischenräume 37 der 3 Druckausgleichventile 9, 10, 11 drucklos werden, da das Steuergas über die Entlüftungsleitung 29 entweicht. Daraufhin öffnet das erste Druckausgleichventil 9 und das dritte Druckausgleichventil 11, so daß ein Druckausgleich zwischen dem dritten Adsorber 3 und dem ersten Adsorber 1 über das Rohr 34 erfolgt. Das zweite Druckausgleichventil 10 öffnet bei diesem Vorgang nicht, da der Druck in dem dritten Adsorber 3 über die zweite

Produktgasleitung 31 in dem Gasraum 39 des zweiten Druckausgleichventils 10 auf dessen zweite Membran 36 wirkt. Dieser Druck auf die zweite Membran 36 bewirkt über das Druckelement 38 ein Schließen der Durchtrittsöffnung des zweiten Druckausgleichventils 10 durch dessen erste Membran 35. Auf diese Weise bewirkt der Druck in dem den Druck abgebenden dritten Adsorber 3 ein Schließen des nicht am Druckausgleich beteiligten zweiten Druckausgleichventils 10.

Nach etwa 3 Sekunden wird der Druckausgleich beendet. Hierzu veranlaßt der Impulsgeber 28 ein Öffnen des dritten Steuerventils 23, wodurch das damit verbundene Membranventil des ersten Pneumatikblocks 24 schließt und somit dem aus der dritten Steuergasleitung 25 kommenden Steuergas den Weg zu bestimmten Adsorberventilen (wodurch diese öffnen) und zu dem dem dritten Steuerventil 23 zugeordneten Membranventil des zweiten Pneumatikblocks 26 versperrt. Dadurch öffnet dieses Membranventil des zweiten Pneumatikblocks 26 und ermöglicht dem aus der dritten Steuergasleitung 25 kommenden Steuergas den Durchtritt zu der gemeinsamen Steuergasleitung 27 und somit zu den Zwischenräumen 37 der 3 Druckausgleichventile 9, 10, 11, woraufhin auch das erste Druckausgleichventil 9 und das dritte Druckausgleichventil 11 schließen, so daß am Ende des Druckausgleiches wieder alle 3 Druckausgleichventile 9, 10, 11 geschlossen sind.

Dieser Vorgang wiederholt sich nach jedem Adsorptionsprozeß, wobei lediglich andere Steuer-, Membran- und Druckausgleichventile wirksam werden. Nach Beendigung des Adsorptionsprozesses im ersten Adsorber 1 schließt das dritte Steuerventil 23, so daß alle 3 Steuerventile 21, 22, 23 geschlossen sind. Dadurch sind alle 3 Membranventile des ersten Pneumatikblocks 24 geöffnet, demzufolge alle Adsorberventile geschlossen und alle 3 Membranventile des zweiten Pneumatikblocks 26 geschlossen. Dies bewirkt ein Öffnen des ersten Druckausgleichventils 9 und des zweiten Druckausgleichventils 10, wodurch ein Druckausgleich zwischen dem ersten Adsorber 1 und dem zweiten Adsorber 2 stattfindet. Das nicht am Druckausgleich beteiligte dritte Druckausgleichventil 11 bleibt geschlossen, da der Druck in dem ersten Adsorber 1 über die dritte Produktgaslei-

tung 32 auf die zweite Membran 36 des dritten Druckausgleichventils 11 wirkt, der ausgeübte Druck über das Druckelement 38 auf die erste Membran 35 übertragen wird und die erste Membran 35 die Durchtrittsöffnung dieses Druckausgleichventils verschließt. Das Ende dieses Druckausgleichs wird durch ein Öffnen des zweiten Steuerventiles 22 hervorgerufen, wodurch ein Steuergasfluß von der dritten Steuergasleitung 25 über die gemeinsame Steuergasleitung 27 zu den Zwischenräumen 37 aller 3 Druckausgleichventile 9, 10, 11 ermöglicht wird, was ein Schließen der beiden Druckausgleichventile 9, 10 mit sich bringt. Das Öffnen des zweiten Steuerventils 22 bewirkt weiterhin das Öffnen jener Adsorberventile, die die Durchführung des Adsorptionsprozesses in dem zweiten Adsorber 2 gestatten.

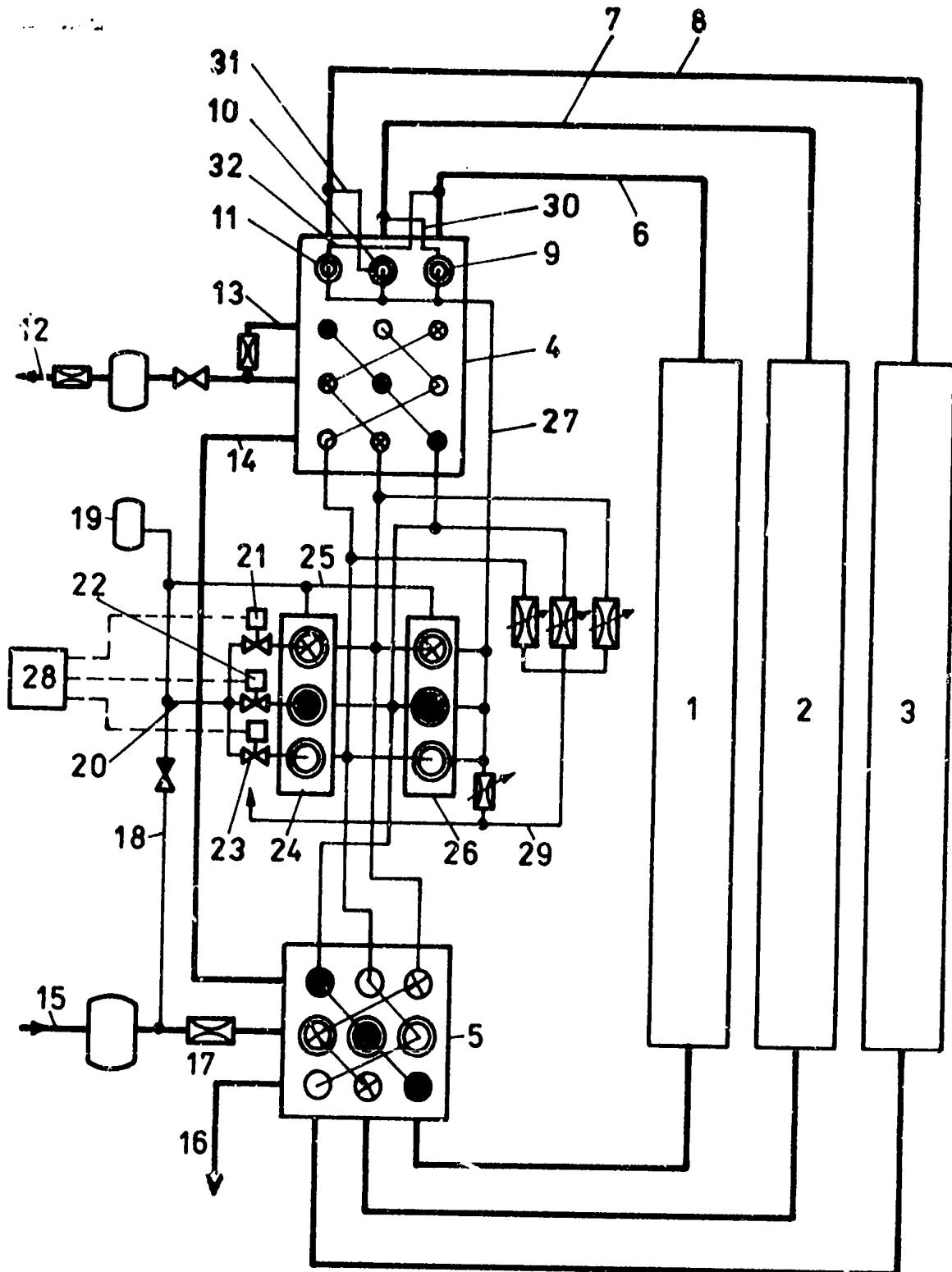


Fig. 1

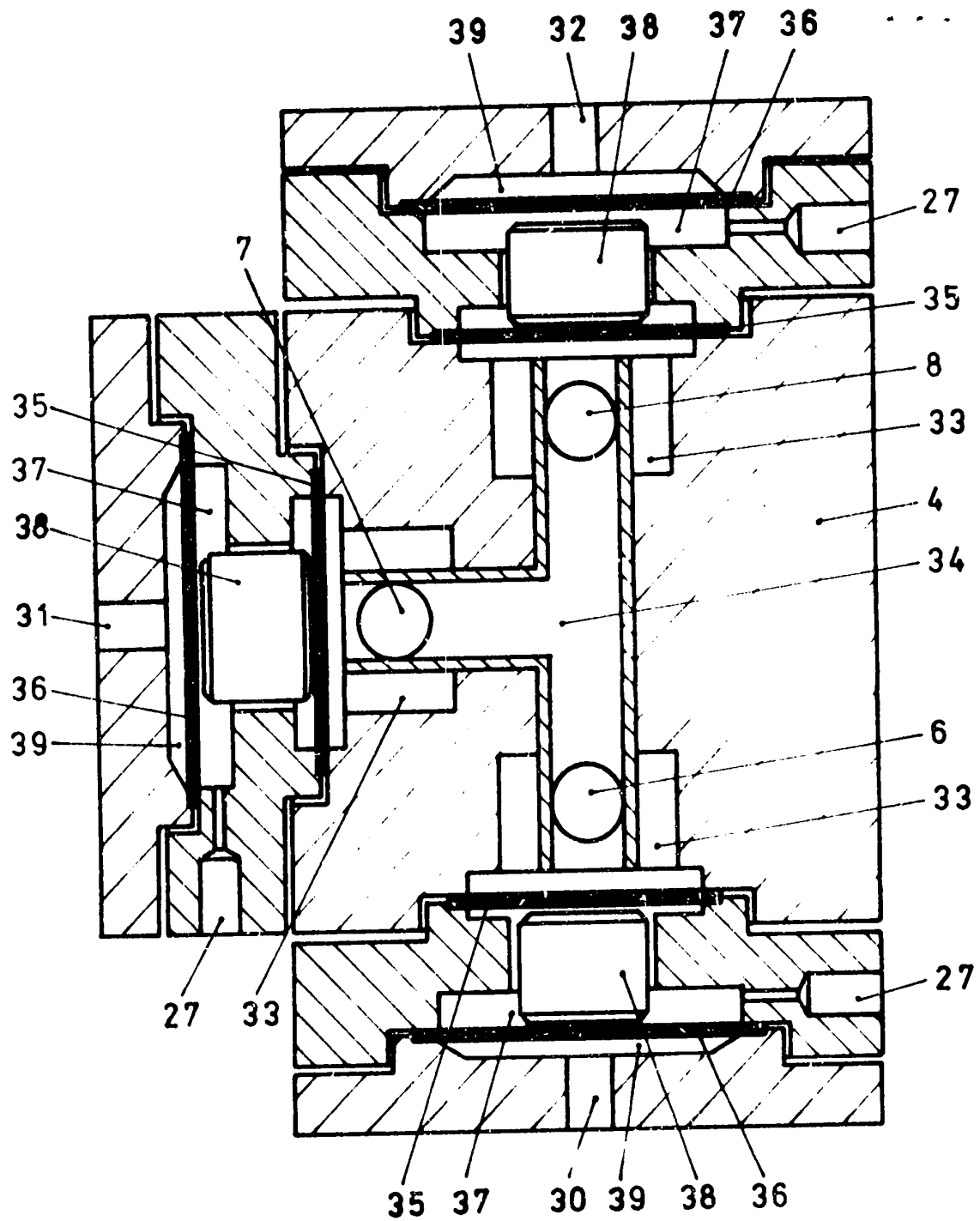


Fig. 2