



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP F 25 B / 251 261 0

(22) 26.05.83

(45) 04.12.85

(71) siehe (72)

(72) Segeletz, Peter, Dipl.-Ing., 3080 Magdeburg, Friesenstraße 52; Förster, Hans, Dr.-Ing.; Fricke, Eva, Dr.-Ing.; Strauß, Ingrid, Dipl.-Math.; Lange, Manfred, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren zur Kälteerzeugung mit Hilfe einer Sorptionsflüssigkeit

(57) Die Erfindung betrifft eine Verbesserung von Verfahren zur Kälteerzeugung mittels einer Absorptionsflüssigkeit, deren Siedepunkt gegenüber dem Kältemittel mäßig groß ist und der bei der Desorption eine Rektifikation des Kältemittels erfordert. Das Ziel der Erfindung ist es, eine Verbesserung dahingehend zu erzielen, daß die Reduzierung des Wärmeeaufwandes bei der Freisetzung des Kältemittels im Desorber durch Entschärfung der Reinheitsanforderungen des Kopfproduktes erreicht und auch die Verwendbarkeit von Arbeitsstoffpaaren mit geringem Siedepunktsabstand ermöglicht wird. Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß das ausgekreiste Kältemittel in den Hochdruckverdampfer eingebracht und zur Kälteerzeugung herangezogen wird. Anschließend wird das Kältemittel wieder dem Kreislauf zugeführt. Die Erfindung ist bei Absorptionskälteanlagen mit Arbeitsstoffpaaren geringem bis mäßig großem Siedepunktsabstandes, vorzugsweise für die Arbeitsstoffpaare Ammoniak-Wasser und Monomethylamin-Wasser einsetzbar. Fig. 1

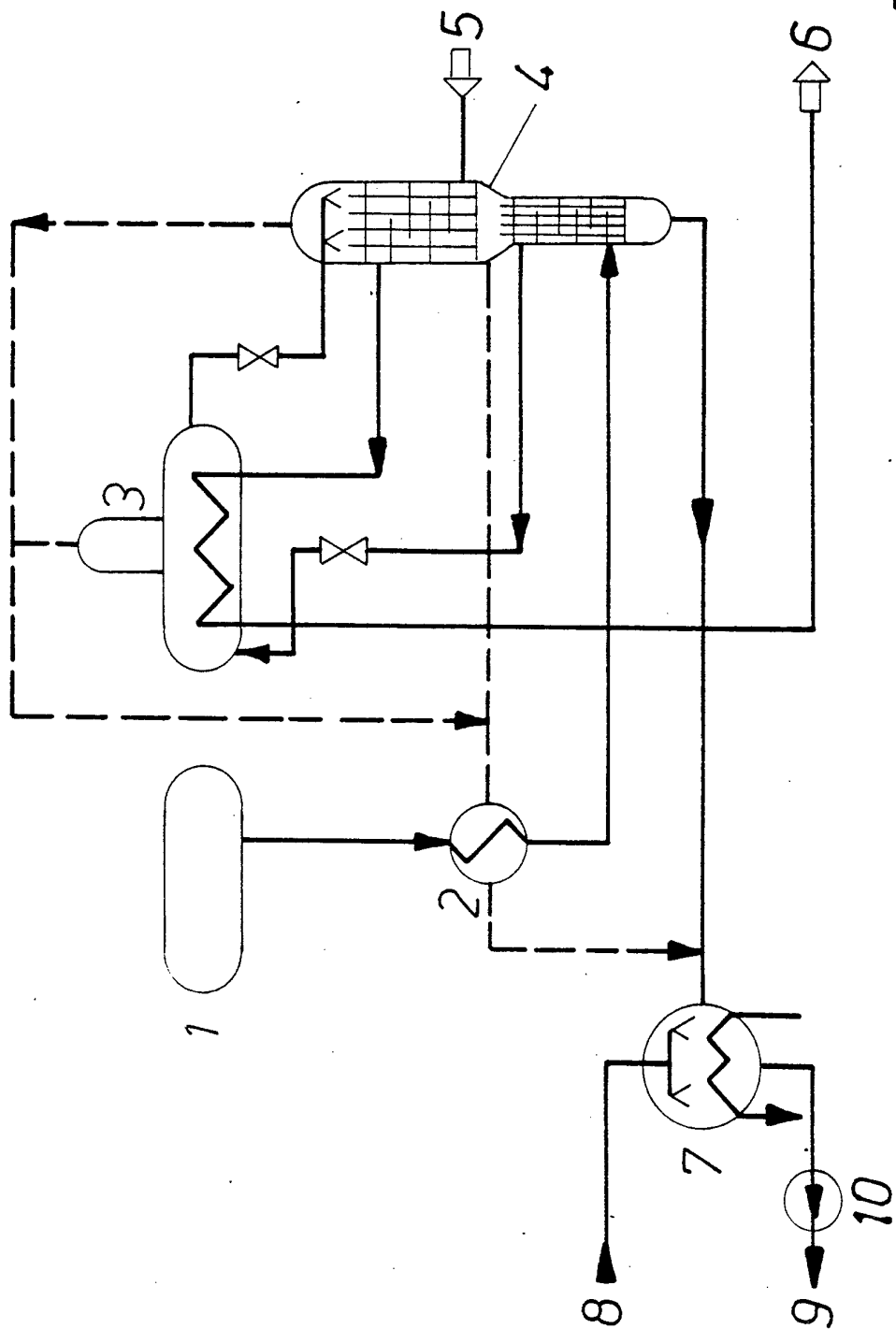


Fig. 1

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur Kälteerzeugung mit Hilfe einer Absorptionsflüssigkeit, deren Siedepunktsabstand gegenüber dem Kältemittel mäßig groß ist und der bei der Desorption eine Rektifikation des Kältemittels erforderlich macht und ein Teil des Kältemittels aus dem Kreislauf ausgekreist wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das aus einem oder mehreren überfluteten Verdampfern (3, 3') ausgekreiste Kältemittel zur Kälteerzeugung in den Hochdruckverdampfer, vorzugsweise einen stehenden Rieselentgaser (4) oben eingebracht wird und dort als Film von oben nach unten rieselt, wobei unter Wärmeaufnahme aus dem im Gegenstrom von unten nach oben geführten und sich dabei abkühlenden Kälteträger (5) aus dem flüssigen Kältemittelfilm Kältemitteldampf freigesetzt wird und dabei die Kältemittelmenge und -konzentration auf dem Weg nach unten abnimmt und die Siedetemperatur des Kältemittels steigt, so daß im Sumpf des Rieselentgasers (4) nur noch eine geringe Flüssigkeitsmenge als Lösungsrest anfällt, die zusammen mit dem freigesetzten, am Kopf des Rieselentgasers (4) entweichenden Kältemitteldampf mit natürlichem Gefälle in den zugehörigen Absorber (7, 7'') gleichen statischen Druckes eingebracht und dort von der armen Lösung (8) aufgenommen wird.
2. Verfahren zur Kälteerzeugung nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Vorhandensein mehrerer Kältestufen mit unterschiedlichen Verdampferdrücken die Auskreisungen aller überfluteten Verdampfer (3, 3') in einem Behälter (11) beim statischen Druck des Niederdruckverdampfers (3) gesammelt, mit einer Pumpe (12) auf den Druck des Rieselentgasers (4) gebracht werden, wobei der Kälteinhalt der Auskreisungen in einem zusätzlichen Wärmeübertrager (13) an das Kältemittel des Niederdruckverdampfers (3) abgegeben wird.
3. Verfahren zur Kälteerzeugung nach Punkt 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Rieselentgaser (4) zusätzlich gleichzeitig ein weiterer Kälteträger abgekühlt, das Kältemittel unterkühlt oder der Kälteträger eines anderen überfluteten Verdampfers vorgekühlt und daß zusätzlich eine Unterkühlung der Waschlösung (15) für einen Entlüftungsabsorber (16) vorgenommen wird.
4. Verfahren zur Kälteerzeugung nach Punkt 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Unterkühlung des Kältemittels wahlweise erst im Rieselentgaser (4) und anschließend in dem Nachkühler (2) bzw. den Nachkühlern (2, 2') durch den Kältemitteldampf erfolgt, oder in umgekehrter Reihenfolge vorgenommen wird.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Verbesserung der Verfahren zur Kälteerzeugung mit Hilfe einer Absorptionsflüssigkeit, deren Siedepunktsabstand gegenüber dem Kältemittel mäßig groß ist und der bei der Desorption eine Rektifikation des Kältemittels erforderlich macht. Bekannte Arbeitsstoffpaare für derartige Absorptionskälteprozesse sind vornehmlich Ammoniak-Wasser und Monomethylamin-Wasser.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Arbeitsstoffpaare Ammoniak-Wasser und Monomethylamin-Wasser weisen sehr gute Wärmeübertragungseigenschaften und geringe Viskosität auf. Sie haben den Vorteil, daß sich große Beladungsbreiten und dadurch geringe spezifische Lösungsumläufe ergeben, die Verdampfungswärme des Kältemittels sehr hoch ist und die Gefahr der Kristallbildung im gesamten Arbeitsbereich der Konzentration nicht besteht.

Der Siedepunktsabstand zwischen den beiden Komponenten erfordert aber eine zusätzliche Rektifikation des Kältemittels, um weitgehend reines Kältemittel am Kopf des Desorbers zu erhalten, wobei ein völlig reines Kältemittel, frei von Resten des Absorptionsmittels, nicht erhaltbar ist. Das hat aber zur Folge, daß sich die Absorptionsmittelreste im Kältemittel allmählich anreichern und dadurch die Verdampfungstemperatur ansteigt. Diesem Temperaturanstieg in den Verdampfern kann dadurch entgegengesteuert werden, daß eine bestimmte Menge des Kältemittels ausgekreist und in einen Absorber entsprechenden Druckes eingeleitet wird. Dadurch entsteht zwar kein Verlust an Kältemittel, aber es entsteht ein Verlust an Kälteleistung in der Anlage bei gleichbleibendem Wärmeaufwand im Desorber. Dieser Verlust an Kälteleistung ist um so höher, je geringer der Siedepunktsabstand zwischen Absorptions- und Kältemittel ist.

Es ist eine Einrichtung bekannt, bei der zu diesem Zweck das Kältemittel einem Verdampfer zugeleitet wird. Der Verdampfer besteht dabei aus zwei Rohrbündelapparaten, die in Reihenschaltung bezüglich des Dampfes ausgeführt sind. Zunächst wird das Kältemittel in den ersten Apparat, einen überfluteten Verdampfer, eingebracht und teilweise verdampft. Der erzeugte Kältemitteldampf wird dann gemeinsam mit einem Teil des flüssigen Kältemittels über eine Überlaufleitung in den nachgeschalteten liegenden Berieselungsapparat transportiert, wobei der Schwerpunkt dieser bekannten Lösung auf der dampfseitigen Reihenschaltung beider Apparate des Verdampfers liegt. Die aus dem Berieselungsapparat noch aufsteigenden Kältemitteldämpfe werden zusammen mit dem Lösungsrest über einen Nachkühler dem Absorber wieder zugeleitet. Der Nachteil dieser bekannten Lösung ist darin zu sehen, daß eine praktische Anwendung nur unter sehr großen Schwierigkeiten möglich ist, da die zusammen mit dem Kältemitteldampf zu transportierende flüssige Kältemittelmenge nur sehr schwer kontrollierbar ist und bei der anzustrebenden geringen Menge der Auskreisung von Kältemittel eine definierte Rieseldichte bei einem liegenden Rohrbündelapparat nicht realisierbar ist. Zusätzlich muß gleichzeitig auch eine Phasentrennung zwischen Kältemitteldampf und flüssigem Kältemittel erfolgen.

(SU-PS 495506)

Bei anderen bekannten Verfahren wird das ausgekreiste Kältemittel, dabei als „Lösungsrest“ bezeichnet, zur Erhöhung der Trennschärfe als zusätzlicher Rücklauf in die Verstärkersäule des Desorbers zurückgeführt oder zur indirekten Kühlung des Dampfes am Kopf des Desorbers benutzt, wobei der dampfförmige Anteil und der flüssig bleibende Rest der Auskreisung in einen Absorber abgeleitet wird.

Der Nachteil dieses Verfahrens liegt darin, daß dieser Weg zur Erhöhung der Trennschärfe durch die Auskreisung nichts daran ändert, daß die Auskreisung selbst einen Verlust an Kälteleistung bedingt, wobei die Erhöhung der Trennschärfe auch noch einen höheren thermischen Aufwand nach sich zieht.

(DE-OS 2758547)

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist die Verbesserung von Kälteerzeugungsverfahren dahingehend, daß eine Reduzierung des Wärmeeaufwandes bei der Freisetzung des Kältemittels im Desorber durch Entschärfung der Reinheitsanforderungen des Kopfproduktes erreicht und auch die Verwendbarkeit von Arbeitsstoffpaaren mit geringerem Siedepunktsabstand als bei Ammoniak und Wasser ermöglicht wird.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, das Verfahren zur Kälteerzeugung mit Hilfe von Absorptionsflüssigkeiten bei mäßigem Siedepunktsabstand gegenüber dem Kältemittel dadurch zu verbessern, daß das ausgekreiste Kältemittel zur Kälteerzeugung herangezogen und dadurch das Wärmeverhältnis der Absorptionskälteanlage erhöht wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das aus einem oder mehreren überfluteten Verdampfern ausgekreiste Kältemittel in den, vorzugsweise als stehenden Rieselentgaser ausgebildeten Hochdruckverdampfer eingebracht wird und dort als Film von oben nach unten rieselt, wobei unter Wärmeaufnahme aus dem im Gegenstrom von unten nach oben geführten und sich dabei abkühlenden Kälteträger aus dem flüssigen Kältemittelfilm Kältemitteldampf freigesetzt wird. Dabei nimmt die Menge und die Konzentration des Kühlmittels auf dem Wege nach unten ab und die Siedetemperatur des Kältemittels steigt, so daß im Sumpf des Rieselentgasers nur noch eine geringe Flüssigkeitsmenge als Lösungsrest anfällt, die zusammen mit dem freigesetzten, am Kopf des Rieselentgasers entweichenden Kältemitteldampf mit natürlichem Gefälle in den zugehörigen Absorber gleichen statischen Druckes eingebracht und dort von der armen Lösung aufgenommen wird.

Eine besondere Ausführung der Erfindung ergibt sich beim Vorhandensein mehrerer Kältestufen mit unterschiedlichen Verdampferdrücken dadurch, daß die Auskreisungen aller überfluteten Verdampfer in einem Behälter beim statischen Druck des Niederdruckverdampfers gesammelt und mit einer Pumpe auf den Druck des Rieselentgasers gebracht werden. Dabei wird der Kälteinhalt der Auskreisungen in einem Wärmeübertrager an das Kältemittel des Niederdruckverdampfers abgegeben.

Als günstige Ausführung der Erfindung ist es vorgesehen, daß im Rieselentgaser zusätzlich gleichzeitig ein weiterer Kälteträger abgekühlt, das Kältemittel unterkühlt oder der Kälteträger eines anderen überfluteten Verdampfers vorgekühlt wird und daß zusätzlich Rohrschlangen zur Unterkühlung der Waschlösung für den Entlüftungsabsorber angeordnet sind.

Dabei ist nach der Erfindung wahlweise die Unterkühlung des Kältemittels erst im Rieselentgaser, anschließend in dem Nachkühler bzw. in den Nachkühlern durch den Kältemitteldampf vorzunehmen oder sie erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: den Kälte- und Absorptionsteil einer Absorptionskälteanlage mit einer Kältestufe,

Fig. 2: einen Kälte- und Absorptionsteil ähnlich Fig. 1, aber mit 3 Kältestufen,

Fig. 3: einen Rieselentgaser einer Absorptionskälteanlage mit eingebauter Kühlschlange zur Unterkühlung des Waschmittels für den Entlüftungsabsorber.

Dem Ausführungsbeispiel zugrundegelegt wird eine Absorptionskälteanlage mit einer Absorptionsflüssigkeit mit mäßig großem Siedepunktsabstand zum Kältemittel. Als Arbeitsstoffpaar wird Ammoniak-Wasser mit einem Siedepunktsabstand von 133°C oder Monomethylamin-Wasser mit einem solchen von 106,5°C verwendet.

Bei einer Absorptionskälteanlage mit einer Kältestufe nach Fig. 1 wird das Kältemittel aus einem Sammler 1 über einen Nachkühler 2 in einen Verdampfer 3 eingebracht, der allgemein als überfluteter Apparat auf konstanten Stand geregelt wird. Aus dem Verdampfer 3 wird an einer dem Kältemittelzulauf geometrisch möglichst weit entfernten Stelle aus dem Phasengrenzbereich Kältemittel ausgekreist und einem Rieselentgaser 4 zugeführt. Im Rieselentgaser 4 fließt das ausgekreiste Kältemittel als Film von oben nach unten bei ständig abnehmender Kältemittelkonzentration und -menge bei ständig zunehmender Siedetemperatur. Der Kälteträger 5 wird im Rieselentgaser 4 im Gegenstrom dazu von unten nach oben geführt, wobei er eine Vorkühlung erfährt. Im Verdampfer 3 erfolgt in üblicher Weise der Wärmeaustausch zwischen Kältemittel und Kälteträger 5. Der Kälteträger 5 verläßt bei 6 abgekühlt diesen Anlagenteil. Ist der Kältebedarf des in das obere Austauschregister des Rieselentgasers 4 eingebrachten Kälteträgers gering, so kann im unteren Austauschregister des Rieselentgasers 4 das vom Sammler 1 dem Verdampfer 3 zugeführte Kältemittel vorgekühlt oder ein zweiter Kälteträger unterkühlt werden. Der flüssige Lösungsrest aus dem Sumpf des Rieselentgasers 4 wird einem zugehörigen Absorber 7 mit natürlichem Gefälle zugeführt. Gleichzeitig wird der über dem unteren Austauschregister und am Kopf des Rieselentgasers 4, sowie der aus dem Verdampfer 3 austretende Kältemitteldampf nach Durchleitung durch den Nachkühler 2 dem Absorber 7 zugeführt. Der flüssige Lösungsrest und der Kältemitteldampf werden im Absorber 7 von der Lösung aufgenommen, die diesem als arme Lösung 8 zugeführt wird und ihn als reiche Lösung 9 über die Lösungspumpe 10 wieder verläßt.

Bei Absorptionskälteanlagen mit 3 Kältestufen nach Fig. 2 läuft das Verfahren zur Auskreisung von Kältemittel in prinzipiell gleicher Weise ab, so daß hier nur auf die Besonderheiten der Erfindung bei der mehrstufigen Kälteerzeugung einzugehen ist.

Aus allen überfluteten Verdampfern 3, 3' wird eine ausreichende Kältemittelmenge ausgekreist und in einem Behälter 11, der den statischen Druck des Niederdruckverdampfers 3 aufweist, gesammelt. Über eine Kältemittelpumpe 12 wird das Kältemittel aus dem Behälter 11 auf den Druck des Rieselentgasers 4 gebracht und in diesen gefördert. Der Rieselentgaser 4 stellt die Kältestufe mit dem höchsten Verdampferdruck dar. Das ihm zugeleitete ausgekreiste Kältemittel wird über einen Wärmeübertrager 13 geführt, in dem das dem Niederdruckverdampfer 3 zugeführte Kältemittel unterkühlt wird.

Im oberen Austauschregister des Rieselentgasers wird das Kältemittel in gleicher Weise wie bei der einstufigen Anlage aus einer Filmströmung dampfförmig freigesetzt und kühlt dabei den Kälteträger 5" auf den Zustand 6" ab. Außerdem kann das Kältemittel aus dem Sammler 1 nach Bedarf im unteren Austauschregister des Rieselentgasers 4 unterkühlt werden, das in den Nachkühlern 2 und 2' bei der Zuleitung zu den Verdampfern 3 und 3' weiter abgekühlt wird.

Der Lösungsrest aus dem Sumpf des Rieselentgasers 4 wird zusammen mit dem aus dem Kopf entweichenden Kältemitteldampf im Hochdruckabsorber 7" von der Lösung aufgenommen, die als arme Lösung 8 dem Niederdruckabsorber 7 zugeführt, sich in diesem und dem Absorber 7' stufenweise aufsättigt, in den Hochdruckabsorber 7" gelangt und diesen als reiche Lösung 9 wieder verläßt. Der Transport der Lösung erfolgt stufenweise über Lösungspumpen 10, 10' und 10".

In der besonderen Ausführung der Erfindung nach Fig.3 ist im Rieselentgaser 4 über dem oberen Austauschregister eine Kühlschlange 14 vorgesehen, in der die Waschlösung 15 für die Gase des Entlüftungsabsorbers 16 unterkühlt wird. Dabei dient als Kältemittel für die Kühlschlange 14 das aus dem überfluteten Verdampfer ausgekreiste Kältemittel, das im Behälter 11 gesammelt und über eine Kältemittelpumpe 12 gefördert wird und in einem Wärmeübertrager 13 Wärme aufnimmt bzw. ein Kältemittel unterkühlt. In gleicher Weise wie in Fig.1 wird der Lösungsrest zusammen mit dem Kältemitteldampf aus dem Rieselentgaser 4 im zugehörigen Absorber 7 von der armen Lösung 8 aufgenommen, die diesen als reiche Lösung 9 wieder verläßt.

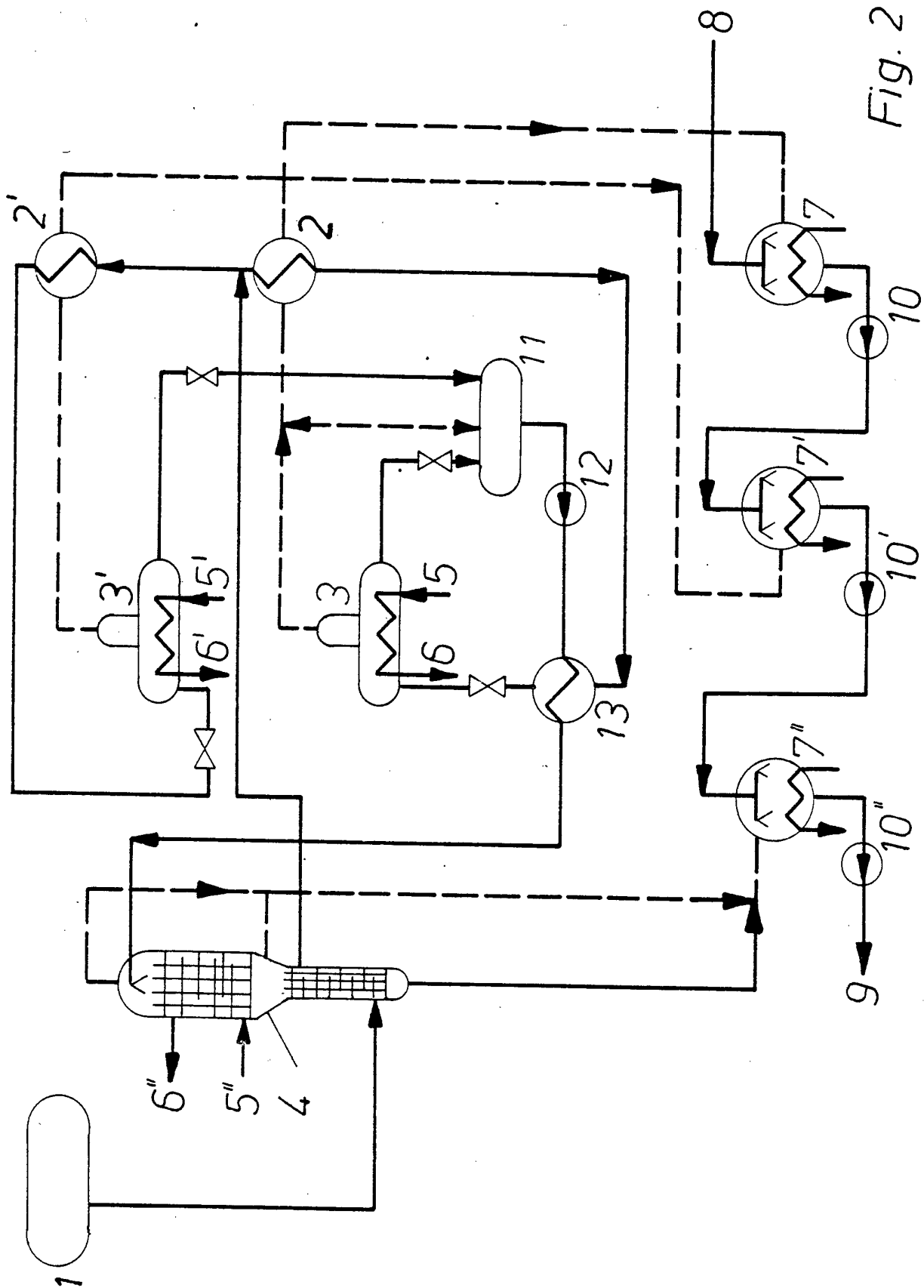


Fig. 2

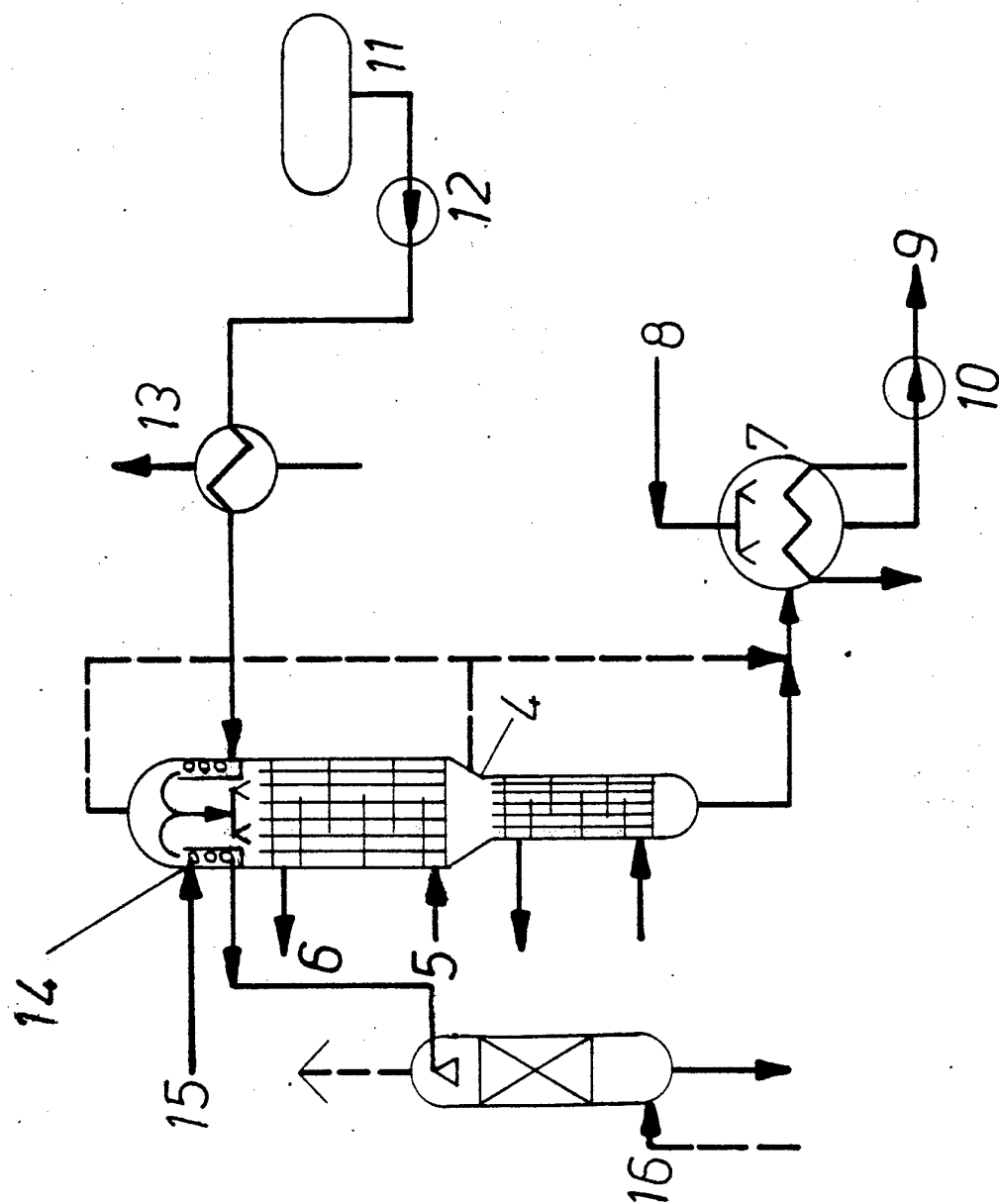


Fig. 3