

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer: **0 061 031 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45)

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
27.06.84

(51)

Int. Cl.³: **F 22 B 3/00**

(21)

Anmeldenummer: **82101632.6**

(22)

Anmeldetag: **03.03.82**

(54)

Verfahren zur Erzeugung von Dampf.

(30)

Priorität: **18.03.81 DE 3110520**

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.09.82 Patentblatt 82/39

(45)

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.06.84 Patentblatt 84/26

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB LI NL

(56)

Entgegenhaltungen:
EP - A - 0 005 825
EP - A - 0 019 297
DE - A - 529 464
DE - A - 3 015 736
FR - A - 2 448 377

(73)

Patentinhaber: **Uhde GmbH,**
Friedrich-Uhde-Strasse 15 Postfach 262,
D-4600 Dortmund 1 (DE)
Patentinhaber: **Ticona Polymerwerke GmbH,**
Postfach 13 20, D-6092 Kelsterbach / Main (DE)

(72)

Erfinder: **Link, Gerhard, Dipl.-Ing., Aubachstrasse 55,**
D-6500 Mainz-Fintan (DE)
Erfinder: **Jung, Siegfried, Dipl.-Ing.,**
Friedrich-Jähne-Strasse 13, D-6093 Flörsheim-Wicker
(DE)
Erfinder: **Zapp, Reinhold, Am Reinbornergrund 1a,**
D-6273 Waldem 1 (DE)
Erfinder: **Bär, Helmut, Dipl.-Ing., Wilhelm-Weberweg 4,**
D-6050 Offenbach a.M. (DE)
Erfinder: **Mader, Herbert, Ing. grad.,**
Heinrich-Heine-Strasse 24, D-6085 Nauheim (DE)

EP 0 061 031 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung von Dampf von 3,0 bis 6,0 bar und von 140°C bis 165°C aus flüssigen Wärmeträgern von niedrigem Temperaturniveau durch Verdampfung und Verdichtung.

Unter »bar« soll im folgenden immer »bar absolut« verstanden werden. Flüssige Wärmeträger erhalten in der Regel ihren Wärmeinhalt aus Wärmetönungen von chemischen Prozessen bzw. sind anfallende Kondensate aus Dämpfen.

Um chemische Reaktions- oder Trenn-Prozesse durchführen zu können, ist oft die Zufuhr von Heizwärme erforderlich, da bestimmte Reaktionen nur bei bestimmten Temperaturen und/oder unter Wärmezufuhr ablaufen. Die Reaktionsprodukte müssen in der Regel anschließend bis auf nahezu Umgebungstemperatur abgekühlt und kondensiert werden. Während ihre Wärmeinhalte im hohen Temperaturbereich über 150°C wegen der noch vorhandenen hohen thermodynamischen Qualität leicht durch Wärmeaustausch übertragbar sind, sind sie im Bereich von etwa 100°C kaum noch ausnutzbar und werden daher meist durch Wärmetausch an Luft oder Kühlwasser abgeführt.

Chemische Prozeßanlagen arbeiten oft im Wärmeverbund und sind in der Regel integrierte Anlagen d. h. sie sind wärmetechnisch weitgehend gekoppelt. Wärmequellen wie z. B. abzukühlende Produktströme und Hilfsstoffe oder zu kondensierende Produktbrühdämpfe werden von Kesselspeisewasser in Wärmetauscherrohren parallel oder nacheinander zur Dampferzeugung durchströmt. Dampf von verschiedenen Druckstufen wird teilweise als Antriebsdampf für Turbinen und Kraftmaschinen, teilweise als Heizdampf eingesetzt. Dabei fallen Kondensate unter verschiedenen Drücken und Temperaturen an. Da die chemischen Teilanlagen nicht stetig auf Auslegungslast gefahren werden und damit Teillastbetrieb, wenn nicht sogar kurzzeitig Stillsetzung stattfindet, werden verschiedene Druckstufen im Dampfnetz gewählt, die noch eine sichere Dampfversorgung über weite Entfernungen und bei ausreichender Temperatur, d. h. leicht überhitzt gewährleisten. So gibt es in der Regel eine Mitteldruckstufe von ca. 15 bis 25 bar und eine Niederdruckstufe von 3 bis 6 bar. Dampf aus der Mitteldruckstufe kann unter anderem als Heizdampf für den Temperaturbereich um 200°C, als Treibdampf für Dampfstrahlverdichter oder als Antriebsdampf für Prozeßdampfturbinen eingesetzt werden. Dampf der Niederdruckstufe wird in der Regel nur als Heizdampf eingesetzt. Sein Druck von 3 bis 6 bar und seine Temperatur, geringfügig über der Satteldampf Temperatur, erlauben noch den Transport und Einsatz über weite Strecken. Steht aus irgendwelchen Gründen nicht genügend Niederdruckdampf zur Verfügung, ist man gezwungen, Dampf aus dem Mitteldrucknetz mittels Drosselrichtungen auf den Druck des Niederdruckdampfnetzes zu reduzieren und evtl. Kondensat

zur Dampfkühlung bzw. zur Absättigung einzuspritzen. Auf diese Weise wird zwangsläufig hochwertige Energie, d. h. Dampf mit hoher thermodynamischer Qualität, unwirtschaftlich reduziert.

Eine weitere Besonderheit in chemischen Prozeßanlagen ist, daß heiße Kondensate anfallen bei unterschiedlichen Drücken und ihren entsprechenden Kondensationstemperaturen. Handelt es sich um Dampfkondensate, werden sie bei gleichzeitiger Nachverdampfung entspannt und der Kesselspeisewasseraufbereitung zugeführt. Sind die Kondensate auf niedrigem Druck- und Temperaturniveau nicht mehr verwendbar, kann die Ableitung in das Abwassersystem nur unter Atmosphärendruck und annähernder Umgebungstemperatur erfolgen, d. h. sie sind zum einen zu entspannen und zum anderen zu kühlen mittels Luft oder Kühlwasser. Ihr Wärmeinhalt geht dadurch vollständig verloren.

Es ist bekannt, den Wärmeinhalt von flüssigen Wärmeträgern mit Temperaturen von ca. 100°C dadurch auszunutzen, daß man diese Wärmeträger, in der Regel Wasser, bei einem Druck von unterhalb Atmosphärendruck, d. h. weniger als 1,0 bar ausdampfen läßt. Die entstehenden Brüden werden mittels eines Dampfstrahlverdichters unter Einsatz von Treibdampf laufend abgesaugt, d. h. der Unterdruck im System wird aufrechterhalten. Im Diffusor des Dampfstrahlverdichters wird das Gemisch bis auf überatmosphärischen Druck von z. B. 2,0 bar verdichtet. Auf diese Weise kann unter wirtschaftlichem Einsatz von Treibdampf höheren Druckes, in der Regel 16 bar und mehr, eine Teilmenge an Wärme niedrigeren Temperaturniveaus um ca. 25°C angehoben werden.

Nach EP-A-5 825 ist ein Verfahren der kontinuierlichen Erzeugung von Heizenergie, Kühlkapazität und reinem Wasser aus einem verfügbaren wäßrigen Zufuhrmedium bekannt. Dabei wird das Zufuhrmedium, in der Regel Wasser mit z. B. Umgebungstemperatur, in einer mehrstufigen Entspannung bei zunehmendem Vakuum verdampft mittels einer Mehrzahl von Dampfstrahlpumpen. Die Dampfstrahlpumpen arbeiten mit gleichem Treibdampfdruck, bei abgestuftem Saugdruck und auf gleichem Verdichtungsdruck, d. h. mit zunehmendem Verdichtungsverhältnis. Der so erzeugte Dampf mit dem Verdichtungsdruck der Dampfstrahlpumpen wird mittels eines mechanischen Kompressors mindestens bis auf den Treibdampfdruck der Dampfstrahler komprimiert. Dabei muß der mechanische Kompressor nicht nur den aus dem Zufuhrmedium erzeugten Dampf sondern noch zusätzlich den Treibdampf verdichten, d. h. die Fördermenge wird zwangsläufig beträchtlich erhöht, und der Treibdampf wird ständig im Kreislauf gefahren unter beträchtlichem Energieeinsatz.

Nach einer Ausgestaltung der Erfindung der Entgegenhaltung wird bei einem Zufuhrmedium

mit erhöhter Temperatur, d. h. höher als Umgebungstemperatur, teilweise ein Vorschalten eines Dampfstrahlers vor den mechanischen Kompressor nicht erforderlich. Dann besteht die Anlage aus teilweise thermodynamischer und einer mechanischen Verdichtung. Auch hier muß wiederum der mechanische Kompressor den erzeugten Dampf und die Treibdampfmenge verdichten. Der Treibdampf wird wiederum im Kreislauf gefahren.

Wenn der Dampf bei Unterdruck anfällt, reicht diese Temperaturerhöhung in der Regel nicht aus, da das Temperaturniveau auf nur bis ca. 110 bis 115°C angehoben wird. Es ist dann nur eine Verwendung in allernächster Nähe der Dampferzeugung möglich, da der so produzierte Dampf kaum über weite Entfernungen geführt und wirklich als Heizdampf verwendet werden kann. Durch Druck- und Temperaturverlust steht nur noch heißes Kondensat zur Verfügung. Außerdem ist das so erreichte Temperaturniveau meist nicht ausreichend hoch. Darüber hinaus müssen bei gleichzeitigem Vorhandensein von flüssigen Wärmeträgern unterschiedlichen Druckes mehrere unterschiedliche Dampfstrahlverdichter eingeplant werden, da Dampfstrahlverdichter nur für ein spezielles Druckverhältnis ausgelegt werden können. Ändert sich darüber hinaus das Druckverhältnis durch Absinken oder Ansteigen des Saugdruckes, wird der Dampfstrahlverdichter instabil und unwirtschaftlich.

Der Einsatz von Dampfstrahlverdichtern spezieller Bauweise zur Druckerhöhung bis auf über 2 bar hat sich als unwirtschaftlich erwiesen, da die erforderliche Treibdampfmenge ein vielfaches des Saugstrommenge wird, so daß letzten Endes ein Überangebot an Niederdruckheizdampf eintritt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die bestehenden Nachteile der Erzeugung von Dampf von 3,0 bis 6,0 bar in chemischen Prozeßanlagen zu beseitigen und gleichzeitig anfallenden Brügendampf von niedriger thermodynamischer Qualität auf ein höheres Energieniveau zu bringen.

Die gestellte Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Hauptanspruchs beschriebenen Verfahrensmaßnahmen und durch die Ausgestaltung gemäß den Unteransprüchen gelöst.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß der Wärmeinhalt flüssiger Wärmeträger im Temperaturniveau bis herunter zu 80°C zur Erzeugung von Dampf von 3,0 bis 6,0 bar mit einfachen und sehr wirkungsvollen Mitteln erreicht wird. Dabei wird eine Temperaturerhöhung um ca. 50°C erreicht. Der Einsatz von Antriebsenergie und Treibdampf erreicht einen minimalen Wert. Darüber hinaus ist die Kombination von mechanischer und thermodynamischer Dampfverdichtung besonders flexibel. Mit Hilfe einer Ansaugdrossel am mechanischen Verdichter kann sein Enddruck bei wechselnden Dampfmengen konstant gehalten werden. Damit bleibt auch der Saugdruck der Dampfstrahlverdichter konstant, und ein Mehr-

bedarf an Treibdampf wird nicht erforderlich, weil das Druckverhältnis ebenfalls konstant bleibt. Infolge einer Überhitzung von ca. 25°C des die letzte Stufe des mechanischen Verdichters verlassenden Dampfes ergeben sich für die Dampfstrahlverdichter günstige Bedingungen.

Da der mechanische Verdichter, in der Regel ein mehrstufiger, mehrere Einführungen haben kann, läßt sich auch bei unterschiedlichen Saugdrücken, d. h. bei unterschiedlichen Temperaturen, verdampfen. Der Einsatz eines mehrstufigen Turboverdichters ermöglicht es, mehrere Dampfströme, selbst von unterschiedlichem Druck- und Temperaturniveau, mit einfachen Mitteln und energetisch optimal auf ein einheitliches Druck- und Temperaturniveau zu bringen.

Dieses einheitliche Druckniveau für die zusammengeführten Dampfmengen ermöglicht erfindungsgemäß die energetisch optimale Weiterverdichtung von Teilmengen durch Einsatz von mehreren Dampfstrahlern. Da die Dampfstrahler mit Treibdampf gleichen Zustandes betrieben werden und auch auf gleichen Enddruck arbeiten, ist diese Lösung auch betriebstechnisch vorteilhaft in bezug auf Teillastverhalten durch Zu- oder Abschalten von einzelnen Dampfstrahlern.

Unter niedrigem Temperaturniveau ist ein Temperaturbereich von 80 bis 115°C, vorzugsweise von 90 bis 105°C zu verstehen. Die Verdampfung der flüssigen Wärmeträger erfolgt vorzugsweise bei niedrigem Temperaturniveau und niedrigem Druck, im Falle von Wasser als Wärmeträger bei einem unteratmosphärischen Druck ab 0,5 bar, vorzugsweise ab 0,7 bar. Vorzugsweise beträgt die Druckerhöhung mittels der Dampfstrahlverdichter das 1,5 bis 1,8fache.

Unter mechanischer Verdichtung ist bevorzugt diejenige durch Verdichtung mittels eines mehrstufigen Turboverdichters zu verstehen. Daneben können auch noch bekannte Verdichterbauarten, wie z. B. Schraubenverdichter, verwendet werden.

Unter thermodynamischer Verdichtung ist Verdichtung mittels Treibdampf in einem Dampfstrahlverdichter zu verstehen.

Um die Dampftemperatur im mechanischen Verdichter auf das zulässige Maß zu begrenzen, wird nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung der vom mehrstufigen mechanischen Verdichter angesaugte Dampf stufenweise durch Kondensateinspritzung gekühlt. Hierdurch wird die Verdichtungsarbeit sofort in Dampf verwandelt und kann nutzbringend umgesetzt werden. Nach weiteren Ausgestaltungen der Erfindung sind die flüssigen Wärmeträger heißes Kondensat, mittels Brüden oder anderer Wärmequellen, wie z. B. Abgase oder Dämpfe, aufgeheiztes Speisewasser und/oder eine Mischung von beiden. Diese Ausgestaltungen ermöglichen den gleichzeitigen Einsatz von heißen Kondensaten aus verschiedenen Kondensatordruckbereichen und/oder von indirekten Heizmitteln verschiedener Art wie z. B. Kopfbrüden von Rektifizierkolonnen zur Verdampfung von Speisewas-

ser.

Flüssige Wärmeträger sind in der Regel Wasser, womit gemäß der Erfindung der Dampf in der Regel Wasserdampf ist. Die Erfindung ist jedoch nicht auf Wasserdampf beschränkt, allerdings sollten Saugdampf und Treibdampf von gleicher Basis-Flüssigkeit sein. Das Wesen der Erfindung wird nicht abgeändert, wenn als Wärmeträger ein anderes Fluid als Wasser gewählt wird bzw. eingesetzt werden kann. Indirektes Heizmittel für Speisewasser kann jeder andere Stoff mit ausreichendem Temperaturniveau sein.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird dem mechanisch verdichteten Dampf Entspannungsdampf gleichen oder höheren Druckes beigemischt. Der Entspannungsdampf wird z. B. durch Entspannung von unter höherem Druck stehendem Kondensat gewonnen. Will man die Überhitzung des Dampfes aus den Dampfstrahlverdichtern vermindern, wird in bekannter Weise dem Dampf von 3,0 bis 6,0 bar eine entsprechende Menge Kondensat zugeführt.

Die folgenden Ausführungsbeispiele zeigen einmal den technischen Effekt der Erfindung und erläutern das erfindungsgemäße Verfahren.

Beispiel 1

12 500 kg Sattdampf/h von 0,86 bar sollen mittels eines Dampfstrahlverdichters von dem Saugdruck von 0,86 bar auf einen Gegendruck von 3,8 bar absolut verdichtet werden. Für diese Verdichterarbeit sind dem Dampfstrahlverdichter als Treibdampf 85 650 kg/h mit einem Druck von 16 bar und 205°C zuzuführen. Hieraus errechnet sich ein Treibdampf zu Saugdampf-Verhältnis von 6,85. Die gesamte erhaltene Dampfmenge beträgt dabei 98 150 kg/h.

Da dieses Verhältnis und die erforderliche Treibdampfmenge viel zu groß sind, wird solch eine Lösung aus wirtschaftlichen Gründen abgelehnt.

Beispiel 2

Mit Brüden von 103°C aus einer Rektifizierkolonne wird Speisewasser bei einem Unterdruck von 0,84 bar und 94°C verdampft. Zusätzlich wird Dampf aus mehreren Kondensatsammelbehältern, die unter Drücken bis zu 2,9 bar stehen, durch Entspannen auf 0,84 bar erzeugt. Insgesamt fallen durch die Brüdenverdampfung und die Entspannung 12 500 kg/h Sattdampf an.

Dieser Gesamt-Dampf in der Menge von 12 500 kg/h wird von einem mehrstufigen Turboverdichter bis auf 2,45 bar verdichtet. Der Antrieb des Turboverdichters erfolgt dabei durch eine Gegendruckdampfturbine deren Abdampf bei 16 bar und 205°C anfällt. Um eine annähernd isotherme Verdichtung zu erreichen, wird der durch die jeweilige Verdichtung in den einzelnen Stufen überhitzte Dampf zwischen den Stufen

durch Kondensateinspritzung gekühlt. So erfolgt eine direkte Umsetzung der Antriebsenergie zusätzlich in Dampf. Durch diese Kondensateinspritzung erhöht sich die Dampfmenge um weitere 735 kg/h auf insgesamt 13 235 kg/h. Nach der letzten Verdichterstufe beträgt die Überhitzung des komprimierten Dampfes 22°C. Aus einem vorhandenen Kondensatsammelbehälter, der unter einem Betriebsdruck von 7,4 bar steht, werden durch Entspannen auf 2,55 bar zusätzlich 1100 kg/h Sattdampf gewonnen und dem überhitzten, komprimierten Dampf zugeführt. Die Gesamtdampfmenge hat sich auf 14 335 kg/h erhöht. Diese Dampfmenge wird einer Dampfstrahlverdichteranlage mit mehreren Einheiten zugeführt, wo sie mittels 17 720 kg/h Treibdampf aus einem Mitteldruckdampfnetz von 16 bar und 205°C weiter verdichtet wird.

Die Dampfstrahlverdichter liefern insgesamt 32 055 kg/h leicht überhitzten Dampf von 3,8 bar und 154°C. Da im vorliegenden Fall eine geringe Temperaturreduzierung noch möglich ist, werden zusätzlich 500 kg/h Kondensat von 95°C in den überhitzten Dampf eingespritzt und dadurch nochmals in Dampf umgewandelt. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren werden insgesamt 32 555 kg/h Heizdampf von 3,8 bar und 145°C, d. h. leicht überhitzt, gewonnen. Die Temperaturanhebung beträgt im vorliegenden Beispiel 145°C – 94°C = 51°C. Druck und Überhitzungstemperatur liegen so günstig, daß dieser Dampf vielerorts als Heizdampf eingesetzt werden kann.

Beispiel 3

Eine weitere Vergleichsrechnung zeigt, daß Dampf von 16 bar und ca. 205°C aus dem Mitteldruckdampfnetz energetisch vorteilhafter in einem Dampfstrahlverdichter nach einem Turboverdichter eingesetzt werden kann, als daß es als Antriebsdampf in einer Turbine für einen weiteren Turboverdichter zur Erhöhung des Heizdampfdruckes von 2,3 auf 3,8 bar dienen kann. Wird er als Antriebsdampf für eine Turbine bis in das Naßdampfgebiet entspannt, ist er als Heizdampf nur teilweise verwendbar, da der kondensierende Wasseranteil abgezogen werden muß. Eine Entspannung auf 3,8 bar und ca. 142°C, d. h. noch kein Sattdampf, ergibt nur eine umsetzbare Energiedifferenz von ca. 63 KJ/kg.

Diese umsetzbare Energiedifferenz von 63 KJ/kg Dampf reicht bei einer Dampfmenge von 17 720 kg/h jedoch nicht aus, um die 14 335 kg/h an vorverdichtetem Dampf von 2,3 bar auf 3,8 bar zu verdichten.

Mit 17 720 kg/h Mitteldruckdampf können nur 310 kW erzielt werden, da bei vorgegebenem Endzustand des Dampfes aus dem Mitteldruckdampfnetz, d. h. noch verwendbar als Heizdampf, das Leistungsvermögen einer Turbine ungünstiger ist, als das eines Dampfstrahlers. Der Gesamtwirkungsgrad einer Turbine niedriger Leistung sinkt bei vorgegebenen Randbedin-

gungen unter den Wirkungsgrad eines Dampfstrahlers.

Die erforderliche Arbeitsleistung für die oben genannte Druckerhöhung des vorkomprimierten Dampfes in einer Gesamtdampfmenge von 14 335 kg/h beträgt 450 kW.

Es zeigt sich, daß die 17 720 kg/h Dampf aus dem Mitteldruckdampfnetz mit den vorgegebenen Randbedingungen für den Endzustand des entspannten Dampfes nicht für die Druckerhöhung des vorkomprimierten Niederdruckdampfes ausreichen.

Die erfindungsgemäße Kombination ermöglicht eine vorteilhafte Ausnutzung von Abfallwärme von niedrigem Temperaturniveau in Verbindung mit wärmetechnisch vorteilhaftem Einsatz von Mitteldruckdampf.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung von Dampf von 3,0 bis 6,0 bar, vorzugsweise 3,5 bis 4,5 bar und 140 bis 165°C aus flüssigen Wärmeträgern von niedrigem Temperaturniveau und bei niedrigem Druck durch Verdampfung und Verdichtung, dadurch gekennzeichnet,

- a) daß flüssige Wärmeträger bei 80°C—115°C, vorzugsweise 90°C—105°C, und bei unteratmosphärischem Druck bis zu 0,5 bar, vorzugsweise 0,7 bar verdampft werden,
- b) die erzeugten Dampfströme zuerst mechanisch auf einen um das 2,0- bis 3,5fach höheren Zwischendruck verdichtet werden,
- c) der nach b) verdichtete Dampf anschließend mittels Dampf höheren Drucks thermodynamisch eine mindestens 1,4fache Druckerhöhung erfährt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erzeugten Dampfströme vorzugsweise auf einen um das 2,0- bis 3,0fach höheren Zwischendruck verdichtet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der nach Verfahrensschritt b) verdichtete Dampfstrom in mehrere Teilströme aufgeteilt und diese einzeln thermodynamisch eine Druckerhöhung erfahren.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mechanisch verdichteten Dämpfe stufenweise durch Kondensatspritzung gekühlt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die flüssigen Wärmeträger Kondensat sind.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die flüssigen Wärmeträger beheiztes Speisewasser sind.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die flüssigen Wärmeträger teilweise Kondensat und teilweise beheiztes Speisewasser sind.

8. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem mechanisch verdich-

teten Dampf Entspannungsdampf gleichen oder höheren Druckes beigemischt wird.

5 Claims

1. Process for the production of steam having a pressure of 3.0 to 6.0 bar, preferably 3.5 to 4.5 bar, and a temperature of 140 to 165°C by evaporation and compression of liquid heat carriers of low temperature and low pressure, characterized in that

- a) liquid heat carriers are evaporated at a temperature of 80 to 115°C, preferably 90 to 105°C, at a subatmospheric pressure up to 0.5 bar, preferably 0.7 bar,
- b) the produced steam currents are first compressed mechanically to an intermediate pressure of 2.0 to 3.5 times the starting pressure,
- c) the pressure of the steam compressed according to b) is subsequently raised thermodynamically by a factor of at least 1.4 using steam of a higher pressure.

2. Process according to claim 1, characterized in that the pressure of the produced steam currents is preferably raised to an intermediate pressure of 2.0 to 3.0 times the starting pressure.

3. Process according to claims 1 and 2, characterized in that the steam current compressed as per process step b) is divided into several partial streams, the pressure of each individual stream being raised thermodynamically.

4. Process according to claim 1, characterized in that the steam compressed mechanically is cooled stepwise by injecting condensate.

5. Process according to claim 1, characterized in that the liquid heat carriers consist of condensate.

6. Process according to claim 1, characterized in that the liquid heat carriers consist of heated feedwater.

7. Process according to claim 1, characterized in that the liquid heat carriers consist partly of condensate and partly of heated feedwater.

8. Process according to claims 1 and 2, characterized in that expanded steam of equal or higher pressure is admixed to the mechanically-compressed steam.

Revendications

1. Procédé de production de vapeur par évaporation et compression à la pression de 3,0 à 6,0 bar, de préférence de 3,5 à 4,5 bar et à la température de 140 à 165°C, à partir d'agents caloporteurs liquides à basse température et basse pression, caractérisé en ce que

- a) les caloporteurs liquides sont évaporés à une température située entre 80°C et 115°C, de préférence entre 90°C et 105°C, et à une

- pression inférieure à la pression atmosphérique allant jusqu'à 0,5 bar, de préférence à 0,7 bar;
- b) les courants de vapeur produits sont d'abord comprimés mécaniquement à une pression intermédiaire, le facteur d'augmentation de la pression étant de 2,0 à 3,5; 5
- c) la vapeur comprimée suivant b) subit par voie thermodynamique une augmentation de la pression de 1,4 au moins à l'aide de vapeur ayant une pression supérieure. 10
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les courants de vapeurs produits sont comprimés à une pression intermédiaire, le facteur d'augmentation de la pression étant de préférence de 2,0 à 3,0. 15
3. Procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le courant de vapeur comprimé selon la phase b) de procédé est divisé en plusieurs courants partiels qui subissent séparément une augmentation de la pression par voie thermodynamique. 20
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les vapeurs comprimées mécaniquement sont désurchauffées progressivement par l'injection de condensat. 25
5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les agents caloporteurs liquides sont constitués par du condensat. 30
6. Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que les agents caloporteurs liquides sont constitués par de l'eau d'alimentation chaude.
7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les agents caloporteurs liquides sont en partie de condensat et en partie de l'eau d'alimentation chaude. 35
8. Procédé selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que de la vapeur de détente dont la pression est égale ou supérieure à celle de la vapeur comprimée par voie mécanique est mélangée à cette dernière. 40

45

50

55

60

65