



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 773 348 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**14.03.2001 Patentblatt 2001/11**

(51) Int Cl.7: **F01K 7/40, F22D 1/34**

(21) Anmeldenummer: **96114056.3**

(22) Anmeldetag: **03.09.1996**

(54) **Verfahren und Anordnung zum Vorwärmen des Hauptkondensats in Kraftwerksprozessen**

Process and apparatus for heating the main condensate in a power plant

Procédé et dispositif pour réchauffer le condensat principal dans une centrale d'énergie

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT DE DK ES FR GB GR IE NL PT**

(30) Priorität: **08.11.1995 DE 19541543**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**14.05.1997 Patentblatt 1997/20**

(73) Patentinhaber: **STEAG encotec GmbH**  
**45128 Essen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Knüwer, Norbert, Dr. Dipl.-Ing.**  
**45701 Herten (DE)**

• **Nietzschmann, Achim, Dipl.-Ing.**  
**46562 Voerde (DE)**  
• **Urbanczyk, Wolfgang, Dr. Dipl.-Ing.**  
**42555 Langenberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**US-A- 3 238 729**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no.**  
**320 (M-530), 30.Oktober 1986 & JP 61 126309 A**  
**(TOSHIBA CORP), 13.Juni 1986,**  
• **POWER, Bd. 137, Nr. 10, Oktober 1993, NEW**  
**YORK US, Seiten 83-84, XP000400297 W.**  
**O'KEEFE: "Be aware of pumpless methods for**  
**returning condensate"**

**EP 0 773 348 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vorwärmen des Hauptkondensats in einem Kraftwerksprozeß. Ferner betrifft die Erfindung eine Anordnung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 5.

**[0002]** Bei Kraftwerksprozessen ist es bekannt und üblich, aus Turbinenanzapfungen oder aus einer kalten Zwischenüberhitzung Dampf zu entnehmen und diesen Dampf in Hochdruck- und Niederdruck-Vorwärmern zur Speisewasser- bzw. Kondensatvorwärmung zu nutzen. Durch Speisewasser- und Kondensatvorwärmung kann die Primärenergiezufuhr zum Dampferzeuger verringert werden.

**[0003]** Aus Patent Abstracts of Japan, Vol. 010, No. 320 (M-530), 30. Oktober 1986 und JP 61-126309 A (TOSHIBA CORP), 13. Juni 1986, (A) ist eine Anordnung zum Vorwärmen des Hauptkondensats in Kraftwerksprozessen mit einem Niederdruck-Vorwärmer bekannt, bei der ein Heizdampfanschluß mit einer Anzapfung einer Niederdruckturbine verbunden ist. Einer Wärmetauschkammer eines Niederdruck-Vorwärmers ist ein Dampfstrahler vorgeschaltet, dessen Treibdampfanschluß aus einer zweiten Turbinenanzapfung gespeist wird und dessen Ansauganschluß mit der letzten Anzapfung der Niederdruckturbine verbunden ist.

**[0004]** Aus der DE-OS 1 551 263 ist es bekannt, aus der Turbinenanzapfung entnommenen Dampf zur Verdampfung eines unter einem höheren Druck stehenden Teilstromes des Speisewassers zu verwenden.

**[0005]** Ferner ist aus der DE-PS 3 616 797 eine Dampfturbinenanlage bekannt, bei der das Heizkondensat mehrstufig mit Dampf aus Turbinenanzapfungen vorgewärmt wird. Eine Turbinenanzapfung mit höherem Druck ist jeweils mit einem Wärmetauscher mit höherer Temperatur verbunden. Jedem Wärmetauscher ist ein Zusatzwärmetauscher vorgeschaltet, der an die Kompressionsseite eines Dampfstrahlkompressors angeschlossen ist.

**[0006]** Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß insbesondere bei der Planung neuer Kraftwerksanlagen eine spürbare Verbesserung des Kreislaufwirkungsgrades sowie des Kosten-Nutzen-Verhältnisses bei der Speisewasservorwärmung durch geeignete Verfahrensführung bei der Kondensatvorwärmung und deren Einbindung in die ND-Vorwärmstraße erreicht werden kann. Dies ist Aufgabe der Erfindung.

**[0007]** Gelöst wird diese Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1.

**[0008]** Die erfindungsgemäße Anordnung zeichnet sich dadurch aus, daß ein Heizkondensat-Austritt des Niederdruck-Vorwärmers mit einem Kondensatheber verbunden ist, daß ein Treibdampfanschluß des Kondensathebers mit Dampf höheren Druckniveaus beaufschlagt ist, und daß der Förderauslaß des Kondensathebers mit der Hauptkondensatleitung stromab des Niederdruck-Vorwärmers verbunden ist.

**[0009]** Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, daß in Kraftwerksprozessen anfallendes Sattwasser kavitationsfrei und außerordentlich wirtschaftlich gefördert wird. Sattwasser fällt insbesondere in der Niederdruck-Vorwärmstraße in Form von Heizkondensat an; es entsteht aber auch beim Einsatz eines Dampf-Luftvorwärmers. Mit gleichen Vorteilen läßt sich die Erfindung überall dort anwenden, wo hohe Druckänderungsgeschwindigkeiten auf der Saugseite des zu fördernden Fluids zu einer Kavitationsgefährdung der Pumpen führen können.

**[0010]** Einsatzmöglichkeiten und verschiedene Vorteile von Kondensathebern sind beschrieben in "Power" Band 137, Nr. 10, Oktober 1993, New York, US, Seiten 83-84, XP 000400297 von William O'Keefe mit dem Titel "Be aware of pumpless methods for returning condensate".

**[0011]** Bei der Erfindung werden nicht nur die kostengünstigen, rein mechanischen Fördereigenschaften des Kondensathebers ausgenutzt, sondern durch Einbindung des Kondensathebers in die Niederdruck-Vorwärmstraße kann auch der Restwärmeinhalte des Heizkondensats thermodynamisch günstiger in den Wasserkreislauf eingebunden werden. Das einfache Förderprinzip der Kondensatheberanlage ermöglicht einen Verzicht auf elektrische Heizkondensatpumpen und deren Regelung. Der als Treibdampf für die Kondensatheberanlage dienende Dampf kann dem Wasser-Dampf-Kreislauf an geeigneter Stelle entnommen und nach Förderung des Heizkondensats wieder in den Wasser-Dampf-Kreislauf eingebunden werden.

**[0012]** Eine weitere Verbesserung des Kreislaufwirkungsgrades läßt sich in Weiterbildung der Erfindung dadurch erreichen, daß ein Doppelkammer-Niederdruck-Vorwärmer verwendet wird, dessen erste Kammer mit Anzapfdampf und dessen zweite Kammer mit einer durch Thermokompression gewonnenen Dampf-mischung beaufschlagt wird.

**[0013]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

**[0014]** Einzelheiten und weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Übersichtschaltung mit einem Ausschnitt der Niederdruck-Vorwärmstraße und deren Einbindung in den Kraftwerksprozeß; und  
Fig. 2 ein schematisches Schaltbild des als Zweikammervorwärmer ausgebildeten Niederdruck-Vorwärmers in Verbindung mit dem in die Hauptkondensatleitung fördernden Kondensatheber.

**[0015]** Die im Schaltbild gemäß Fig. 1 dargestellte Niederdruck-Vorwärmstraße 1 weist Niederdruck-Vorwärmer NDV 1a/1b und NDV 2a/2b, vier Kondensatheber 50, 51, 52 und 53 und eine Treibdampf-Sammelschiene 20 auf. Die Vorwärmer NDV 1a und NDV 2a

werden mit Dampf aus Anzapfungen A1 und A2 einer Niederdruck-Turbine 5 gespeist. Das in dem dargestellten Ausführungsbeispiel von einer Hauptkondensatpumpe 2 geförderte Kondensat wird in der ND-Vorwärmstraße 1 mehrstufig vorgewärmt und über eine Hauptkondensatleitung 3 in einen nicht dargestellten Speisewasserbehälter gefördert.

**[0016]** Der Treibdampf-Sammelschiene 20 entnommener Dampf dient den Kondensathebern 50 ... 53 als Teibdampf. Dieser Dampf wird anschließend an geeigneter Stelle wieder in den Wasser-Dampf-Kreislauf eingebunden. Der ersten Vorwärmstufe NDV 1a wird weitgehend entspannter Dampf aus der Anzapfung A1 zugeführt. Im NDV 1a anfallendes Heizkondensat wird über eine Leitung 10 dem Kondensatheber 50 zugeführt und von diesem über eine Leitung 11 in den Hauptkondensatstrom 3 gefördert. Die zweite Vorwärmstufe NDV 1b erhält ein Dampfgemisch aus einem Dampfstrahler 30, dem Dampf aus der Anzapfung A2 über einen Treibdampfanschluß 31 zugeführt wird und der über einen Saugdampfanschluß 32 den exergetisch minderwertigen Dampf aus der Anzapfung A1 ansaugt. Durch Verdichtung des angesaugten Dampfs im Dampfstrahler 30 wird die Kondensationstemperatur angehoben. Das in der Stufe NDV 1b anfallende Heizkondensat wird über eine Leitung 12 dem Kondensatheber 51 zugeführt und von diesem über eine Leitung 13 in den Hauptkondensatstrom 3 gefördert.

**[0017]** Die Einbindung der nachgeschalteten Vorwärmstufen NDV 2a und NDV 2b, deren Beaufschlagung mit Anzapfdampf und der kavitationsfreien Förderung von Sattwasser mittels der Kondensatheber 52 und 53 sind analog. Der Treibdampf für die Kondensatheber 52 und 53 wird ebenfalls der Treibdampf-Sammelschiene 20 entnommen. Die Vorwärmstufe NDV 2a erhält Dampf aus der Anzapfung A2. Das Heizkondensat aus der Vorwärmstufe NDV 2a wird über die Leitung 14 dem Kondensatheber 52 zugeführt und von diesem über die Leitung 15 in den Hauptkondensatstrom 3 gefördert. Der nächsten Stufe NDV 2b wird ein Dampfgemisch aus einem Dampfstrahler 40 zugeführt, dessen Treibdampfanschluß 31 mit einer Anzapfung A3 verbunden ist und der über einen Saugdampfanschluß 42 Dampf aus der Anzapfung A2 ansaugt.

**[0018]** Der in Fig. 2 dargestellte Doppelkammer-Vorwärmer ist im beschriebenen Ausführungsbeispiel bekannter Bauart. Das Hauptkondensat tritt aus der Hauptkondensatleitung 3 in eine einlaßseitige Wasserkammer 4a ein, wird in einer ersten Wärmetauschkammer (Vorwärmstufe NDV 1a) mit Anzapfdampf A1 und in einem von der ersten Wärmetauschkammer druckdicht abgeschlossenen zweiten Wärmetauschkammer (Vorwärmstufe NDV 1b) mit dem Dampfgemisch aus dem Dampfstrahler 30 beaufschlagt und strömt schließlich über eine auslaßseitige Wasserkammer 4b in einen nachfolgenden Abschnitt der Hauptkondensatleitung 3.

**[0019]** Über die Ansaugleitung 32 wird Anzapfdampf

A1 vom Treibdampf aus A2 durch Impulsaustausch angesaugt und strömt nach Druckerhöhung im Diffusor in den NDV 1b ein. Das im NDV 1a anfallende Heizkondensat wird durch ein Absperrventil 60 und ein Rückschlagventil 61 über die Leitung 10 in den Kondensatheber 50 geleitet. Im Kondensatheber ist ein Schwimmer angebracht, der über eine Hebelanordnung ein Treibdampf-Eintrittsventil 64 und ein Dampfauslaßventil 65 gegenläufig steuert. Die beiden zuletzt genannten Ventile sind in den Kondensatheber integriert.

**[0020]** Bei geschlossenem Treibdampf-Einlaßventil 64 strömt das Heizkondensat aus dem NDV 1a in den Kondensatheber 50. Der ansteigende Kondensatspiegel im Innenraum des Kondensathebers hebt den Schwimmer. Letzterer öffnet in seiner oberen Grenzposition über ein Gestänge das Treibdampf-Einlaßventil 64. Der aus der Sammelschiene 20 über die Treibdampfleitung 21 einströmende Treibdampf drückt nun das Heizkondensat über das in der Leitung 11 angeordnete Rückschlagventil 62 und das Absperrventil 63 in die Hauptkondensatleitung 3. Bei Erreichen einer unteren Grenzposition schließt der Schwimmer das Treibdampf-Einlaßventil 64 und öffnet das Austrittsventil 65. Der über die Leitung 22 ausströmende Dampf gibt den Weg für aus NDV 1a nachströmendes Kondensat frei.

**[0021]** Das aus NDV 1b und Kondensatheber 51 bestehende System ist analog aufgebaut und arbeitet dementsprechend.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Vorwärmen des Hauptkondensats in einem Kraftwerksprozeß mit einem Wasserdampf-Kreislauf,

wobei Anzapfdampf unter Erwärmen von Hauptkondensat in einem Niederdruck-Vorwärmer (NDV 1a, 1b, 2a, 2b) kondensiert und entstehendes Heizkondensat dem Hauptkondensatstrom zugeführt wird, wobei ferner aus dem Wasserdampfkreislauf Dampf eines höheren Druckniveaus als der als Heizdampf dienende Anzapfdampf, einem Kondensatheber (50, 51, 52, 53) als Treibdampf zugeführt wird; und wobei das Heizkondensat aus dem Niederdruck-Vorwärmer von dem Kondensatheber in den den Vorwärmer (NDV 1b, NDV 2b) verlassenden Hauptkondensatstrom gefördert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Doppelkammer-Niederdruck-Vorwärmer (NDV 1a, 1b) verwendet wird, dessen erste Kammer (NDV 1a) mit weitgehend entspanntem Dampf und dessen zweite Kammer (NDV 1b) mit einer durch Thermokompression gewonnenen Dampfmischung beaufschlagt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Treibdampf für die Kondensatheber (50, 51) einer Treibdampf-Sammelschiene (20) entnommen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teilstrom aus dem die erste Kammer (NDV 1a) des Niederdruckvorwärmers mit Heizdampf versorgenden Dampfstrom abgezweigt und als Ansaugdampf bei der Thermokompression verwendet wird.

5. Anordnung zum Vorwärmen des Hauptkondensats in Kraftwerksprozessen mit einem Niederdruck-Vorwärmer (NDV 1a, 1b, 2a, 2b), dessen Heizdampfanschluß mit einer Anzapfung (A1, A2, A3) einer Niederdruck-Turbine (5) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet,**

daß zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 wenigstens ein Heizkondensat-Austritt (10; 12) des Niederdruck-Vorwärmers (NDV 1a, 1b, 2a, 2b) mit einem Kondensatheber (50,51,52,53) verbunden ist;

daß ein Treibdampfanschluß des Kondensathebers an eine Treibdampf-Sammelschiene (20) angeschlossen ist und

daß der Förderauslaß (11, 13, 15, 17) des Kondensathebers mit der Hauptkondensatleitung (3) stromab des zugehörigen Niederdruck-Vorwärmers verbunden ist.

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Niederdruck-Vorwärmer als Doppelkammervorwärmer (NDV 1a,1b) ausgebildet ist, dessen erste Wärmetauscherkammer mit der letzten Anzapfung (A1) einer Niederdruckturbine (5) verbunden ist und dessen zweiter Wärmetauscherkammer ein Dampfstrahler (30) vorgeschaltet ist, dessen Treibdampfanschluß (31) aus einer zweiten Turbinenanzapfung (A2) gespeist wird.

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Ansauganschluß (32) des Dampfstrahlers (30) und die erste Wärmetauscherkammer aus der gleichen Dampfquelle (A1) gespeist sind.

#### Claims

1. Method of preheating the main condensate in a power station process with a steam circuit, wherein bleeder steam is condensed under heating of main condensate in a low-pressure preheater (NDV 1a, 1b, 2a, 2b) and resulting hot condensate is fed to the flow of main condensate, wherein steam from the steam circuit and at a higher pressure level than

the bleeder steam serving as hot steam is fed to a condensate siphon (50, 51, 52, 53) as driving steam and wherein the hot condensate is conveyed by the condensate siphon from the low-pressure preheater into the main condensate flow leaving the preheater (NDV 1b, NDV 2b).

2. Method according to claim 1, characterised in that a double chamber low-pressure preheater (NDV 1a, 1b) is used, the first chamber (NDV 1a) of which is acted on by largely expanded steam and the second chamber (NDV 1b) of which is acted on by a steam mixture obtained by thermocompression.

3. Method according to claim 1 or 2, characterised in that driving steam for the condensate siphon (50, 51) is removed from a driving steam collecting rail (20).

4. Method according to claim 2 or 3, characterised in that a partial flow is branched off from the steam flow supplying the first chamber (NDV 1a) of the low-pressure preheater with hot steam and is used as intake steam in the thermocompression.

5. Arrangement for preheating the main condensate in power station processes with a low-pressure preheater (NDV 1a, NDV 1b, 2a, 2b), the hot steam connection of which is connected with a bleeder (A1, A2, A3) of a low-pressure turbine (5), characterised in that for performance of the method according to claim 1 at least one hot condensate outlet (10; 12) of the low-pressure preheater (NDV 1a, NDV 1b, 2a, 2b) is connected with a condensate siphon (50, 51, 52, 3), that a driving steam connection of the condensate siphon is connected to a driving steam collecting rail (20) and that the conveying outlet (11, 13, 15, 17) of the condensate siphon is connected with the main condensate duct (3) downstream of the associated low-pressure preheater.

6. Arrangement according to claim 5, characterised in that the low-pressure preheater is constructed as a double chamber preheater (NDV 1a, 1b), the first heat exchange chamber of which is connected with the last bleeder (A1) of a low-pressure turbine (5) and upstream of the second heat exchange chamber of which is connected a steam ejector (30), the driving steam connection (31) of which is supplied from a second turbine bleeder (A2).

7. Arrangement according to claim 6, characterised in that the intake connection (32) of the steam ejector (30) and the first heat exchange chamber are supplied from the same steam source (A1).

## Revendications

1. Procédé pour le préchauffage du produit de condensation principal dans un processus d'usine génératrice avec un circuit de vapeur d'eau, 5
 

où de la vapeur de soutirage est condensée en chauffant le produit de condensation principal dans un préchauffeur basse pression (NDV 1a, 1b, 2a, 2b) et le produit de condensation de chauffage généré est amené au flux de produit de condensation principal, 10

où est amené en outre du circuit de vapeur d'eau de la vapeur d'un niveau de pression plus élevé que la vapeur de soutirage servant de vapeur de chauffage, à un siphon de produit de condensation (50, 51, 52, 53) comme vapeur de propulsion ; et 15

où le produit de condensation de chauffage est convoyé du préchauffeur basse pression par le siphon de produit de condensation dans le flux de produit de condensation principal quittant le préchauffeur (NDV 1b, NDV 2b). 20
  2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on utilise un préchauffeur basse pression à chambre double (NDV 1a, 1b) dont la première chambre (NDV 1a) est chargée en vapeur largement détendue et dont la deuxième chambre (NDV 1b) est chargée en mélange de vapeur obtenu par thermocompression. 25 30
  3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la vapeur de propulsion pour les siphons de produit de condensation (50, 51) est prélevée d'un rail collecteur de vapeur de propulsion (20). 35
  4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce qu'un flux partiel est dérivé du flux de vapeur alimentant la première chambre (NDV 1a) du préchauffeur basse pression en vapeur de chauffage et est utilisé comme vapeur d'aspiration lors de la thermocompression. 40
  5. Agencement pour le préchauffage du produit de condensation principal dans des processus d'usine génératrice avec un préchauffeur basse pression (NDV 1a, 1b, 2a, 2b), dont le raccord de vapeur de chauffage est relié à une prise (A1, A2, A3) d'une turbine basse pression (5), 45 50
 

caractérisé en ce que, pour exécuter le procédé selon la revendication 1, au moins une sortie (10 ; 12) du produit de condensation de chauffage du préchauffeur basse pression (NDV 1a, 1b, 2a, 2b) est reliée à un siphon de produit de condensation (50, 51, 52, 53) ; 55

en ce qu'un raccord de vapeur de propulsion
- du siphon de produit de condensation est raccordé à un rail collecteur (20) de vapeur de propulsion et en ce que la sortie convoyeuse (11, 13, 15, 17) du siphon de produit de condensation est reliée à la conduite principale du produit de condensation (3) en aval du préchauffeur basse pression associé.
6. Agencement selon la revendication 5, caractérisé en ce que le préchauffeur basse pression est réalisé sous forme de préchauffeur à chambre double (NDV 1a, 1b) dont la première chambre d'échange thermique est reliée à la dernière prise (A1) d'une turbine basse pression (5) et où il est disposé en amont de la deuxième chambre d'échange thermique un appareil à jet de vapeur (30) dont le raccord de vapeur de propulsion (31) est alimenté à partir d'une deuxième prise de turbine (A2).
  7. Agencement selon la revendication 6, caractérisé en ce que le raccord d'aspiration (32) de l'appareil à jet de vapeur (30) et la première chambre d'échange thermique sont alimentés à partir de la même source de vapeur (A1).

Fig. 1

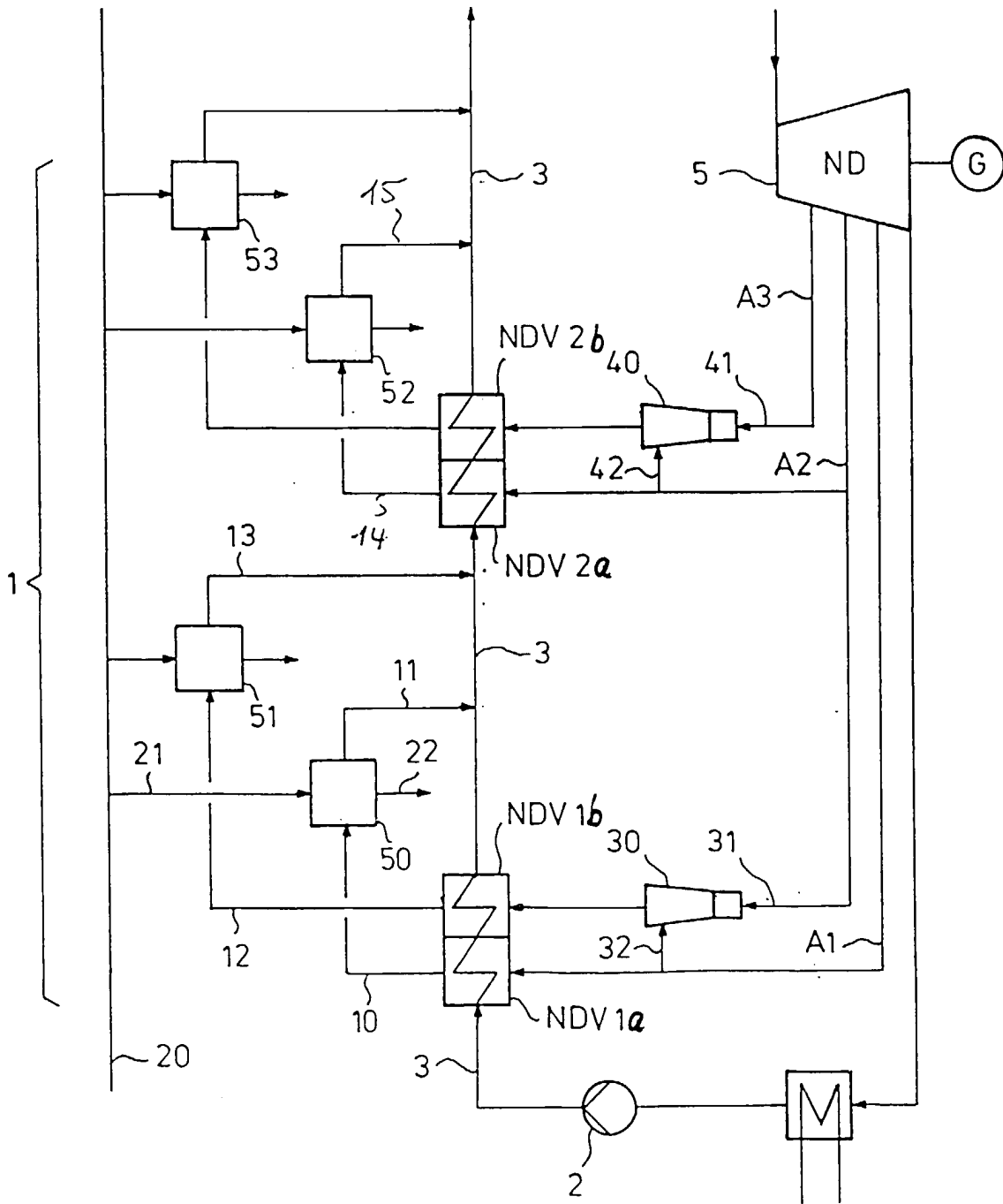


Fig. 2

