

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5151014号
(P5151014)

(45) 発行日 平成25年2月27日 (2013. 2. 27)

(24) 登録日 平成24年12月14日 (2012. 12. 14)

(51) Int. Cl.

F I

F 2 5 B 19/00 (2006. 01)

F 2 5 B 19/00 Z

F 2 2 B 3/00 (2006. 01)

F 2 2 B 3/00

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2005-192488 (P2005-192488)
 (22) 出願日 平成17年6月30日 (2005. 6. 30)
 (65) 公開番号 特開2007-10243 (P2007-10243A)
 (43) 公開日 平成19年1月18日 (2007. 1. 18)
 審査請求日 平成19年11月29日 (2007. 11. 29)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (72) 発明者 柴田 貴範
 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号
 株式会社 日立製作
 所 電力・電機開発研究所内
 (72) 発明者 幡宮 重雄
 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号
 株式会社 日立製作
 所 電力・電機開発研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヒートポンプ装置及びヒートポンプの運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

系外から給水流路を通じて供給される液水の作動媒体である水に外部の熱源の熱を回収して該作動媒体を蒸発させる内部の圧力が大気圧よりも低圧に設定された蒸発器と、前記蒸発器で蒸発した作動媒体を圧縮して昇温する圧縮機と、前記圧縮機を駆動する動力を与える駆動装置とを備え、前記圧縮機で昇温した作動媒体の蒸気を外部の熱利用設備に熱源として供給する供給流路を設け、前記供給流路から前記昇温した作動媒体を蒸気の状態に分岐して前記圧縮機から吐出の作動媒体を前記蒸発器に導く戻り流路を設け、前記供給流路に逆流を防止する第1の弁を設け、前記戻り流路に第2の弁を設け、前記圧縮機から吐出される作動媒体の状態量を検出する検出器を設け、前記検出器で検出した該作動媒体の状態量に基づき前記第1の弁及び第2の弁の開度を制御する制御装置を設けたことを特徴とするヒートポンプ装置。

【請求項 2】

内部の圧力が大気圧よりも低圧に設定された蒸発器で系外から供給される液水の作動媒体である水と外部の熱源を熱交換させて該作動媒体を蒸発させ、駆動装置により圧縮機を駆動させて前記蒸発器で蒸発した作動媒体を圧縮して昇温した蒸気を生成し、前記圧縮機から吐出された該作動媒体の蒸気が所望の状態に達するまでは外部の熱利用設備からの逆流を防止しつつ該作動媒体の蒸気を前記蒸発器に流下させ、前記圧縮機から吐出された該作動媒体の蒸気が所望の状態に達した後は該作動媒体の蒸気を前記外部の熱利用設備に供給するようにしたことを特徴とするヒートポンプの運転方法。

10

20

【請求項 3】

前記圧縮機を駆動する駆動装置として外部から蒸気を供給して駆動される蒸気タービンを使用し、この蒸気タービンを駆動して排気された排気蒸気を前記圧縮機から吐出された作動媒体の蒸気に合流させて前記熱利用設備に供給するようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載のヒートポンプの運転方法。

【請求項 4】

前記圧縮機から吐出されて前記蒸発器に導かれる作動媒体の蒸気を、外部の冷熱源と熱交換により冷却して凝縮させ、この凝縮した作動媒体の液水を前記蒸発器に流入させるようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載のヒートポンプの運転方法。

【請求項 5】

前記熱利用設備で熱を吸収されて液水又は低温の蒸気になった作動媒体を、前記圧縮機から吐出されて前記蒸発器に導かれる作動媒体に合流させて前記蒸発器に流入させるようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載のヒートポンプの運転方法。

【請求項 6】

前記熱利用設備で熱を吸収されて液水又は低温の蒸気になった作動媒体を前記蒸発器に導くようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載のヒートポンプの運転方法。

【請求項 7】

前記圧縮機から吐出されて前記蒸発器に導かれる作動媒体の蒸気によって前記圧縮機に連結された膨張タービンを駆動して該作動媒体から動力を回収し、この膨張タービンから排出された前記作動媒体を脱気させ、この脱気した作動媒体を前記蒸発器に流下させるようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載のヒートポンプの運転方法。

【請求項 8】

前記圧縮機から吐出されて前記蒸発器に導かれる作動媒体の蒸気を、外部の冷熱源と熱交換により冷却して凝縮させ、この凝縮した作動媒体の液水を更に浄化处理した後に前記蒸発器に流入させるようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載のヒートポンプの運転方法。

【請求項 9】

前記圧縮機から吐出されて前記熱利用設備に供給される作動媒体の蒸気の供給温度を、水の凝縮温度よりも高くなるように設定したことを特徴とする請求項 2 に記載のヒートポンプの運転方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は熱を供給するヒートポンプ装置に係わり、特に蒸気を外部への供給熱源として利用するヒートポンプ装置及びヒートポンプの運転方法に関する。

【背景技術】

【0002】

水を作動媒体としたターボ式の圧縮機によるヒートポンプシステムは、低温熱源を供給するものとして既に実用化されており、空調システムなどに利用されている。例えば、特開 2001-165514 号公報には、一つの密閉された容器の中に、蒸発器、凝縮器、圧縮機、及び、圧縮機の駆動モータを一体にパッケージングする技術が開示されている。

【0003】

また、特開昭 63-231150 号公報には、蒸発器、凝縮器、圧縮機を備え、水を作動媒体としたヒートポンプで、凝縮器で熱交換して 100 以上の温水を外部に供給する技術が開示されている。

【0004】

【特許文献 1】特開 2001-165514 号公報

【特許文献 2】特開昭 63-231150 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、いずれの公知例においても、圧縮機の吐出部には直接接触式、若しくは間接触式の凝縮器を備えており、外部の熱利用設備への熱の供給には、この凝縮器で得られた液水、若しくは凝縮器で熱交換した別系統の作動媒体が利用されており、圧縮機吐出の水蒸気を直接、外部の熱利用設備へ供給することは行われていなかった。

【 0 0 0 6 】

つまり、ヒートポンプによって生成された高温高压の作動媒体である水蒸気を、圧縮機吐出の蒸気を外部の熱利用設備へ直接供給する場合、ヒートポンプの起動時には圧縮機内部の圧力が常温 15 の飽和蒸気圧 0.002 MPa 程度になり、圧縮機の吐出圧が熱利用設備の雰囲気圧よりも低くなる場合が生じて、ターボ式の圧縮機ではサージングの発生により圧縮機を起動できなくなる現象が起こるため、ヒートポンプには、外部の熱利用設備に間接的に熱の供給を行う凝縮器を設置する必要があった。

10

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、ヒートポンプの起動時に圧縮機にサージングの発生を回避して、圧縮機で生成した作動媒体の蒸気を外部の熱利用設備へ直接供給することを可能とするコンパクトな構成のヒートポンプ装置及びヒートポンプの運転方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明のヒートポンプ装置は、系外から給水流路を通じて供給される液水の作動媒体である水に外部の熱源の熱を回収して該作動媒体を蒸発させる内部の圧力が大気圧よりも低圧に設定された蒸発器と、前記蒸発器で蒸発した作動媒体を圧縮して昇温する圧縮機と、前記圧縮機を駆動する動力を与える駆動装置とを備え、前記圧縮機で昇温した作動媒体の蒸気を外部の熱利用設備に熱源として供給する供給流路を設け、前記供給流路から前記昇温した作動媒体を蒸気の状態に分岐して前記圧縮機から吐出の作動媒体を前記蒸発器に導く戻り流路を設け、前記供給流路に逆流を防止する第 1 の弁を設け、前記戻り流路に第 2 の弁を設け、前記圧縮機から吐出される作動媒体の状態量を検出する検出器を設け、前記検出器で検出した該作動媒体の状態量に基づき前記第 1 の弁及び第 2 の弁の開度を制御する制御装置を設けたことを特徴とする。

20

【 0 0 0 9 】

本発明のヒートポンプの運転方法は、内部の圧力が大気圧よりも低圧に設定された蒸発器で系外から供給される液水の作動媒体である水と外部の熱源を熱交換させて該作動媒体を蒸発させ、駆動装置により圧縮機を駆動させて前記蒸発器で蒸発した作動媒体を圧縮して昇温した蒸気を生成し、前記圧縮機から吐出された該作動媒体の蒸気が所望の状態に達するまでは外部の熱利用設備からの逆流を防止しつつ該作動媒体の蒸気を前記蒸発器に流下させ、前記圧縮機から吐出された該作動媒体の蒸気が所望の状態に達した後は該作動媒体の蒸気を前記外部の熱利用設備に供給するようにしたことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、ヒートポンプの起動時に圧縮機にサージングの発生を回避して、圧縮機で生成した作動媒体の蒸気を外部の熱利用設備へ直接供給することを可能とするコンパクトな構成のヒートポンプ装置並びにヒートポンプの運転方法が実現できる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 1 】

ヒートポンプの起動時に圧縮機にサージングの発生を回避して、圧縮機で生成した作動媒体の蒸気を外部の熱利用設備へ直接供給するという目的を、コンパクトな構成で実現した。

【実施例 1】

【 0 0 1 2 】

図 1 を用いて、本発明の一実施例であるヒートポンプ装置を詳細に説明する。

【 0 0 1 3 】

50

本発明の一実施例であるヒートポンプ装置は、外部から供給される高温の熱源と熱交換して内部に貯った液水 35 を蒸発させて作動媒体の水蒸気を生成する蒸発器 42 と、駆動装置である電動機 1 によって駆動され、蒸発器 42 で生成した水蒸気を高温の蒸気に加圧する圧縮装置 34 と、前記圧縮装置 34 を駆動する電動機 1 と、前記圧縮装置 34 で加圧した高温の蒸気を供給する吐出配管系統 25、及び圧縮装置 34 から蒸気或いは液水を蒸発器 42 に導く戻り配管系統 22 を備えている。このヒートポンプ装置には、圧縮機 34 で加圧して生成した高温の蒸気を、吐出配管系統 25 の分岐部 26 から分岐して弁 23 を備えた熱供給配管系統 24 を通じて供給し、この蒸気の熱を消費する外部の熱利用設備 20 と、前記圧縮機 34 で生成した高温の蒸気の一部を、吐出配管系統 25 の分岐部 26 から分岐して導き、弁 21 で膨張させて減圧し、温度を低下させて生成した低温の蒸気或いは液水を、戻り配管系統 22 を通じて蒸発器 42 に戻すように構成されている。また、前記蒸発器 42 には、外部から蒸発器 42 の内部に液水 35 となる水を供給する給水系統 31 と、この供給された液水を過熱して蒸発させる高温の加熱源となる温水系統 40 が配設されている。

10

【0014】

前記給水系統 31 には分岐部 30 及び弁 39 が設けてあり、給水系統 31 を流れる約 15 の液水は、分岐部 30、弁 39 を経て蒸発器 42 の内部に供給される。蒸発器 42 には、熱源である温水系統 40 が配設されており、この温水系統 40 を通じて、例えば 80 程度の外部熱源から蒸発器 42 に熱を供給している。そして前記蒸発器 42 では、前記給水系統 31 を通じて供給され、内部に貯蔵された約 15 の液水 35 は、前記温水系統 40 を通じて供給された 80 の外部熱源と熱交換することによって蒸発して、約 60、0.02 MPa の水蒸気を生成する。圧縮装置 34 は 2 段圧縮する前段の圧縮機 33 及び後段の圧縮機 32 で構成されている。これらの圧縮機 32 及び圧縮機 33 では前記蒸発器 42 で熱交換して発生した水蒸気が供給され、後述する制御装置 100 からの制御信号 S に基づき電動機 1 を駆動して前記圧縮機 33 及び圧縮機 32 を回転させて順次圧縮させることにより、圧縮機から吐出される水蒸気は昇圧、昇温して、例えば約 0.4 MPa、約 140 の高温の水蒸気を生成する。そして、この高温高圧の水蒸気を圧縮機 32、33 から吐出配管系統 25 及び弁 23 を備えた熱供給配管系統 24 を通じて外部の熱利用設備 20 に熱源として供給され、消費される。

20

【0015】

また、蒸発器 42 に給水系統 31 を通じて外部から供給される液水の一部は、給水系統 31 の分岐部 30 で分岐した配管系統 31b に導かれ、この配管系統 31b に設置されたポンプ 5 によって、例えば約 7 MPa 程度にまで昇圧された後に、配管系統 31b に設置された弁 38 にて流量を調整されて混合器 36 に供給される。

30

【0016】

この混合器 36 は、圧縮装置 34 を構成する前段の圧縮機 33 と後段の圧縮機 32 とを連絡する流路の途中に備えられており、混合器 36 に供給された液水は圧縮機 33 から導かれる圧縮蒸気と混合されて蒸発し、その蒸発潜熱により後段の圧縮機 32 に流入する蒸気の温度を低下させる。一般に圧縮機は、同じ圧力比で比較した場合、吸気温度が低いほど圧縮動力は少なくなるという性質を持つため、混合器 36 で加えられた液水は、その蒸発により質量流量の増加と圧縮動力の削減に寄与する。

40

【0017】

圧縮装置 34 を構成する前段の圧縮機 33 及び後段の圧縮機 32 を一体的に連結している軸の軸端には駆動装置である電動機 1 が接続されており、水蒸気を圧縮して高温の水蒸気を生成するのに必要な圧縮機 32 及び圧縮機 33 の圧縮動力を供給している。そして、制御装置 100 からの制御信号 S に基づき電動機 1 を駆動して圧縮機 32 及び圧縮機 33 を回転させて徐々に昇速させていく。

【0018】

そして、この圧縮機 32 から吐出する低温、低圧の水蒸気を吐出配管系統 25 の分岐部 26 で熱供給配管系統 24 と分岐した戻り配管系統 22 を通じて流下させて蒸発器 42 に

50

戻して、該作動媒体がヒートポンプ装置を循環するようにする。つまり、前記戻り配管系統 22 に設けられた弁 21 を開弁することによって後段の圧縮機 32 から吐出された低温、低圧の蒸気が圧縮機にサージを生じない蒸気条件に到達するまで戻り配管系統 22 を通じて蒸発器 42 に戻され、ヒートポンプ装置を循環するようになっている。

【0019】

圧縮機がサージを発生させないためには、この循環系をなしたときの圧縮機吐出の圧力が熱利用設備 20 の内圧よりも高くなっていれば良い。熱利用設備 20 の状態は、ヒートポンプの定格時には、例えば 0.4 MPa、120 の高圧、高温状態になっているが、停止時には、大気開放すれば、少なくとも雰囲気圧まで熱利用設備 20 の内圧を下げる事ができる。

10

【0020】

よって圧縮機 32 及び圧縮機 33 が昇速して、後段の圧縮機 32 から吐出する作動媒体の水蒸気が、圧縮機が流体的に連通される熱利用設備 20 の雰囲気圧の圧力以上、例えば大気圧以上になれば圧縮機にサージが発生する状況は回避されているので、前記戻り配管系統 22 の弁 21 を閉弁し、熱供給配管系統 24 の弁 23 を開弁して、前記熱利用設備 20 に圧縮機 32 から吐出蒸気の供給を開始する。

【0021】

そして、圧縮機 32 及び圧縮機 33 を更に昇速させて、後段の圧縮機 32 から吐出する作動媒体の水蒸気を昇温、昇圧して前記蒸気の供給を続け、熱利用設備 20 が要求する蒸気条件、例えば約 0.4 MPa、約 140 程度の高温の水蒸気の状態に達すると前記圧縮機の運転状態を保持して、前記蒸気条件の蒸気が後段の圧縮機 32 から継続して熱利用設備 20 に供給する状態を継続させる。

20

【0022】

以下、本実施例のヒートポンプを構成する構成機器の詳細構成および運転について説明する。

【0023】

図 1 において、本発明の一実施例であるヒートポンプ装置を構成する蒸発器 42 には、外部熱源により温められた温水が温水系統 40 を通じて供給がされるが、供給される温水は、工場やごみ焼却場の排熱、河川、下水、大気などの未利用熱源を利用して生成されたものであることが望ましい。前記蒸発器 42 では、温水系統 40 を通じて供給される温水と、蒸発器 42 の内部の液水 35 とが直接的には接触しない間接式の熱交換器の場合を示しているが、温水系統 40 の温水と蒸発器 42 内の液水 35 が混合する直接接触式の熱交換器であっても良い。また、蒸発器 42 の内部に位置する温水系統 40 の伝熱面としては、蒸発器内に溜まった液水 35 の中をチューブ式の配管を配置した熱交換器であっても、二相流式のプレート式熱交換器であっても、どちらでも良い。

30

【0024】

蒸発器 42 には、後段の圧縮機 32 から吐出された高温蒸気の一部を弁 21 の開弁時に戻り配管系統 22 を通じて供給し蒸発器 42 の底面に溜まった液水 35 の蒸発を促進するようになっている。

【0025】

40

圧縮装置 34 を構成する前段の圧縮機 33 及び後段の圧縮機 32 を流れる高温蒸気の流量は、基本的には圧縮機の回転数の影響を大きく受けるが、より積極的に流量を変更する為に、図 2 に示すように、前段の圧縮機 33 の入口に可動静翼 85 を取り付けても良い。この可動静翼 85 の静翼の角度を制御することによって、圧縮機 32、33 の回転数や吸気条件を一定に維持したまま、圧縮機の流量を大幅に変更する事ができ、広範囲の作動条件においてサージを発生することなく、圧縮機を運用できるようになる。

【0026】

前段の圧縮機 33 と後段の圧縮機 32 との間の流路の途中に設置された混合器 36 には給水系統 31 から分岐した配管系統 31b を通じて液水が導かれているが、この混合器 36 としては蒸気中に液水を噴霧する方式や、液水が溜まっている容器の中を蒸気が通過

50

する方式などが考えられる。また、液相と気相の混合を促進するために、混合器 3 6 内に流れを乱して混合を促進する充填物を詰め込んでも良い。噴霧方式の場合には、例えば、特開 2 0 0 4 - 1 5 0 4 0 9 号公報に記載された噴霧ノズルを噴霧装置として用いることもできる。液相と気相の混合は、互いの接触面積が大きいほど促進されるため、微細な液滴を水蒸気中に噴霧する方式の方が混合器をコンパクトにすることが可能となる。

【 0 0 2 7 】

また、前記混合器 3 6 では、供給された液水の一部または全部が、後段の圧縮機 3 2 へ入るまでに蒸発し、前段の圧縮機 3 3 の吐出蒸気の熱量を水の蒸発潜熱として奪うので蒸気温度が低下する。未蒸発の液滴のうちの全部または一部は、蒸気流に同伴して後段の圧縮機 3 2 に流入して、圧縮仕事による蒸気の昇温熱により圧縮機内部で蒸発し、圧縮過程にある水蒸気の温度を低下させる。

10

【 0 0 2 8 】

液水を混合器 3 6 の内部のみで蒸発させる場合、混合後の水分が飽和状態に達する飽和相当分の液水しか蒸発させることができない。しかし、この液水を水蒸気に同伴させて後段の圧縮機 3 2 に流入させれば、圧縮機 3 2 の圧縮仕事を受けて昇温化する水蒸気の熱量を利用して更なる液水を蒸発させることができる。但し、液滴を圧縮機 3 2 に流入させる場合、十分に微粒化させた液滴でないと、圧縮機 3 2 の翼に衝突してエロージョンを発生させる原因になるため、噴霧液滴を直径数 1 0 μ 程度以下の微細液滴する必要がある。

【 0 0 2 9 】

図 1 では、圧縮装置 3 4 の全体を前段圧縮機 3 3 と後段圧縮機 3 2 とに分割した例を示したが、圧縮機の段数が多い場合は分割数を更に増やしても良い。その場合、圧縮機間の各々に混合器 3 6 を設置して、圧縮機による昇温化と混合器による低温化を交互に繰り返して、圧縮による昇温を抑えた方が全体の圧縮仕事を削減できる。

20

【 0 0 3 0 】

次に本発明の実施例であるヒートポンプ装置の吐出配管系統 2 5 の詳細を説明する。圧縮装置 3 4 の吐出配管系統 2 5 には、分岐部 2 6 で戻り配管系統 2 2 と熱供給配管系統 2 4 とが分岐されている。後段の圧縮機 3 2 により生成された高温高压の蒸気は、戻り配管系統 2 2 に設置された弁 2 1 と、熱供給配管系統 2 4 に設置された弁 2 3 の開度に応じて、戻り配管系統 2 2 と熱供給配管系統 2 4 の一方、或いはその両方に供給される。

【 0 0 3 1 】

30

戻り配管系統 2 2 に設置された弁 2 1 は、後述する制御装置 1 0 0 から入力する弁操作信号によって、その開度に応じて流量を調整すると共に流体的な絞り抵抗の役割を果たし、戻り配管系統 2 2 を通じて蒸発器 4 2 に供給する蒸気の圧力を所定値に調整する。熱供給配管系統 2 4 に設置された弁 2 3 も、同様に後述する制御装置 1 0 0 から入力する弁操作信号によって、その開度によって供給する蒸気の流量を調整する役割を果たすが、弁 2 3 自体は、ヒートポンプ装置の一部として設置されていても、熱利用設備 2 0 の一部として設置されていても、どちらでも良い。

【 0 0 3 2 】

次に、本実施例のヒートポンプ装置の運転について説明する。本実施例のヒートポンプ装置では、水を作動媒体としているため、装置停止時には作動媒体が大気常温の 1 5 程度となり、装置内の圧力が 1 5 ときの水蒸気の圧力は飽和蒸気圧である 0 . 0 0 2 MPa の真空に近い状態に保たれることになる。蒸発器 4 2 に熱源を供給する温水系統 4 0 に、8 0 の温水を供給して、蒸発器 4 2 内の水温が 6 0 程度になったとすると、その水温の時の蒸気圧は飽和蒸気圧である 0 . 0 2 MPa 程度にまで装置内の圧力が上昇する。この状態であっても圧力としては非常に低いため、産業上有益な大気圧以上（温度 1 0 0 以上）の蒸気を得るには、圧縮装置 3 4 を構成するターボ式の圧縮機 3 2 , 3 3 を作動させて水蒸気を高温・高压化する必要がある。本実施例のヒートポンプ装置では、熱供給配管系統 2 4 の弁 2 3 を閉弁することにより、十分昇圧されない低温の蒸気が熱供給配管系統 2 4 を通じて熱利用設備 2 0 へ供給されないようにすると共に、熱利用設備 2 0 の配管系統に大気への開放端がある場合には、この開放端から流入した空気が起動時の低圧状態

40

50

のヒートポンプ装置に逆流することを防ぐ。

【 0 0 3 3 】

戻り配管系統 2 2 の弁 2 1 と熱供給配管系統 2 4 の弁 2 3 の双方を共に閉鎖した状態でヒートポンプ装置の圧縮装置 3 4 である圧縮機 3 2 , 3 3 を作動させた場合、圧縮機 3 2 , 3 3 で昇圧された高温の蒸気は、排気される吐出経路を有しないことになる。つまり、圧縮機の作動点としては、流量が 0 で、かつ圧力比が高い状態である。圧縮機 3 2 , 3 3 が、このような低流量、高圧力比の作動点で作動することは、サージングという非定常流体现象を発生させるため、気流振動により圧縮機が破損する恐れがある。そこで、本実施例のヒートポンプ装置では、制御装置 1 0 0 からの制御信号 S に基づき電動機 1 を駆動して圧縮機 3 2 及び圧縮機 3 3 の回転数を上昇させていくが、起動時で圧縮機 3 2 , 3 3 の吐出蒸気の温度、圧力が低い状況では、吐出配管系統 2 5 に設けた流量検出器 1 0 1 , 圧力検出器 1 0 2 及び温度検出器 1 0 3 で検出した後段の圧縮機 3 2 の吐出蒸気の状態量を制御装置 1 0 0 に入力し、これらの検出値に基づいて制御装置 1 0 0 で最適な弁開度を演算して前記戻り配管系統 2 2 の弁 2 1 及び熱供給配管系統 2 4 の弁 2 3 に弁操作信号として出力して弁開度を夫々適正に制御する。即ち、熱供給配管系統 2 4 の弁 2 3 を閉弁して十分に昇温、昇圧されていない蒸気を供給しないようにすると共に、戻り配管系統 2 2 の弁 2 1 を開弁して、圧縮機 3 2 , 3 3 ので十分に昇温、昇圧されていない前記蒸気を、後段の圧縮機 3 2 から吐出配管系統 2 5 及び戻り配管系統 2 2 を経由して蒸発器 4 2 に戻して、ヒートポンプを循環させているので、前記圧縮機 3 2 , 3 3 が小流量の高圧力比状態になってサージングに突入することが未然に防止され、ヒートポンプを安全に起動させることが可能となる。

【 0 0 3 4 】

また、前記圧縮機 3 3 , 3 2 の運転によって徐々に昇温化、昇圧化された蒸気が、戻り配管系統 2 2 を通じて蒸発器 4 2 に戻ってくるため、蒸発器 4 2 の内部の液水の蒸発促進、もしくは蒸発器 4 2 内の蒸気の昇温化、昇圧化に寄与する。よって、蒸発器 4 2 に配設された温水系統 4 0 に外部の熱源から供給される熱量が少ない状態であっても、蒸発器 4 2 内の液水を蒸発させて作動媒体として必要な蒸気の量を増やすことができる。

【 0 0 3 5 】

また、圧縮装置 3 4 に動力を付与する電動機 1 で加える動力を増大させて、圧縮機 3 2 , 3 3 の回転数を上昇させるにつれ、前段の圧縮機 3 3 の吸気の体積流量が増加する。そこで、前記吐出配管系統 2 5 に設けた流量検出器 1 0 1 , 圧力検出器 1 0 2 、及び温度検出器 1 0 3 によって検出した後段の圧縮機 3 2 から吐出された高温の蒸気の状態量を制御装置 1 0 0 に入力し、これらの検出値に基づいて制御装置 1 0 0 で最適な弁開度を演算して前記戻り配管系統 2 2 の弁 2 1 及び熱供給配管系統 2 4 の弁 2 3 に弁操作信号として出力し、前記弁 2 1 , 弁 2 3 の弁開度を夫々適正に制御する。つまり、圧縮機 3 2 から吐出される蒸気の流量と吐出圧の増加に応じて、戻り配管系統 2 2 の弁 2 1 の弁開度を徐々に開いていけば、サージングを発生させることなく圧縮機 3 2 , 3 3 を昇速させることができる。

【 0 0 3 6 】

前記圧縮機 3 2 及び圧縮機 3 3 を昇速して、後段の圧縮機 3 2 から吐出する作動媒体の水蒸気が、圧縮機が流体的に連通される熱利用設備 2 0 の雰囲気圧の圧力以上、例えば大気圧以上になれば圧縮機にサージが発生する状況は回避されているので、前記制御装置 1 0 0 からの弁操作信号に基づいて戻り配管系統 2 2 の弁 2 1 を閉弁し、熱供給配管系統 2 4 の弁 2 3 を開弁して、前記熱利用設備 2 0 に圧縮機 3 2 から吐出蒸気の供給を開始する。そして、圧縮機 3 2 及び圧縮機 3 3 を更に昇速させて、後段の圧縮機 3 2 から吐出する作動媒体の水蒸気を昇温、昇圧させると共に、熱利用設備 2 0 へ前記圧縮機吐出の水蒸気の供給を続け、圧縮機吐出の水蒸気が熱利用設備 2 0 が要求する蒸気条件、例えば約 0.4 MPa , 約 140 程度の高温の水蒸気の状態に達すると前記制御装置 1 0 0 によって前記圧縮機の運転状態を保持して、この蒸気条件の蒸気が後段の圧縮機 3 2 から継続して熱利用設備 2 0 に供給する状態を継続させる。

【 0 0 3 7 】

また、圧縮機 3 2 , 3 3 から吐出されて熱利用設備 2 0 に供給される蒸気の条件は、熱利用設備 2 0 が要求する蒸気条件に合わせて変更可能であり、その場合は熱利用設備 2 0 から要求蒸気条件に基づいた蒸気量 D の信号を制御装置 1 0 0 に入力し、制御装置 1 0 0 から該要求蒸気条件に対応した電動機の制御信号 S を出力して電動機 1 の駆動力を調節し、圧縮機 3 2 , 3 3 の回転数を制御して所望の条件を満たす圧縮機の吐出蒸気を得るようにすれば良い。

【 0 0 3 8 】

更に、熱利用設備 2 0 で必要とされる蒸気量 D が時間的に変動する場合には、この必要とされる蒸気量 D の要求信号を制御装置 1 0 0 に入力し、制御装置 1 0 0 にて要求された前記蒸気量 D に対応した最適な弁開度を演算して弁操作信号として出力する。よって、熱利用設備 2 0 で必要とする蒸気流量が減少した際には戻り配管系統 2 2 の弁 2 1 を開き、後段の圧縮機 3 2 から吐出される蒸気の一部を吐出配管系統 2 5 及び戻り配管系統 2 2 を通じて蒸発器 4 2 に戻す。同時に、蒸発器 4 2 に配設された温水系統 4 0 に設けた図示していない弁を少し閉じて、供給される温水量を減少させてやることにより、後段の圧縮機 3 2 から吐出される蒸気の圧力を一定に維持した状態で、熱供給配管系統 2 4 を通じて熱利用設備 2 0 に供給される蒸気の供給量を抑えることが出来る。

【 0 0 3 9 】

本実施例のヒートポンプによれば、外部の熱利用設備に間接的に熱の供給を行う凝縮器を設置することなく作動媒体に水を使用でき、ヒートポンプの起動時に圧縮機にサージングの発生を回避して、圧縮機で生成した作動媒体の蒸気を外部の熱利用設備へ直接供給することを可能とするコンパクトな構成のヒートポンプが実現できるという効果を奏する。

【 実施例 2 】

【 0 0 4 0 】

次に、図 3 を用いて本発明の他の実施例であるヒートポンプ装置について説明するが、このヒートポンプ装置の基本構成は図 1 に示した実施例のヒートポンプ装置と同一であるので共通の構成及び運転、並びに作動媒体の状態量については説明を省略し、相違する構成について、以下に説明を行う。

【 0 0 4 1 】

図 3 に示す実施例では、圧縮機 3 2 , 3 3 の駆動装置として、電動機に代えてロータにより圧縮機 3 2 , 3 3 と連結された蒸気タービン 2 を用いた例を示している。また、蒸発器としては、チューブ式の熱交換器に替えてプレート式の二相流熱交換器である蒸発器 4 2 b を用いている。

【 0 0 4 2 】

制御装置 1 0 0 からの制御信号 S に基づき蒸気タービン 2 を駆動して圧縮機 3 2 及び圧縮機 3 3 を回転させるが、この蒸気タービン 2 には、外部からの高圧蒸気源から蒸気流量を制御する弁 2 9 を備えた高圧蒸気配管系統 4 を介して、例えば 7 M P a 程度の高圧蒸気が供給される。供給された高圧蒸気は、蒸気タービン 2 を駆動して動力を回収され、0.4 M P a 程度の低圧の蒸気となって蒸気タービン 2 から吐出配管系統 2 5 の合流器 2 8 に排出されるが、この排出された蒸気は吐出配管系統 2 5 及び熱供給配管系統 2 4 を通じて、1 4 0 程度の熱源として熱利用設備 2 0 に供給される。そして、蒸気タービン 2 で回収された動力は、この蒸気タービン 2 とロータが連結された圧縮機 3 2 , 3 3 の圧縮動力として使用されて、蒸発器 4 2 から前記圧縮機 3 2 , 3 3 に供給された蒸気を所望の圧力、温度まで昇圧、昇温させるために利用される。前記高圧蒸気配管系統 4 には、蒸気タービン 2 に供給される蒸気流量を制御するための弁 2 9 を設けた場合を示したが、この弁 2 9 の代わりに可動式の静翼をタービンの入口部分につけても同様な効果が得られる。

【 0 0 4 3 】

プレート式の熱交換器を採用した蒸発器 4 2 b の構成は、高温側と低温側の流体を仕切る板が多層に積み重ねられた構造物であり、高温側となる温水系統 4 0 には外部熱源で温められた例えば約 8 0 程度の温水が流れ、低温側には給水系統 3 1 を通じて供給された

ヒートポンプの作動媒体である液水 3 5 が通過する。この低温側の流体は、給水系統 3 1 から供給された液水であるので、流入当初は低温の液水 3 5 であるが、蒸発器 4 2 b の内部で、高温側の温水系統 4 0 を流れる熱源と熱交換して次第に蒸発していく。そして、低温側の出口に至るころには全ての液水が蒸発し、飽和温度よりも少し昇温化された乾き蒸気となって、前記蒸発器 4 2 b から圧縮装置 3 4 の前段の圧縮機 3 3 の入り側に供給されるようになっている。

【 0 0 4 4 】

本実施例でヒートポンプ装置が起動時で圧縮機の吐出圧が十分昇圧されない状況においては、前述の図 1 に示した実施例で説明したように、吐出配管系統 2 5 に設けた流量検出器 1 0 1 , 圧力検出器 1 0 2 及び温度検出器 1 0 3 によって検出した後段の圧縮機 3 2 から吐出された蒸気の状態量を吐出圧を制御装置 1 0 0 に入力し、これらの検出値に基づいて制御装置 1 0 0 で最適な弁開度を演算して弁 2 3 , 2 1 に弁操作信号を出力して熱供給配管系統 2 4 の弁 2 3 を閉弁し、熱供給配管系統 2 4 の弁 2 1 を開弁することにより、後段の圧縮機 3 2 の出口から吐出配管系統 2 5 に吐出した、十分に昇圧されていない蒸気を、戻り配管系統 2 2 を通じて蒸発器 4 2 b 戻すことができる。そして、蒸発器 4 2 b では給水系 3 1 から供給された液水は、前記戻り配管系統 2 2 を通じて戻された前記蒸気と、蒸発器 4 2 b の内部で混合するので、蒸気の熱により液水 4 3 の一部の蒸発が促進される。戻り配管系統 2 2 から導かれた蒸気の熱量だけで十分な液水の蒸発が起きない場合は、外部熱供給源である温水系統 4 0 からの温水を供給、或いは温水の供給量を増加させて、蒸発器 4 2 b の内部に存在する液水の蒸発を更に促進させれば良い。この結果、蒸発器 4 2 b の低温側の液水は、蒸発器 4 2 b の出口に到達する前に完全に蒸発して乾き蒸気となり、圧縮装置 3 4 の前段の圧縮機 3 3 に供給されることになる。

【 0 0 4 5 】

次に、本発明の実施例のヒートポンプ装置の運転について説明する。装置停止時には、装置全体に常温 1 5 程度の蒸気が充満し、機内の圧力はそのときの飽和蒸気圧である 0 . 0 0 2 M P a 程度に保たれている。次に蒸発器 4 2 b に配置された温水系統 4 0 を通じて熱源から温水を供給して、蒸発器 4 2 b の内部の温度を上昇させると共に、制御装置 1 0 0 からの制御信号 S に基づき、弁 2 9 を開いて高圧蒸気配管系統 4 を通じて外部から高圧蒸気を蒸気タービン 2 に供給して該蒸気タービン 2 を駆動し、その動力で圧縮装置 3 4 を構成する圧縮機 3 2 , 3 3 を昇速させる。

【 0 0 4 6 】

蒸発器 4 2 b で熱交換により液水 3 5 の一部が蒸発した水蒸気は、前記圧縮機 3 2 , 3 3 により圧縮仕事を受けて、昇圧、昇温化し、後段の圧縮機 3 2 の吐出側から吐出配管系統 2 5 に高温の蒸気として吐出される。ところで、ヒートポンプ起動直後の暫くの間は、圧縮機の吐出圧が十分昇圧されないのので、前述したように、制御装置 1 0 0 で演算した弁操作信号に基づいて熱供給配管系統 2 4 の弁 2 3 を閉弁し、熱供給配管系統 2 4 の弁 2 1 を開弁することにより、圧縮機 3 2 , 3 3 で十分に昇圧されていない蒸気を、戻り配管系統 2 2 を通じて蒸発器 4 2 b に戻している。蒸発器 4 2 b に戻った蒸気は、その加熱分の熱量を蒸発器 4 2 b 内の液水の蒸発に利用することができるため、外部から温水系統 4 0 を介して供給すべき熱量の削減に寄与できる。

【 0 0 4 7 】

ところで、圧縮機 3 2 , 3 3 の昇速は、前記蒸気タービン 2 に供給する蒸気量を増大させることによって達成できる。つまり、弁 2 9 を開いて高圧蒸気配管系統 4 を通じて供給する蒸気量を増加させて蒸気タービン 2 の動力を増大させ、それと同時に蒸発器 4 2 b 内の温度と圧力が所定の状態になるように、前記制御装置 1 0 0 によって戻り配管系統 2 2 を流下して蒸発器 4 2 b に戻る、十分に昇圧されていない蒸気量を弁 2 1 の開度を調節して調節すれば、圧縮機の回転数を増加させることができる。そして、圧縮機の回転数を上昇させて、圧縮機の吐出蒸気が、圧縮機が流体的に連通される熱利用設備 2 0 の雰囲気圧の圧力以上、例えば大気圧以上になれば圧縮機にサージが発生する状況は回避されているので、前記制御装置 1 0 0 からの弁操作信号に基づいて戻り配管系統 2 2 の弁 2 1 を閉弁

し、熱供給配管系統 24 の弁 23 を開弁して、前記熱利用設備 20 に圧縮機 32 から吐出蒸気の供給を開始する。そして、圧縮機 32 及び圧縮機 33 を更に昇速させて圧縮機吐出の水蒸気が熱利用設備 20 が要求する蒸気条件、例えば約 0.4 MPa、約 140 程度の高温の水蒸気の状態に達すると前記制御装置 100 によって前記圧縮機の運転状態を保持して、この蒸気条件の蒸気が後段の圧縮機 32 から継続して熱利用設備 20 に供給する状態を継続させるようになっている。

【0048】

前記蒸気タービン 2 から熱利用設備 20 に蒸気を供給する際には、合流器 28 において、後段の圧縮機 32 から吐出される高温の蒸気の蒸気圧と、蒸気タービン 2 から排出される排気蒸気の蒸気圧とが互いにバランスするように、制御装置 100 からの弁操作信号に基づいて弁 23 及び弁 29 の開度を夫々調整して、蒸気が逆流することなく熱供給配管系統 24 を通じて熱利用設備 20 に供給するようにしている。

10

【0049】

本実施例についても、前述した第 1 の実施例と同様な効果を得ることができる。加えて、本実施例では以下に述べる作用効果が得られる。

【0050】

本実施例は、圧縮機 32、33 の駆動機として蒸気タービン 2 を用いている為、電力供給設備のない所であっても、ボイラー等の高圧蒸気を供給できる設備があれば、ヒートポンプ装置を動作させることが可能である。また、供給熱量としては、外部から蒸気タービンに供給される高圧蒸気の熱量に加え、ヒートポンプ装置により外部熱源から吸収した熱量が加わるため、同じ供給蒸気量に対して利用可能な熱量が増加することになる。よって、既設のボイラーによって発生熱量を増加させたい時には、本実施例のヒートポンプ装置が特に有効となる。また、蒸気タービン 2 から吐出される排気の蒸気も、熱利用設備 20 へ供給する熱源として利用できるため、同じ容量の圧縮機を使った電動機式のヒートポンプ装置に比べ、供給蒸気量を多量に発生することができる。

20

【0051】

また、本実施例では、蒸発器 42b として、二相流式のプレート側熱交換器を利用している。プレート式は、チューブ式に比べ単位体積当たりの伝熱面積を大きくすることができるため、熱交換器の大きさを数分の 1 程度に縮小できる。熱交換器の大きさは、ヒートポンプ装置全体の大きさを決める支配的な要素であるため、熱交換器が小さくなれば、設置スペースや製造コストの観点からのメリットが大きくなる。

30

【実施例 3】

【0052】

次に、図 4 を用いて本発明の更に他の実施例であるヒートポンプ装置について説明するが、このヒートポンプ装置の基本構成は図 1 に示した実施例のヒートポンプ装置と同一であるので共通の構成及び運転、並びに作動媒体の状態量については説明を省略し、相違する構成について、以下に説明を行う。

【0053】

図 4 に示す実施例では、ヒートポンプ装置として、吐出配管系統 25 の分岐部 26 から分岐して、蒸発器 42 に液水である水を供給する給水系統 31 に連通する、戻り配管系統 22b の経路途中に冷却水系統 51 を配設した冷却器 50 を設置した例を図 4 に示す。前記冷却器 50 では、戻り配管系統 22b を通じて圧縮装置 34 を構成する前段の圧縮機 33、後段の圧縮機 32 を経て吐出され、冷却器 50 の内部に流下した水蒸気を、冷却水系統 51 を通じて外部の冷熱源から供給される低温の流体との熱交換によって冷却させる。この冷却されて液状水分となった液水は、前記冷却器 50 から戻り配管系統 22b を介して給水系統 31 に流入するようになっている。ところで、後段の圧縮機 32 から吐出され、熱供給配管系統 24 を通じて前記熱利用設備 20 に供給された作動媒体であった高温の蒸気は、この熱利用設備 20 にて熱を吸収されて温度が低下した液水又は蒸気となるが、この液水又は蒸気は熱利用設備 20 から弁 118 を備えた戻り配管系統 117 を配設することによって前記冷却器 50 に回収するようになっている。また、前記冷却器 50 では、

40

50

内部に溜まった非凝縮ガスを系外に排出する真空ポンプ 7 1 を備えた排気系統 8 1 も配設されている。

【 0 0 5 4 】

また、圧縮機 3 2 , 3 3 の駆動装置としては、電動機 1 を例に説明したが、電動機に代えて蒸気タービンであっても本実施例と同様な効果を得ることができる。

【 0 0 5 5 】

次に、冷却器 5 0 の動作を説明する。本実施例のヒートポンプ装置の起動時等で圧縮機 3 2 , 3 3 の吐出圧が十分昇圧されない状況においては、熱供給配管系統 2 4 の弁 2 3 を閉弁し、且つ、戻り配管系統 2 2 b の弁 2 1 を開弁することにより、所望値に昇圧されない後段の圧縮機 3 2 から吐出された蒸気を、戻り配管系統 2 2 b , 給水系統 3 1 を通じて蒸発器 4 2 に戻すことができる。その際、戻り配管系統に設置された冷却器 5 0 によって、後段の圧縮機 3 2 から導びかれた蒸気を冷却水系統 5 1 を流れる冷却媒体で冷却し、前記蒸気の飽和温度よりも下げて液水に凝縮させる。弁 2 1 は、冷却器 5 0 に送られる蒸気の流量を調整すると共に、冷却器 5 0 内の圧力が蒸発器 4 2 内の圧力よりも、やや高めになるように設定する圧力調整弁の役割も果たす。

【 0 0 5 6 】

液水になって冷却器 5 0 の底面に溜まった水分は、冷却器 5 0 の内圧と蒸発器 4 2 の内圧の差圧により、戻り配管系統 2 2 b , 給水系統 3 1 を通じて蒸発器 4 2 に吸い込まれることになる。配管の圧損などにより、冷却器 5 0 と蒸発器 4 2 の内圧差だけでは十分な配管流速が得られない場合は、戻り配管系統 2 2 b の途中にポンプを設置して昇圧させてもよい。

【 0 0 5 7 】

大気などから系統内に漏れ込んだ空気などの非凝縮ガスは、蒸気が凝縮する場所に滞りやすい。本実施例のヒートポンプ装置では、装置起動時における蒸気の凝縮が、主として冷却器 5 0 の内部で起こる。従って、非凝縮ガスの多くは冷却器 5 0 の内部に蓄積されることになる。この系統内に溜まった非凝縮ガスを冷却器 5 0 に集積させ、それを真空ポンプ 7 1 を設けた排気系統 8 1 から外部に排気させることで、系内の水蒸気の純度を高い状態に保つことができる。

【 0 0 5 8 】

戻り配管系統 2 2 b の冷却器 5 0 の下流側には、冷却器 5 0 に貯蔵され、戻り配管系統 2 2 b を流下する液水から不純物を除去する水処理機 6 0 が設置されている。水処理機 6 0 の形式としては単純なフィルタ式のものやイオン交換樹脂や逆浸透膜のような化学反応を利用したものなど、種々の形式のものが考えられる。水処理の方法は、熱利用設備 2 0 で利用される蒸気の利用用途によって大きく異なり、混入する不純物の種類に応じて変える必要がある。

【 0 0 5 9 】

本実施例のヒートポンプ装置の運転について説明する。ヒートポンプ装置の起動時には、前述した各実施例の場合と同様に、制御装置 1 0 0 からの制御信号 S に基づき電動機 1 を駆動して圧縮機 3 2 及び圧縮機 3 3 の回転数を上昇させていく。また、制御装置 1 0 0 から入力する弁制御信号に基づいて熱供給配管系統 2 4 の弁 2 3 を閉弁し、且つ、戻り配管系統 2 2 b の弁 2 1 を開弁することにより、後段の圧縮機 3 2 の吐出蒸気を、すべて冷却器 5 0 に送り、冷却水系統 5 1 により冷やして凝縮させる。この場合、元々の蒸発器 4 2 内の液水 3 5 の水温とほぼ同等になるまで冷却し、戻り配管系統 2 2 b , 給水系統 3 1 を通じて蒸発器 4 2 へ戻すので、蒸発器 4 2 の液水 3 5 の水温は、ほぼ一定に保たれる。そして、電動機 1 の出力を増やして圧縮機 3 2 , 3 3 の回転数を上昇させるのに合わせて、戻り配管系統 2 2 b の弁 2 1 の開度を更に開けていく。それと同時に、蒸発器 4 2 に配設された温水系統 4 0 に供給する外部の熱量と、冷却器 5 0 に配設された冷却水系統 5 1 で消費する外部の熱量を互いに増加させることによって、圧縮機 3 2 , 3 3 の吸気の温度、圧力をほぼ一定に維持して、サージを発生させることなく圧縮機 3 2 , 3 3 の回転数を所定値まで上昇させる。

【 0 0 6 0 】

そして、圧縮機の回転数を上昇させて、圧縮機の吐出蒸気が、圧縮機が流体的に連通される熱利用設備 2 0 の雰囲気圧の圧力以上、例えば大気圧以上になれば圧縮機にサージが発生する状況は回避されているので、前記制御装置 1 0 0 からの弁操作信号に基づいて戻り配管系統 2 2 の弁 2 1 を閉弁し、熱供給配管系統 2 4 の弁 2 3 を開弁して、前記熱利用設備 2 0 に圧縮機 3 2 から吐出蒸気の供給を開始する。尚、弁 2 1 が閉じられた時点で、戻り配管系統 2 2 b を介して冷却器 5 0 に高温高压の蒸気が供給されなくなる為、冷却水系統 5 1 への冷却水の供給を停止させる。そして、圧縮機 3 2 及び圧縮機 3 3 を更に昇速させて圧縮機吐出の水蒸気が熱利用設備 2 0 が要求する蒸気条件、例えば約 0.4 MPa , 約 140 程度の高温の水蒸気の状態に達すると前記制御装置 1 0 0 によって前記圧縮機の運転状態を保持して、この蒸気条件の蒸気が後段の圧縮機 3 2 から継続して熱利用設備 2 0 に供給する状態を継続させる。

10

【 0 0 6 1 】

本実施例では、前述した第 1 の実施例と同様な効果を得ることができる。加えて、本実施例では以下に述べる作用効果が実現される。

【 0 0 6 2 】

本実施例では、圧縮機から吐出される高温高压の蒸気を冷却せずに蒸発器 4 2 に戻す場合に比べて、前述したように、圧縮機 3 2 , 3 3 に吸気される蒸気の状態がほぼ一定に維持されるため、圧縮機 3 2 , 3 3 から吐出される蒸気の状態のみに着目して弁 2 1 および弁 2 3 の開度を調整すれば良く、制御が容易となる。

20

【 0 0 6 3 】

また、系統内に漏れ込んだ非凝縮ガスを真空ポンプ 7 1 , 排気系統 8 1 で系統外に排気し、作動媒体を高純度に保つことが可能なため、サイクル性能の経年劣化が防止される。

【 0 0 6 4 】

本実施例では、圧縮機 3 2 , 3 3 から高温の蒸気として熱供給配管系統 2 4 を通じて供給し、熱利用設備 2 0 で熱源等として使用されて冷却された液水を、戻り配管系統 117 を通じて冷却器 5 0 に回収し、戻り配管系統 2 2 , 給水系統 3 1 を通じて蒸発器 4 2 に戻すことによって、給水系統 3 1 等を通じて外部から蒸発器 4 2 に供給する液水の量を大幅に削減することができる。また、冷却器 5 0 に回収した液水を一旦、この冷却器 5 0 内に貯水して、真空ポンプ 7 1 , 排気系統 8 1 により非凝縮ガスを系外に取り除くことにより、ヒートポンプを常に高い性能で運用することが可能である。また、ヒートポンプの起動時に、冷却器 5 0 をヒートポンプ系統や熱利用設備 2 0 に蓄積した非凝縮ガスを除去する為の非凝縮ガス除去装置として使用すれば、機器が簡素化される分、設備コストと設置スペースを削減できる。

30

【 0 0 6 5 】

本実施例では、熱利用設備 2 0 から冷却器 5 0 に回収された液水が流通する戻り配管系統 2 2 b に、水中の不純物を除去するための水処理機 6 0 を設置しているので、蒸発器 4 2 や圧縮機 3 2 , 3 3 に流入する作動媒体中の不純物を削減することができ、温水系統 4 0 の伝熱面、並びに圧縮機 3 2 , 3 3 の翼面への不純物の不着が防止され、蒸発器 4 2 や圧縮機 3 2 , 3 3 の性能の経年劣化を抑えて長期間に渡る高効率の維持や、メンテナンスコストの削減を達成することが可能となる。

40

【 0 0 6 6 】

作動媒体中に混入する不純物の種類や割合は、熱利用設備 2 0 における熱の利用方法によって大きく変化する。ヒートポンプで生成され供給した蒸気を熱利用設備 2 0 にて非加熱体に直接接触させる場合には不純物の割合が高くなり、熱交換器などにより間接接触させる場合は不純物の割合が小さい。よって、熱利用設備 2 0 で前記蒸気を非加熱体に直接接触させて利用する場合は水処理機 6 0 の利用が効果的であり、長期に渡り性能劣化の少ないヒートポンプ装置を提供することができる。

【 実施例 4 】

【 0 0 6 7 】

50

次に、図 5 を用いて本発明の更に他の実施例であるヒートポンプ装置について説明するが、このヒートポンプ装置の基本構成は図 1 に示した実施例のヒートポンプ装置と同一であるので共通の構成及び運転、並びに作動媒体の状態量については説明を省略し、相違する構成について、以下に説明を行う。

【 0 0 6 8 】

本実施例のヒートポンプ装置は、後段の圧縮機 3 2 の吐出蒸気を、吐出配管系統 2 5 の分岐部 2 6 から分岐して、蒸発器 4 2 に導く弁 2 1 を備えた戻り配管系統 2 2 を有している。この戻り配管系統 2 2 の途中には、電動機 1 及び圧縮機 3 2 , 3 3 とロータが機構的に連結された膨張タービン 9 5 が配置されている。さらに、膨張タービン 9 5 の下流側の戻り配管系統 2 2 には、真空ポンプ 7 2 を有する非凝縮ガスの排気系統 8 2 を配設した脱

10

【 0 0 6 9 】

本実施例のヒートポンプ装置は、制御装置 1 0 0 からの制御信号 S に基づき電動機 1 を駆動して圧縮機 3 2 及び圧縮機 3 3 の回転数を上昇させるが、ヒートポンプ装置の起動時等で圧縮機 3 2 , 3 3 の吐出圧が十分昇圧されない状況においては、前述した各実施例の場合と同様に、制御装置 1 0 0 からの弁制御信号に基づいて熱供給配管系統 2 4 の弁 2 3 を閉弁し、戻り配管系統 2 2 の弁 2 1 を開弁することにより、所望値に昇圧されてない後段の圧縮機 3 2 から吐出された蒸気は、戻り配管系統 2 2 を通じて蒸発器 4 2 に戻すようにして、熱供給配管系統 2 4 を通じて熱利用設備 2 0 に供給しないようにしている。その際に、戻り配管系統 2 2 を流下する蒸気で膨張タービン 9 5 を駆動させて蒸気から動力を

20

【 0 0 7 0 】

そして、圧縮機の回転数を上昇させて、圧縮機の吐出蒸気が、圧縮機が流体的に連通される熱利用設備 2 0 の雰囲気圧の圧力以上、例えば大気圧以上になれば圧縮機にサージが発生する状況は回避されているので、前記制御装置 1 0 0 からの弁操作信号に基づいて戻り配管系統 2 2 の弁 2 1 を閉弁し、熱供給配管系統 2 4 の弁 2 3 を開弁して、前記熱利用設備 2 0 に圧縮機 3 2 から吐出蒸気の供給を開始する。そして、圧縮機 3 2 及び圧縮機

30

【 0 0 7 1 】

また、本実施例では、熱利用設備 2 0 から液水を給水系統 3 1 に導く戻り配管系統 1 2 7 が配設されている。この戻り配管系統 1 2 7 には弁 1 2 8 と、真空ポンプ 7 3 及び排気系統 8 3 を有する脱気器 6 0 b が設置されている。そして、圧縮機 3 2 , 3 3 から熱供給配管系統 2 4 を通じて供給し、熱利用設備 2 0 で熱源等として使用されて冷却された液水は、熱利用設備 2 0 から戻り配管系統 1 2 7 を通じて脱気器 6 0 b に回収し、戻り配管系統

40

【 0 0 7 2 】

本実施例では、前述した第 1 の実施例と基本的な構成は共通であり、第 1 の実施例と同様な効果を得ることができる。加えて、本実施例では以下に述べる作用効果が得られる。

50

【 0 0 7 3 】

本実施例では、電動機 1 の動力で駆動され、圧縮機 3 2 , 3 3 によって加えられた動力を膨張タービン 9 5 で回収することにより、蒸気の圧力、温度を元の蒸発器 4 2 内の状態に近づけることができる。しかも、膨張タービン 9 5 で回収した動力は、圧縮機 3 2 , 3 3 の圧縮動力として有効利用されるため、電動機 1 に供給されるべき電力は膨張タービン 9 5 がない場合に比べ、圧倒的に小さく出来る。

【 0 0 7 4 】

例えば、膨張タービン 9 5 と圧縮機 3 2 , 3 3 の効率を 8 0 % と想定した場合、圧縮機 3 2 , 3 3 を回転させるのに必要な動力を 1 として、 $1 \text{ (必要動力)} - 0.8 \text{ (圧縮機で加えられる動力)} \times 0.8 \text{ (膨張タービンで回収できる動力)} = 0.36$ となり、膨張タービン 9 5 がない場合の約 3 6 % の動力を電動機 1 で供給すれば良い。膨張タービン 9 5 の設置により、ヒートポンプの起動時に蒸発器 4 2 内の状態を一定に維持しつつ、起動に必要な動力を大幅に削減する事ができる。

10

【 0 0 7 5 】

また、図 4 に示した実施例のように、弁 2 1 と冷却器 5 0 を使用する場合に比べ、弁 2 1 で生じる圧損を小さくでき、さらに冷却器 5 0 から有効な熱量を外部へ持ち出す冷却系統 5 1 もないため、起動時における損失が少なく抑えられる。また、冷却系統 5 1 がないのでその分、配管系統を簡素化できる。

【 0 0 7 6 】

本実施例では、圧縮機 3 2 , 3 3 から戻り配管系統 2 2 b に供給される蒸気量を弁 2 1 の開度によって制御する構成を図示したが、弁 2 1 に代えて膨張タービン 9 5 の入口に可動式の静翼を設け、該静翼の取り付け角を変えることにより、戻り配管戻り配管系統 22 b に供給されるべき蒸気量を調節しても同様の効果が得られる。

20

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 7 7 】

ヒートポンプ装置に適用可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 8 】

【 図 1 】 本発明の一実施例であるヒートポンプ装置の構成を示す系統図。

【 図 2 】 圧縮機の可動静翼を設置した本発明の実施例であるヒートポンプ装置の構成を示す系統図。

30

【 図 3 】 本発明の他の実施例であるヒートポンプ装置の構成を示す系統図。

【 図 4 】 本発明の他の実施例であるヒートポンプ装置の構成を示す系統図。

【 図 5 】 本発明の他の実施例であるヒートポンプ装置の構成を示す系統図。

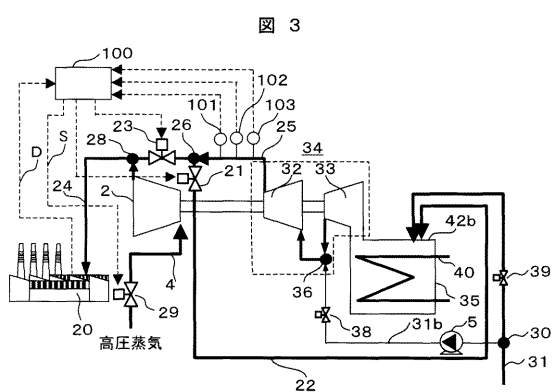
【 符号の説明 】

【 0 0 7 9 】

1 ... 電動機、 2 ... 蒸気タービン、 4 ... 高圧蒸気配管系統、 5 ... ポンプ、 2 0 ... 熱利用設備、 2 1 , 2 3 , 2 9 , 3 8 , 3 9 , 1 1 8 , 1 2 8 ... 弁、 2 2 , 2 2 b , 1 1 7 , 1 2 7 ... 戻り配管系統、 2 4 ... 熱供給配管系統、 2 5 ... 吐出配管系統、 2 6 , 2 8 , 3 0 ... 分岐部、 3 1 ... 給水系統、 3 1 b ... 配管系統、 3 2 , 3 3 ... 圧縮機、 3 4 ... 圧縮装置、 3 5 ... 液水、 3 6 ... 混合器、 4 0 ... 温水系統、 4 2 , 4 2 b ... 蒸発器、 5 0 ... 冷却器、 5 1 ... 冷却水系統、 6 0 ... 水処理機、 6 0 a , 6 0 b ... 脱気器、 7 1 , 7 2 , 7 3 ... 真空ポンプ、 8 1 , 8 2 , 8 3 ... 排気系統、 8 5 ... 可動静翼、 1 0 0 ... 制御装置、 1 0 1 ... 流量検出器、 1 0 2 ... 圧力検出器、 1 0 3 ... 温度検出器。

40

【 図 3 】



【圖 4】

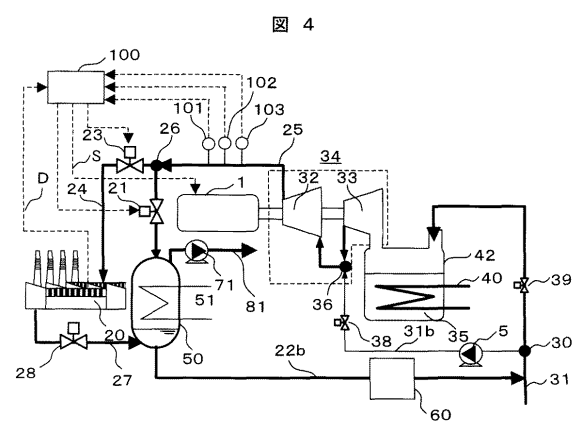
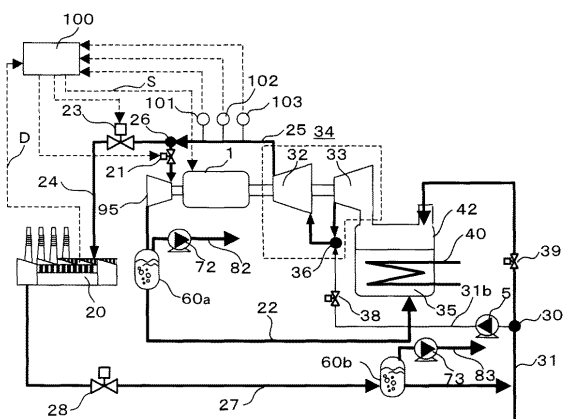


图 5



フロントページの続き

(72)発明者 福島 敏彦

茨城県ひたちなか市堀口832番地の2
所内

株式会社 日立製作所 機械研究

審査官 新井 浩士

(56)参考文献 特開昭60-221601(JP,A)
実開昭63-031292(JP,U)
特開平03-290093(JP,A)
特開昭61-276673(JP,A)
特開昭61-282765(JP,A)
特開平05-087416(JP,A)
特開昭60-147067(JP,A)
特開2004-251541(JP,A)
特開平01-045908(JP,A)
特開2002-372397(JP,A)
実開昭58-015167(JP,U)
特開平11-044202(JP,A)
特開平11-226560(JP,A)
特開平10-094709(JP,A)
特開昭55-160265(JP,A)
特開平08-158813(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F25B 19/00

F22B 3/00