

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 5 部門第 3 区分

【発行日】平成 28 年 4 月 21 日 (2016.4.21)

【公開番号】特開 2014-153003 (P2014-153003A)

【公開日】平成 26 年 8 月 25 日 (2014.8.25)

【年通号数】公開・登録公報 2014-045

【出願番号】特願 2013-23727 (P2013-23727)

【国際特許分類】

F 2 8 F 27/00 (2006.01)

F 2 8 F 11/00 (2006.01)

【F I】

F 2 8 F 27/00 5 1 1 M

F 2 8 F 11/00 A

【手続補正書】

【提出日】平成 28 年 1 月 5 日 (2016.1.5)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに熱交換を行うよう隣接配置された第 1 熱交換流路および第 2 熱交換流路を備えた熱交換器と、

前記第 1 熱交換流路に第 1 流体を通流させる第 1 流路と、

前記第 2 熱交換流路に第 2 流体を通流させる第 2 流路と、

前記第 1 流路のうち前記熱交換器の上流側および下流側の少なくとも何れか一方に設けた 1 次側圧力センサと、

前記第 2 流路のうち前記熱交換器の上流側および下流側の少なくとも何れか一方に設けた 2 次側圧力センサと、

前記第 1 流路のうち前記熱交換器の上流側および下流側に夫々設けた 1 次側通流弁と、

前記第 2 流路のうち前記熱交換器の上流側および下流側に夫々設けた 2 次側通流弁と、

前記第 1 熱交換流路および前記第 1 流路に前記第 1 流体を通流または通流停止させる第 1 ポンプと、

前記第 2 熱交換流路および前記第 2 流路に前記第 2 流体を通流または通流停止させる第 2 ポンプと、

前記 1 次側圧力センサおよび前記 2 次側圧力センサの少なくとも何れか一つからの検出値に基づいて、前記 1 次側通流弁、前記 2 次側通流弁、前記第 1 ポンプおよび前記第 2 ポンプの少なくとも何れか一つを操作可能な制御部とを備えると共に、

前記夫々設けた 1 次側通流弁を両端部とする前記第 1 流路および前記第 1 熱交換流路を含む流路の少なくとも一部の配置高さを

前記夫々設けた 2 次側通流弁を両端部とする前記第 2 流路および前記第 2 熱交換流路を含む流路の何れの部位よりも高くして、

前記第 1 熱交換流路の任意の位置での水頭圧が、それに対応する前記第 2 熱交換流路の位置での水頭圧よりも高くなるように設定し、

運転中および運転休止中に前記第 1 熱交換流路の圧力を前記第 2 熱交換流路の圧力より高く保持するように構成してあって、

しかも前記第 1 熱交換流路に対して下流側に位置する前記第 1 流路のうち前記 1 次側通流

弁のさらに下流側の位置から分岐し、前記第 2 流路における前記第 2 熱交換流路と前記 2 次側通流弁との間の位置に接続されたバイパス流路および当該バイパス流路に設けたバイパス通流弁を備え、

ドレン流路を、前記バイパス流路が接続されたのとは反対側の前記第 2 流路に接続してある熱交換システム。

【請求項 2】

互いに熱交換を行うよう隣接配置された第 1 熱交換流路および第 2 熱交換流路を備えた熱交換器と、

前記第 1 熱交換流路に第 1 流体を通流させる第 1 流路と、

前記第 2 熱交換流路に第 2 流体を通流させる第 2 流路と、

前記第 1 流路のうち前記熱交換器の上流側および下流側の少なくとも何れか一方に設けた 1 次側圧力センサと、

前記第 2 流路のうち前記熱交換器の上流側および下流側の少なくとも何れか一方に設けた 2 次側圧力センサと、

前記第 1 流路のうち前記熱交換器の上流側および下流側に夫々設けた 1 次側通流弁と、

前記第 2 流路のうち前記熱交換器の上流側および下流側に夫々設けた 2 次側通流弁と、

前記第 1 熱交換流路および前記第 1 流路に前記第 1 流体を通流または通流停止させる第 1 ポンプと、

前記第 2 熱交換流路および前記第 2 流路に前記第 2 流体を通流または通流停止させる第 2 ポンプと、

前記 1 次側圧力センサおよび前記 2 次側圧力センサの少なくとも何れか一つからの検出値に基づいて、前記 1 次側通流弁、前記 2 次側通流弁、前記第 1 ポンプおよび前記第 2 ポンプの少なくとも何れか一つを操作可能な制御部とを備えたと共に、

前記第 2 熱交換流路の両端のうち低い側の端部に接続してある前記第 2 流路のうち低い側の第 2 流路において、前記第 2 熱交換流路と前記 2 次側通流弁との間の位置から分岐延長させたドレン流路および当該ドレン流路の開閉を行うドレン用通流弁を設け、
運転中および運転休停止中に前記第 1 熱交換流路の圧力を前記第 2 熱交換流路の圧力より高く保持するように構成してあって、

しかも前記第 1 熱交換流路に対して下流側に位置する前記第 1 流路のうち前記 1 次側通流弁のさらに下流側の位置から分岐し、前記ドレン流路が接続されたのとは反対側の前記第 2 流路における前記第 2 熱交換流路と前記 2 次側通流弁との間の位置に接続されたバイパス流路および当該バイパス流路に設けたバイパス通流弁を備えてある熱交換システム。

【請求項 3】

前記第 1 熱交換流路の下流側に位置する前記第 1 流路における前記第 1 熱交換流路と前記 1 次側通流弁との間の位置に、前記第 1 流体の一定量を貯留できる流路延長形成体を設けてある請求項 1 または 2 に記載の熱交換システム。

【請求項 4】

前記制御部が、前記 1 次側通流弁、前記 2 次側通流弁、前記第 1 ポンプ、前記第 2 ポンプおよび前記ドレン用通流弁のうち少なくとも何れか一つの動作を制御して、前記第 1 流路の圧力と前記第 2 流路の圧力との圧力差を急増変化させ、前記 1 次側圧力センサおよび前記 2 次側圧力センサのうち少なくとも何れか一方の検出値に基づいて、前記第 1 熱交換流路と前記第 2 熱交換流路との連通の有無を確認するように構成してある請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の熱交換システム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】熱交換システム

【技術分野】

【0001】

本発明は、互いに熱交換を行うよう隣接配置された第1熱交換流路および第2熱交換流路を備えた熱交換器と、前記第1熱交換流路に第1流体を通流させる第1流路と、前記第2熱交換流路に第2流体を通流させる第2流路と、前記第1流路および前記第2流路に夫々設けた圧力センサおよび通流弁と、前記第1熱交換流路および前記第2熱交換流路に流体を各別に通流・停止させるポンプとを備え、前記圧力センサの検出値を受け取り、前記通流弁および前記ポンプの少なくとも何れか一つを操作する制御部とを備えた熱交換システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、水を90℃まで加熱する熱源機として、(1)ボイラー方式 (2)電気ヒーター方式 (3)CO₂冷媒ヒートポンプ方式などのものがある。このうち(3)の熱源機はCO₂ガス排出量が少なく、夜間電力を使用して電力使用の平準化に寄与でき、しかもエネルギーコストが安いことで環境面と経済面において優位性がある。

【0003】

各々の熱源機には5～25℃程度の水を通水して90℃まで昇温させる熱交換器が内蔵されている。この内蔵熱交換器に問題なく直接通水できる昇温対象流体は基本的に水道水やこれに準ずる水質の良質水に限られる。それ以外の昇温対象流体は、内蔵熱交換器の通流流体漏れによる熱源機損傷の大掛かりなトラブルを回避するために、内蔵熱交換器に直接通流させることはしない。そのような昇温対象流体の場合には、一旦、昇温した良質水を熱源に利用して間接式熱交換器を使用した間接熱交換を行うことにより、目的の昇温対象流体の加温・昇温を行う。

【0004】

しかしながら、これらの間接熱交換方式の装置においても、熱交換効率向上の為に使われる通流部金属材料に腐食孔や割れなどが生じ、通流流体漏れによるトラブルを起こす場合がある。例えば、図4のようにCO₂冷媒ヒートポンプ方式熱源機で加温した貯湯温水(85～65℃)を間接熱交換器の1次側に通し、2次側に通す冷温泉水(25℃未満)を所定の温度(約45℃)まで加温し、浴槽に供する冷温泉水加温・循環への上記熱源機利用システムにおいて、夜間電力を有効利用するために、1次側温水と同じ貯湯温水を別系統で食器洗浄などの用途に兼用する場合がある。この場合、間接熱交換器に腐食孔や割れが発生すると、これらの部位から冷温泉水が1次側温水に混入し、1次側温水が汚染されてしまう。そしてこの汚染水が貯湯タンクなどに流入すると、1次側温水が食器洗浄に適さなくなるなどの問題が生じる。また、汚染水が上記熱源機の内蔵熱交換器にまで達すると、その熱交換器をも腐食させ、熱源機を損傷させる可能性がある。

【0005】

さらに、熱交換器に腐食孔や割れが生じなくても、スケール付着や詰まりなどのために、熱交換効率の著しい低下によるエネルギーロスの増大や、メンテナンスコストの増大を来す。特にスケール付着については冷温泉水などスケール成分の析出物が熱交換運転休止の放置時間中に徐々に成長し固着する場合がある。このようなスケールの固着は、毎回の運転時の洗浄で防止することも可能である。しかし、従来の熱交換器では特にこのような洗浄運転は行われておらず、各熱源機メーカーは保証する昇温対象流体の成分に制約を設けてスケールの付着防止を図っているのが実状である。今のところ、多くの熱源機メーカーが水道水以外に保証する昇温対象流体は、特定の水質基準をクリアする良質の井水や地下水に限定されている。ただし、結局のところ現在、十分な耐久性を保証された間接熱交換器として、冷温泉水の加温用途に用いるシステムに使用されているものはない。

【0006】

一方、最近になって約70℃以上の高温温泉水を熱源に低沸点媒体を使用して発電を行う小型バイナリー発電システムが注目を浴びている。しかし、種々の水質の高温温泉水に対し、例えば十分な耐久性をもつ間接熱交換器を用いたシステムは今のところ見当たらない。

い。

【 0 0 0 7 】

このような熱交換器の破損漏れ故障を診断する技術として、例えば、特許文献 1 に示す技術がある。この技術は、環境試験装置などに用いられる熱交換器の破損漏れを確実に検知しようとするシステムである。

【 0 0 0 8 】

このシステムでは、熱交換器の破損を確認するために、通常はシステムの運転を開始する前に、システムの流路のうち熱交換器を含む領域の圧力を高い状態に設定する。そのためには、まず、流路に設けた複数の弁の開閉状態を設定して熱交換器を含む領域を密閉領域とする。次に、ポンプなどを利用して当該密閉領域の圧力を一定圧力に昇圧し、その圧力を所定の時間に亘って測定する。当該圧力が変化しなければ、熱交換器には漏洩などの不都合が生じていないと判断できる。一方、圧力が低下した場合には、特に所定の閾値を超えて低下した場合に熱交換器に何らかの不都合が生じていると判断する。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 2 - 0 0 2 6 7 3 号公報 （〔 0 0 4 4 〕～〔 0 0 6 0 〕段落、図 4 ～ 6 ）

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

上記特許文献 1 の装置では、そのような確認運転を通常は装置の運転初期の状態において行う。しかしながら、間接熱交換器を含め多くの熱交換器は、運転休停止中においても流路の内部に流体を充填したままであることが多い。よって、流路内部の腐食進行など流体に基因する熱交換器の破損漏れ故障が運転休停止中に生じた場合、次の確認運転がなされるまで熱交換器の故障が放置されてしまう。この間に、例えば熱交換器における 1 次側 2 次側双方の流体が水のような場合には一方の流体が他方の流路に混入し続け、他方の流路の汚染が進行してしまうことがある。

【 0 0 1 1 】

また、この装置では運転初期に、場合によっては運転途中において一時的に一定時間を割いて前記密閉領域を形成し、熱交換器の破損チェック動作の確認運転を行い、そのの本運転の可否を判断するものである。しかし、この装置は本運転中にリアルタイムに漏れ故障を検知するものではなく、また、本運転中に 1 次側流体と 2 次側流体の混入を防止したり、微量混入漏れ流路に対する汚染処理なども行わない。

このように確認運転機能を備えた従来の装置であっても、運転中あるいは運転休停止中に拘らず、常に熱交換器の健全性を維持することはできず、種々の環境下において高い安全性を有する熱交換システムを実現するには未だ改善すべき問題が存在していた。

【 0 0 1 2 】

そこで本発明では、運転中および運転休停止中に、熱交換器 1 次側と 2 次側の流体の混入を防止し、微量混入漏れ汚染が生じた場合でも汚染の拡大を阻止し得る熱交換システムを提供することを課題とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 3 】

本発明の熱交換システムに係る特徴構成は、互いに熱交換を行うよう隣接配置された第 1 熱交換流路および第 2 熱交換流路を備えた熱交換器と、前記第 1 熱交換流路に第 1 流体を通流させる第 1 流路と、前記第 2 熱交換流路に第 2 流体を通流させる第 2 流路と、前記第 1 流路のうち前記熱交換器の上流側および下流側の少なくとも何れか一方に設けた 1 次側圧力センサと、前記第 2 流路のうち前記熱交換器の上流側および下流側の少なくとも何れか一方に設けた 2 次側圧力センサと、前記第 1 流路のうち前記熱交換器の上流側および下流側に夫々設けた 1 次側通流弁と、前記第 2 流路のうち前記熱交換器の上流側および下

流側に夫々設けた２次側通流弁と、前記第１熱交換流路および前記第１流路に前記第１流体を通流または通流停止させる第１ポンプと、前記第２熱交換流路および前記第２流路に前記第２流体を通流または通流停止させる第２ポンプと、前記１次側圧力センサおよび前記２次側圧力センサの少なくとも何れか一つからの検出値に基づいて、前記１次側通流弁、前記２次側通流弁、前記第１ポンプおよび前記第２ポンプの少なくとも何れか一つを操作可能な制御部とを備え、前記夫々設けた１次側通流弁を両端部とする前記第１流路および前記第１熱交換流路を含む流路の少なくとも一部の配置高さを、前記夫々設けた２次側通流弁を両端部とする前記第２流路および前記第２熱交換流路を含む流路の何れの部位よりも高くして、前記第１熱交換流路の任意の位置での水頭圧が、それに対応する前記第２熱交換流路の位置での水頭圧よりも高くなるように設定し、運転中および運転休止中に前記第１熱交換流路の圧力を前記第２熱交換流路の圧力より高く保持するように構成した点にある。

【００１４】

本構成の熱交換システムでは、１次側通流弁を両端部とする流路の少なくとも一部の配置高さを、２次側通流弁を両端部とする流路の何れの部位よりも高くしてある。つまり、第１流路の一部は、互いに対向する第１熱交換流路および第２熱交換流路の位置よりも常に高い位置にある。よって、第１流路および第２流路に流体が存在する場合には、第１熱交換流路における水頭圧が、それに対応する位置の第２熱交換流路の水頭圧よりも常に高いものとなる。従って、運転休止中に仮に熱交換器の内部で破損が生じた場合でも、第２流体が第１熱交換流路の側に混入するのを防止することができる。

【００１５】

一方、熱交換運転中は、例えば、第１ポンプと第２ポンプの吐出圧に差を設け、１次側の流体圧力が２次側の流体圧力よりも常に大きくなるよう平均的所定差圧を持たせる。このような差圧運転を行うことで、仮に熱交換器の内部で破損が生じても第２流体が第１熱交換流路の側に混入するのを防止することができる。

【００１６】

また、上記平均的所定差圧に異常があった場合、１次側圧力センサおよび２次側圧力センサの少なくとも何れかによる検知に基づき漏洩状況と判定して第１ポンプおよび第２ポンプを停止するなど直ちに熱交換システムを運転休止状態とし、水頭圧の差により第１熱交換流路における圧力を、それに対応する位置の第２熱交換流路の圧力より高く保持する。

【００１７】

本発明の熱交換システムにおいては、前記第２熱交換流路の両端のうち低い側の端部に接続してある前記第２流路における前記第２熱交換流路と前記２次側通流弁との間の最も低い位置から前記第２熱交換流路よりも下方に分岐延長させたドレン流路および当該ドレン流路の開閉を行うドレン用通流弁を設けることができる。

【００１８】

本構成のごとく、ドレン流路およびドレン用通流弁を、第２熱交換流路に接続される第２流路のうち低い側に接続することで、仮に、熱交換運転において第１熱交換流路と第２熱交換流路との仕切りに破損が生じていた場合などに、１次側圧力センサおよび２次側圧力センサの少なくとも何れかによる検知に基づき漏洩状況と判定して当該ドレン用通流弁を大気開放して第２熱交換流路の流体を排出し、流体の混入を阻止することができる。当該ドレン流路は、第２熱交換流路に対して上流側に設けるか下流側に設けるかはここでは問題とならない。ドレン流路は、二つの第２流路のうち、設置高さがより低位置にあるものから分岐させる。これにより、第２熱交換流路および二つの第２流路に存在する第２流体の略全てを排出することができる。

【００１９】

本発明の熱交換システムにおいては、前記第１熱交換流路に対して下流側に位置する前記第１流路のうち前記１次側通流弁のさらに下流側の位置から分岐し、前記第２流路のうち前記第２熱交換流路と前記２次側通流弁との間の位置に接続されたバイパス流路および

当該バイパス流路に設けたバイパス用通流弁を備え、

前記ドレン流路を、前記バイパス流路が接続されたのとは反対側の前記第２流路に接続しておくことが好適である。

【００２０】

本構成のごとく、バイパス流路を、第１熱交換流路よりも下流側であって１次側通流弁よりもさらに下流側の位置から第２流路の何れか一方に接続し、これと反対の第２流路にドレン流路を設けることで、例えば、ドレン用通流弁を開放状態とし、より圧力の高い第１流体をバイパス流路から第２流路の一方を介して第２熱交換流路に供給することで第２熱交換流路を洗浄することができる。より圧力の低い第２熱交換流路には、例えば、熱を保有する温泉水などを流通させるが、このような熱源流体にはスケール成分や不純物が混入していることが多いと考えられる。よって、例えば当該バイパス流路を第２熱交換流路の下流側に接続すれば、より高圧で清浄な第１流体を通常の流れとは逆の方向に流して、第２熱交換流路を逆流洗浄することができる。このような逆流洗浄を熱交換運転開始前および終了後など適切なタイミングで実施することで、熱交換器の腐食などを防止して熱交換器の耐久性をより高めることができる。

【００２１】

また、バイパス流路の分岐部を第１熱交換流路よりも下流側に設けたので、仮に、熱交換運転などにおいて熱交換器の内部で破損が生じ、第１熱交換流路と第２熱交換流路との間で微量混入漏れによる汚染が生じている場合に、１次側圧力センサおよび２次側圧力センサの少なくとも何れかによる検知に基づき漏洩状況と判定してバイパス用通流弁およびドレン用通流弁を開けることなどにより、汚染が生じている流体を第１流路の下流側には流さず、第２流路の側に確実に排出することができる。よって、第１流路の下流側における汚染の拡大を防止することができ、特に第１流路の下流側に汚染が拡大する場合の厄介な汚染漏れ水の後始末の必要もなくなる。

【００２２】

本発明の熱交換システムにおいては、前記第１熱交換流路の下流側に位置する前記第１流路における前記第１熱交換流路と前記１次側通流弁との間の位置に、前記第１流体の一定量を貯留できる流路延長形成体を設けておくことができる。

【００２３】

本構成のごとく、第１熱交換流路の下流側に流路延長形成体を備えることで、仮に、熱交換器において第２流体が第１流体の側に僅かに混入した場合でも、汚染された流体の一定量は当該流路延長形成体に貯留され、汚染水がさらに下流側に流れるのを一定時間にわたり阻止することができる。本システムでは、例えば、熱交換運転中に各所に設けた圧力センサの圧力計測値から第１熱交換流路の圧力と第２熱交換流路の圧力との差圧を監視し、当該圧力計測値または当該差圧値が異常を呈した場合に、第２流体が第１流体の側に混入する条件の一つと判定し、第１ポンプおよび第２ポンプを停止させるなどして運転休止状態にする。上記流路延長形成体を設けることで、このような判定を行い、そののちに運転を停止するまでの時間を確保することができ、第１流路の側の汚染をより有効に防止することができる。

【００２４】

本発明の熱交換システムにおいては、前記制御部が、前記１次側通流弁、前記２次側通流弁、前記第１ポンプ、前記第２ポンプおよび前記ドレン用通流弁のうち少なくとも何れか一つの動作を制御して、前記第１流路の圧力と前記第２流路の圧力との圧力差を急増変化させ、前記１次側圧力センサおよび前記２次側圧力センサのうち少なくとも何れか一方の検出値に基づいて、前記第１熱交換流路と前記第２熱交換流路との連通の有無を確認するように構成することができる。

【００２５】

本発明の熱交換システムでは、第１流路に１次側圧力センサを備え、第２流路には２次側圧力センサを備えて、前記第１熱交換流路と前記第２熱交換流路との連通の有無を監視することができる。しかし、通常の熱交換運転中の圧力差は、第２熱交換流路から第１熱

交換流路への第2流体の混入を防止できればよいから、それほど大きな差を設ける必要はない。そのため、仮に、第1熱交換流路と第2熱交換流路との間で連通による漏洩が生じた場合でも、双方の熱交換流路の圧力が顕著に変化しない可能性がある。そこで、本構成では第2熱交換流路の圧力と第1熱交換流路の圧力との差を大きく急増変化させるよう制御部が機能することで漏れ検知診断を行わせ、上記漏洩の早期発見を可能にできる。

【0026】

双方の熱交換流路の圧力差を急増させる手法としては、例えば、熱交換運転前に第1ポンプのみを作動させたり、熱交換運転中に第1ポンプの出力を増大してもよい。また、第1熱交換流路の下流側に設けた1次側通流弁の絞り操作を行ってもよい。さらに、第2熱交換流路に係る第2ポンプを停止させたり、前記ドレン用通流弁を開閉動作させたり、2次側の圧力を低下させてもよい。要するに、第1熱交換流路の側の圧力が第2熱交換流路の側の圧力に対して相対的に急増する操作であれば、制御部は何れの機器を制御するものであってもよい。

このような制御部の制御操作は、双方の圧力が検出可能であれば、当該熱交換システムがどのような運転状態にあっても実施可能である。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】第1実施形態に係る熱交換システムの構成を示す説明図

【図2】第1実施形態に係る熱交換システムの運転態様を示す説明図

【図3】別実施形態に係る熱交換システムの構成を示す説明図

【図4】従来技術に係る熱交換システムの構成を示す説明図

【発明を実施するための形態】

【0028】

本発明に係る熱交換システムの実施形態を、以下、図面を参考にしつつ説明する。

【0029】

(装置構成)

本熱交換システムでは、例えば、CO₂冷媒ヒートポンプ方式熱源機などを用いて既に所定の温度に加温された水道温水を熱交換熱源として使用する。この水道温水を、熱交換器の1次側に通流させ、同時に加温対象の流体を熱交換器の2次側に通流させる。これら1次側および2次側の流体は、例えば互いに対向する方向に通流させる。これにより、2次側の流体を加熱する。このように、当該熱交換器は、上記ヒートポンプ方式などの熱源機使用システムにおいて、2次側の流体を安全かつ効率的に加熱する間接熱交換器として機能する。

【0030】

図1は本発明に係る熱交換システムの一つの実施形態を模式的に表したものである。中央に熱交換器1や各種配管を敷設した熱交換器ユニットUが設けられている。この熱交換器ユニットUの内部は、大きく三つのエリアに区分けしてある。

まず第1エリアA1には熱交換器1を設けてある。この熱交換器1は外部からのメンテナンスが容易となるよう簡易式脱着継ぎ手を備えている。

【0031】

当該第1エリアA1の側方上部に設けた第2エリアA2には、熱交換器1に接続する1次側の配管などが設けてある。具体的には、第1ポンプP1で汲み上げた貯湯タンク2からの第1流体R1を熱交換器1の第1熱交換流路LK1に供給する第1流路L1および当該第1流路L1に設けた逆止通流弁B1が設けてある。ここでの第1流体R1は例えば清浄な温水である。第1流路L1の一部は、第1熱交換流路LK1の最も高い位置に対してさらに高い位置に敷設してある。また、第1熱交換流路LK1の一方に接続した下流側の第1流路L12および1次側通流弁B2、さらに、その下流側に温度制御用の流量調節通流弁B3が同じ第1エリアA1に設けてある。そして場合により、第1熱交換流路LK1と1次側通流弁B2との間の位置に、第1流体R1の一定量を貯留できる流路延長形成体3を設ける。

この他、下流側の第 1 流路 L 1 2 に設けた 1 次側通流弁 B 2 の下流側から、後述する第 2 流路 L 2 の一方側にはバイパス流路 L B を接続してある。このバイパス流路 L B にはバイパス用通流弁 B 4 を備えている。これにより、後述するように 1 次側の第 1 流体 R 1 を 2 次側の第 2 流路 L 2 にバイパスさせ、第 2 熱交換流路 L K 2 を洗浄することができる。

【 0 0 3 2 】

一方、第 2 エリア A 2 の下方に設けた第 3 エリア A 3 には、例えば冷泉水受水槽 1 0 などから第 2 ポンプ P 2 で汲み上げた第 2 流体 R 2 としての冷泉水を第 2 熱交換流路 L K 2 に供給する上流側の第 2 流路 L 2 1 が設けてある。また、この第 3 エリア A 3 には、第 2 熱交換流路 L K 2 のもう一方に接続した下流側の第 2 流路 L 2 2 も設けてある。これら上流側および下流側の第 2 流路 L 2 には、それぞれ 2 次側通流弁 B 5 , B 6 が設けてある。第 2 流路 L 2 のうち鉛直方向のより低位置にある側の第 2 流路 L 2 1 において、第 2 熱交換流路 L K 2 と 2 次側通流弁 B 5 との間の位置からは、ドレン用通流弁 B 7 を備えたドレン流路 L D を分岐させている。これにより、第 2 熱交換流路 L K 2 の第 2 流体 R 2 を必要に応じて外部へ排出することができる。

【 0 0 3 3 】

(熱交換器)

本熱交換システム S のうち主要な構成要素について以下説明する。

本システムに用いる熱交換器 1 は、例えばプレート式熱交換器を用いる。これにより、コンパクトな構成でありながら、流体どうしの熱交換を行う場合に高い熱交換効率を得ることができる。熱交換器 1 の構造としては、例えば 1 mm 以下の厚みの非常に薄い金属プレートを第 1 熱交換流路 L K 1 および第 2 熱交換流路 L K 2 の各熱交換流路の仕切り壁として一定間隔を空けて複数枚重ね合わせてある。一枚のプレートを境にして両面に接する隙間の一方に、熱を与える 1 次側の高温流体である第 1 流体 R 1 を流通させ、他方の隙間に、熱を受ける 2 次側の低温流体である第 2 流体 R 2 を通流させる。これらの通流方向は、通常、対向流とする。従って、形成される複数隙間の一つ飛びに同じ高温流体、あるいは同じ低温流体が分散されて同じ方向に平行に流れる。第 1 熱交換流路 L K 1 および第 2 熱交換流路 L K 2 の入口および出口は外部配管と接続できるように円形の穴が開けてある。同じ位置に開けられた複数枚プレートの穴周りが 1 枚ごとにシールと非シールを繰り返す構造になっており、入り口から入る高温の第 1 流体 R 1 および低温の第 2 流体 R 2 は上記複数の隙間の一つ飛びに連通分散され、高温流体は全て同じ方向に、低温流体は全て逆の方向に流れ、対向流熱交換が行われる。

【 0 0 3 4 】

ただし、このうち第 2 熱交換流路 L K 2 に水質条件の悪い例えば冷温泉水を流すとき、薄いプレート表面にスケールが付着し析出固着を生じさせることがある。場合によっては、腐食孔や割れが生じて隣り合う第 1 流体 R 1 と第 2 流体 R 2 (冷温泉水) とが互いに混ざり合い、清浄な第 1 流体 R 1 が汚染されたり、熱交換システム S の各部で機械的損傷が生じるなどのトラブルが発生する。

【 0 0 3 5 】

なお、熱交換器 1 の形式は、上記プレート式のものに限られるものではなく、2 重管式やシェル & チューブ式など、他方式の熱交換器であってもよい。

【 0 0 3 6 】

(第 1 流路、第 2 流路)

本構成においては、二つの 1 次側通流弁 B 1 , B 2 を両端部とする第 1 流路 L 1 1 , L 1 2 および第 1 熱交換流路 L K 1 を含む流路の少なくとも一部の配置高さを、二つの 2 次側通流弁 B 5 , B 6 を両端部とする第 2 流路 L 2 1 , L 2 2 および第 2 熱交換流路 L K 2 を含む流路の何れの部位よりも高く構成してある。つまり、第 1 流路 L 1 の一部は、互いに対向する第 1 熱交換流路 L K 1 および第 2 熱交換流路 L K 2 の位置よりも常に高い位置にある。例えば、図 1 に示すように、第 1 流路 L 1 の一部を逆 U 字状にして上方に湾曲させたり、また、第 1 流路 L 1 のほぼ全体を第 1 熱交換流路 L K 1 よりも高い位置に設置しておく。

【 0 0 3 7 】

このように構成することで、第 1 流路 L 1 および第 2 流路 L 2 に流体が存在する場合には、第 1 熱交換流路 L K 1 における水頭圧を、それに対応する位置の第 2 熱交換流路 L K 2 の水頭圧よりも常に高く設定することができる。よって、熱交換システム S の運転休止中に、仮に熱交換器 1 の内部で破損が生じた場合でも、第 2 流体 R 2 である冷温泉水が清浄水の流通する第 1 熱交換流路 L K 1 に流入するのを防止することができる。

【 0 0 3 8 】

熱交換システム S の定常の熱交換運転中は、常に第 1 流路 L 1 の流体圧力が第 2 流路 L 2 の流体圧力よりも大きくなるようにする。このような平均的所定差圧を持つように制御する差圧運転を行うことで、仮に、熱交換器 1 の内部で破損が生じていても第 2 流体 R 2 が第 1 熱交換流路 L K 1 の側に混入するのを防止することができる。

【 0 0 3 9 】

また、上記平均的所定差圧に異常があった場合、後述する圧力センサ S 1 , S 2 , S 3 , S 4 のうちの少なくとも何れか一つによる検知に基づき漏洩状況と判定して第 1 ポンプ P 1 および第 2 ポンプ P 2 を停止させると同時に後述するドレン用通流弁 B 7 を開くなど直ちに熱交換システムを運転休止状態とし、水頭圧の差により第 1 熱交換流路 L K 1 における圧力を、それに対応する位置の第 2 熱交換流路 L K 2 の圧力より高く保持する。

【 0 0 4 0 】

なお、この場合、第 1 流路 L 1 の一部をどの程度高く配置するかは、第 1 流路 L 1 、第 1 熱交換流路 L K 1 および後述するドレン用通流弁 B 7 の通流抵抗を考慮して決定する。仮に、第 1 熱交換流路 L K 1 と第 2 熱交換流路 L K 2 との間で流体の微量混入漏れを生じた場合でも、汚染された第 1 流体 R 1 を第 2 熱交換流路 L K 2 の側に確実に通流させ、ドレン用通流弁 B 7 を介して外部へ排出させることができるように第 1 流路 L 1 の一部を十分な高さに設定しておくのが好ましい。

【 0 0 4 1 】

また、第 1 流路 L 1 の一部を上方に湾曲させた逆 U 字状部 L U を設ける場合には、例えば、1 次側通流弁 B 1 , B 2 などから空気が混入したような場合でも、逆 U 字状部 L U の頂部に空気を収集し、適宜外部に放出することができ、第 1 流体 R 1 に混入する空気を除去して熱交換効率を高く維持することができる。

【 0 0 4 2 】

(1 次側通流弁、 2 次側通流弁)

本実施形態で用いる弁としては、例えば図 1 に示すように、上流側の第 1 流路 L 1 1 に設ける 1 次側通流弁としては逆止通流弁 B 1 を用い、下流側の第 1 流路 L 1 2 に設ける 1 次側通流弁 B 2 としては開閉制御可能な通流弁を、さらにその下流側に温度制御用の流量調節通流弁 B 3 を用いることができる。また、上流側および下流側の第 2 流路 L 2 1 , L 2 2 に設ける 2 次側通流弁 B 5 , B 6 としては、例えば双方とも開閉制御可能な通流弁を各々設けることができる。

【 0 0 4 3 】

(流路延長形成体)

本実施形態の熱交換システム S においては、第 1 熱交換流路 L K 1 の下流側に位置する第 1 流路 L 1 2 であって、第 1 熱交換流路 L K 1 と 1 次側通流弁 B 2 との間の位置に、第 1 流体 R 1 の一定量を貯留できる流路延長形成体 3 を設けてもよい。

【 0 0 4 4 】

このように、第 1 熱交換流路 L K 1 の下流側に流路延長形成体 3 を備えることで、仮に、熱交換器 1 において第 2 流体 R 2 が第 1 流体 R 1 の側に混入した場合でも、汚染された流体の一定量は当該流路延長形成体 3 に貯留され、汚染水がさらに下流側に流れるのを一定時間にわたり阻止することができる。本システムでは、例えば、熱交換運転中に各所に設けた後述する圧力センサの圧力測定値から第 1 熱交換流路 L K 1 の圧力と第 2 熱交換流路 L K 2 の圧力との差圧を監視し、この圧力測定値または差圧値が異常を呈した場合に、第 2 流体が第 1 流体の側に混入する条件の一つと判定し、第 1 ポンプ P 1 および第 2 ポン

ブ P 2 を停止させると同時に後述するドレン用通流弁 B 7 を開く。続いて 1 次側通流弁 B 2、流量調節通流弁 B 3 および 2 次側通流弁 B 5、B 6 を閉じメンテナンス待ちの運転休止状態にする。この場合に、微かな量の第 2 流体 R 2 が第 1 熱交換流路 L K 1 に混入すると予測されるが、上記流路延長形成体 3 を設けることで、このような判定を行う時間およびそののちに運転を停止するまでの時間を確保することができ、第 1 流路 L 1 の下流側の汚染をより有効に防止することができる。

【 0 0 4 5 】

なお、流路延長形成体 3 は単なる中空部をもつ密閉容器でもよいが、図 1 の破線の直線で示すように容器内中空部に流路案内仕切り板を持たせたものがより有効である。その他、熱交換器ユニット U 内部の各種配管の径以上の径をもつ複数の直管と折り返し部の U 字管を交互につなぎ蛇行状したものでよいし、同様の径の管を複数回巻いたコイル状にしたものでよい。

要するに、流路延長形成体 3 については所定の容量があり確実に流路が延長されるものであって、熱交換器 1 の内部の破損で起こる混入漏れによって汚染された流体が、その入り口から入り出口に至るまでの時間を確実に長びかせて、さらに下流側に流れるのを所定の時間にわたり阻止できるものであればよい。

【 0 0 4 6 】

(圧力センサ・温度センサ)

図 1 に示すように、第 1 熱交換流路 L K 1 および第 2 熱交換流路 L K 2 の夫々上流側および下流側には、圧力センサ S 1、S 2、S 3、S 4 を夫々一つずつ設けてある。また、この圧力センサは、第 1 熱交換流路 L K 1 および第 2 熱交換流路 L K 2 の夫々に対して、上流側あるいは下流側の位置の一つずつ設けるものであってもよい。流体が熱交換流路を通流する場合には幾分の流通抵抗を受けるから、熱交換器 1 の上流側と下流側とでは流路の圧力は異なるものとなる。よって、上流側と下流側との双方に設けることで、各部位の圧力測定精度が向上する。

その他、例えば第 2 熱交換流路 L K 2 にスケールが付着して圧損が生ずる場合に、その圧損値を計測することにより、スケール除去メンテナンス時期を診断することができる。

【 0 0 4 7 】

また、第 1 熱交換流路 L K 1 および第 2 熱交換流路 L K 2 の夫々上流側および下流側には、温度センサ T 1、T 2、T 3、T 4 を備えておくのがよい。当該温度センサもそれぞれの熱交換流路につき夫々少なくとも一つ設けてあればよいが、熱交換器 1 の上流側と下流側とに夫々設けることで、流路の温度測定精度が向上する。よって、第 1 ポンプ P 1 あるいは第 2 ポンプ P 2、さらには 1 次側通流弁 B 1、B 2 あるいは温度制御用の流量調節通流弁 B 3 や 2 次側通流弁 B 5、B 6 の制御がよりの確なものとなり、熱交換システム S を精度良く運転することができる。

【 0 0 4 8 】

(ドレン流路、ドレン用通流弁)

本実施形態の熱交換システム S においては、第 2 熱交換流路 L K 2 の両端のうち低い側の端部に接続してある第 2 流路 L 2 1 において、第 2 熱交換流路 L K 2 と 2 次側通流弁 B 5 との間の最も低い位置から第 2 熱交換流路 L K 2 よりも下方に分岐延長させたドレン流路 L D を設けてある。このドレン流路 L D には、ドレン用通流弁 B 7 を設けてあり、後述する制御部 4 によって開閉制御可能である。

【 0 0 4 9 】

このように構成することで、仮に、熱交換運転または漏れ検知診断において第 1 熱交換流路 L K 1 と第 2 熱交換流路 L K 2 との仕切り壁のプレートが破損していた場合などに、圧力センサ S 1、S 2、S 3、S 4 のうちの少なくとも何れか一つによる検知に基づき漏洩状況と判定して例えば、第 1 ポンプ P 1 および第 2 ポンプ P 2 を停止したのち、ドレン流路 L D を介して第 2 熱交換流路 L K 2 の流体を排出し、流体の混入を阻止することができる。このドレン流路 L D は、二つの第 2 流路 L 2 のうち、設置高さがより低位置にあるものから分岐させる。これにより、ドレン用通流弁 B 7 を開放したとき、第 2 熱交換流路

L K 2 および二つの第 2 流路 L 2 1 , L 2 2 に存在する第 2 流体 R 2 の略全てを排出することができる。

【 0 0 5 0 】

また、ドレン用通流弁 B 7 を完全に開放するまでもなく、例えば、熱交換システム S の運転休止中に、ドレン用通流弁 B 7 を僅かにまたは短時間開放し、第 2 熱交換流路 L K 2 の残圧を除去して大気圧に下げること、第 1 熱交換流路 L K 1 の圧力を第 2 熱交換流路 L K 2 の圧力よりも常に高く維持することができる。よって、熱交換システム S の運転休止中に、仮に熱交換器 1 の内部で破損が生じた場合でも、第 2 流体 R 2 である冷温泉水が清浄水の流通する第 1 熱交換流路 L K 1 に流入するのを防止することができる。

【 0 0 5 1 】

(制御部)

本実施形態の熱交換器ユニット U には、各圧力センサ S 1 ~ S 4 および温度センサ T 1 ~ T 4 による計測を行うと共に、その計測値を評価診断して異常時にはアラームランプ 5 を点灯させたり、ブザー 9 からアラームを発したり、第 1 ポンプ P 1 や第 2 ポンプ P 2 を停止させたりする信号を発するユニットコントローラ 4 1 を内蔵してある。

加えて本実施形態の熱交換システム S には、ユニットコントローラ 4 1 の他に、システムコントローラ 4 2 を備えている。これは、第 1 ポンプ P 1 などの発停を行ったり、何らかの原因で 1 次側の圧力と 2 次側の圧力が逆転する前に圧力逆転を阻止したり、その他の異常時にアラーム信号とポンプ P 1 , P 2 および熱源機 (C O ₂ 冷媒ヒートポンプ方式熱源機) E を停止するなどの制御を行う。

これら二つのコントローラ 4 1 , 4 2 は、上記のごとく個別のものであってもよいし、一つに一体化されたものであってもよい。

【 0 0 5 2 】

(ポンプ)

本実施形態の熱交換システム S には、貯湯タンク 2 から第 1 流路 L 1 に第 1 流体 R 1 を供給する第 1 ポンプ P 1 を備え、冷泉水受水槽 10 から第 2 流路 L 2 に第 2 流体 R 2 を供給する第 2 ポンプ P 2 を備えている。これらのポンプ P 1 , P 2 には、それぞれ逆止弁 B P 1 , B P 2 を設けておくことが都合である。また、第 1 流路 L 1 および第 2 流路 L 2 に設けるポンプの能力や数は、所期の流体流量に応じて適宜設定可能である。これらのポンプは、例えば、インバータポンプで構成する。これにより、熱交換器 1 における 1 次側の流体圧力が常に 2 次側の流体圧力より大きくなるように平均的所定差圧を持たせる運転制御を行うことができる。

【 0 0 5 3 】

なお、本熱交換システム S には、第 1 流路 L 1 に対して清浄な水を供給するポンプとして第 3 ポンプ P 3 を備えている。また、第 2 流路 L 2 に対して浴槽 8 からの例えば 40 以下の循環冷温泉水を供給するポンプとして第 4 ポンプ P 4 を備えている。

【 0 0 5 4 】

熱交換システム S の定常の熱交換運転中に、第 1 流路 L 1 の流体圧力を第 2 流路 L 2 の流体圧力よりも大きくする圧力設定は、第 1 流路 L 1 に設けた 1 次側圧力センサ S 1 , S 2 および第 2 流路 L 2 に設けた 2 次側圧力センサ S 3 , S 4 の計測値に基づいて各ポンプ P 1 , P 2 をインバータ制御するものであってもよい。また、ポンプとして上記のごとく逆止弁 B P 1 , B P 2 付きの一般的なものを使用し、別途取付けた定圧調整弁などにより、第 1 流路 L 1 の流体圧力を第 2 流路 L 2 の流体圧力よりも高く設定するものであってもよい。

【 0 0 5 5 】

(バイパス流路・バイパス用通流弁)

本実施形態の熱交換システム S においては、第 1 熱交換流路 L K 1 に対して下流側に位置する第 1 流路 L 1 2 のうち 1 次側通流弁 B 2 のさらに下流側の位置から分岐し、第 2 流路 L 2 のうち例えば第 2 熱交換流路 L K 2 と 2 次側通流弁 B 6 との間の位置に接続されたバイパス流路 L B を備えてある。このバイパス流路 L B にはバイパス用通流弁 B 4 が備え

られている。

【 0 0 5 6 】

なお、前述のドレン流路 L D は、当該バイパス流路 L B が接続されたのとは反対側の第 2 流路 L 2 1 に接続しておく。

【 0 0 5 7 】

このように、バイパス流路 L B を、第 1 熱交換流路 L K 1 よりも下流側であって 1 次側通流弁 B 2 よりもさらに下流側の位置から第 2 流路 L 2 の何れか一方に接続し、これと反対の第 2 流路 L 2 にドレン流路 L D を設けることで、例えば、流量調節通流弁 B 3 および 2 次側通流弁 B 5 , B 6 を閉じてバイパス用通流弁 B 4 およびドレン用通流弁 B 7 を開放状態とし、より圧力の高い第 1 流体 R 1 をバイパス流路 L B から第 2 流路 L 2 の一方を介して第 2 熱交換流路 L K 2 に供給することで第 2 熱交換流路 L K 2 を洗浄することができる。

なお、このとき、第 2 ポンプ P 2 を停止して第 1 ポンプ P 1 のみ作動させるのが好ましいが、2 次側通流弁 B 5 が閉じられるのであれば第 2 ポンプ P 2 は別系統の使用に供するための運転状態であってもよい。より圧力の低い第 2 熱交換流路 L K 2 には、例えば、熱を保有する温泉水などを通流させるが、このような熱源流体にはスケール成分や不純物が混入していることが多く、第 2 熱交換流路 L K 2 は常に汚染されていると考えられる。よって、この場合、例えば当該バイパス流路 L B を第 2 熱交換流路 L K 2 の下流側に接続すれば、より高圧で清浄な第 1 流体 R 1 を、図 1 における破線矢印のように通常の流れと逆の方向に流して第 2 熱交換流路 L K 2 を逆流洗浄することができる。本構成であれば、汚染流路の逆流洗浄を熱交換運転開始前および終了後など適宜行うことができ、熱交換器 1 の腐食などを防止し、熱交換器 1 の耐久性をより高めることができる。

【 0 0 5 8 】

このようなバイパス流路 L B は、熱交換システムが健全な場合はもちろん、仮に、熱交換運転または漏れ検知診断において熱交換器の内部で破損が生じ、第 1 熱交換流路 L K 1 と第 2 熱交換流路 L K 2 との間の微量混入漏れにより、第 2 流体 R 2 が第 1 流路 L 1 の側に僅かに流入し汚染が生じている場合にも有効である。つまり、熱交換器 1 にてバイパス流路 L B の分岐部は、第 1 熱交換流路 L K 1 よりも下流側に設けてある。よって、仮に、圧力センサ S 1 , S 2 , S 3 , S 4 のうちの少なくとも何れか一つによる検知に基づき漏洩状況と判定された場合に、例えば運転休停止状態とする前に流量調節通流弁 B 3 および 2 次側通流弁 B 5 , B 6 を閉じてバイパス用通流弁 B 4 およびドレン用通流弁 B 7 を開けることにより、汚染が生じている流体を、第 1 流路 L 1 の下流側ではなく、第 2 流路 L 2 の側に確実に排出することができる。このような構成であれば、第 1 流路の下流側において汚染が拡大し蓄積することを有効に防止することができ、特に第 1 流路 L 1 の下流側に汚染が拡大する場合の厄介な汚染漏れ水の後始末の必要もなくなる。

【 0 0 5 9 】

(運転実例)

次に、図 1 および図 2 に基づき、本実施形態に係る熱交換システム S の運転例を示す。

特に、図 2 は、熱交換システム S の運転タイムチャートである。縦軸に圧力を取り、横軸に時間をとって、熱交換通流運転時および運転休停止時における第 1 熱交換流路 L K 1 と第 2 熱交換流路 L K 2 との圧力変化を示したものである。図中、全運転状態とは熱交換システム S におけるシステムコントローラ 4 2 およびユニットコントローラ 4 1 の電源が入り状態にある状態を示す。図 2 では、八つの時間帯を規定している。a ~ h までを合わせたものが全運転状態であり、b から g までを合わせたものが圧力センサの計測による圧力監視状態である。c から e までを合わせたものが何れかのポンプが作動している通流運転状態であり、d が熱交換運転状態である。

【 0 0 6 0 】

より具体的には、図中 a は、全運転開始後であって、流路の圧力計測を行う前の流体を通流させない状態である。b は、圧力計測を行う状態である。c は、1 次側ポンプ P 1 を稼働させ第 1 熱交換流路 L K 1 の圧力を急激に上昇させた際の、第 2 熱交換流路 L K 2 の

圧力計測を行う状態である。dは、熱交換システムSの定常の熱交換運転状態であって、第1熱交換流路LK1の圧力と第2熱交換流路LK2の圧力の計測と、その差圧を計測する状態である。eは、熱交換運転後、2次側ポンプP2を停止して各2次側通流弁を閉じ、かつ2次側にあるドレン用通流弁B7を大気開放する状態である。fは、第1熱交換流路LK1の圧力を、再度、上昇させるために一旦、1次側ポンプP1を停止して圧力計測を行い、ドレン用通流弁B7を所定の条件に切り替える状態である。gは、再度、1次側ポンプP1を作動させ第1熱交換流路LK1の圧力を急激に上昇させた際の、第2熱交換流路LK2の圧力計測を行う状態である。hは、第2流路L2および第1流路L1への流体の通流を停止したのちの全運転終了を待つ状態である。

【0061】

以下には、本熱交換システムSの運転例を示す。

(運転開始)

運転開始時において、貯湯タンク2には、予め前記熱源機Eで昇温した水道温水が貯留されている。水道温水の温度は大よそ80前後である。

まず、昇温流体である冷温泉水の供給量を所期の量となるように湯はり供給栓11の開度を調節する。

【0062】

次に、熱交換器ユニットUのユニットコントローラ41にて、第2熱交換流路LK2の第2流体R2(冷温泉水)に対する昇温温度を設定する。

【0063】

第2流路L2から分岐させたドレン用通流弁B7を閉じ操作し、ユニットコントローラ41により、第1流路L1に設けた温度制御用の流量調節弁B3を通流初期開度まで開き操作すると共に、1次側通流弁B2を開き操作する。第1流路L1と第2流路L2とに流体が未だ通流していないことを確認した上で、第1流路L1および第2流路L2の圧力値を測定する。このときの双方の差圧値を算出し、各圧力値、差圧値共に記憶させておく。

【0064】

続いて第1ポンプP1のみを作動させる。このとき第1流路L1の圧力を急激に増大させ、第2流路L2の圧力との差を増大させて、第1流路L1に設けた1次側圧力センサS1、S2および第2流路L2に設けた2次側圧力センサS3、S4の値を計測する。1次側と2次側との圧力差が所定の値以上に大きくなれば、第1熱交換流路LK1と第2熱交換流路LK2との間に連通による漏洩が無いことを確認できる。

【0065】

この熱交換システムSでは、第1流路L1に1次側圧力センサS1、S2を備え、第2流路L2には2次側圧力センサS3、S4を備えて、前記第1熱交換流路LK1と前記第2熱交換流路LK2とが仕切り壁のプレート損傷などにより連通した場合、何れか一方の流路の圧力が及ぼす他方の圧力を監視することができる。しかし、通常の熱交換運転中の圧力差は、第2熱交換流路LK2から第1熱交換流路LK1への第2流体R2の混入を防止できればよいから、それほど大きな差を設ける必要はない。そのため、仮に、第1熱交換流路LK1と第2熱交換流路LK2との間で連通による漏洩が生じた場合でも、双方の熱交換流路の圧力が顕著に変化しない可能性がある。そこで、第2熱交換流路LK2の圧力と第1熱交換流路LK1の圧力との差を大きく急増変化させるよう制御部4が機能することで、上記漏洩の早期発見を可能にしている。

例えば、第2ポンプP2として、本発明のような熱交換システムにおいてよく用いられる揚程18mのポンプを選び一方、第1ポンプP1として、互いの使用流量範囲全域に亘り差圧を持たせ、しかも省エネルギー観点からポンプ負荷を極力抑えて揚程22mのポンプを選び差圧運転を行っている場合は、熱交換器の1次側流体と2次側流体との圧力差はわずか、

ほぼその揚程差 $\Delta 4$ mすなわち、 $\Delta 40$ kPa程度となるが、それで第2熱交換流路LK2か

ら第1熱交換流路LK1への第2流体R2の混入を防止するには十分である。この場合、

第 2 ポンプ P 2 を停止させ、ドレン用通流弁を一旦、開閉動作させて熱交換器 1 次側流体圧力を大気圧とさせ、第 1 ポンプ P 1 のみ加圧運転を続けると、熱交換器の 1 次側流体と 2 次側流体との圧力差は、第 1 ポンプ P 1 の揚程 2.2 m 分すなわち、220 kPa 程度となり、その圧力差をおよそ 5 倍以上に急増させることができる。このような極めて大きな急増圧力差により、第 1 熱交換流路 L K 1 と第 2 熱交換流路 L K 2 との間のわずかな連通による漏洩でも早期発見を可能とすることができる。

【0066】

具体的には、制御部 4 であるシステムコントローラ 4 2 が、1 次側通流弁 B 1 , B 2 または温度制御用の流量調節通流弁 B 3 および 2 次側通流弁 B 5 , B 6、第 1 ポンプ P 1、第 2 ポンプ P 2、ドレン用通流弁 B 7 のうち少なくとも何れか一つの動作を制御して、第 1 流路 L 1 の圧力と第 2 流路 L 2 の圧力との圧力差を急増変化させる。これにより得られる 1 次側圧力センサ S 1 , S 2 および 2 次側圧力センサ S 3 , S 4 のうち少なくとも何れか一つの検出値に基づいて、第 1 熱交換流路 L K 1 と第 2 熱交換流路 L K 2 との連通の有無を確認する漏れ検知診断を行わせる。

【0067】

なお、双方の熱交換流路 L K 1 , L K 2 の圧力差を急増させる手法としては、例えば、第 1 ポンプ P 1 の出力を増大してもよいし、第 1 熱交換流路 L K 1 の下流側に設けた 1 次側通流弁のうちの流量調節通流弁 B 3 の絞り操作を行ってもよい。また、第 2 熱交換流路 L K 2 に係る第 2 ポンプ P 2 を停止させたり、ドレン用通流弁 B 7 を開き操作して、2 次側の圧力を低下させてもよい。要するに、第 1 熱交換流路 L K 1 の側の圧力が第 2 熱交換流路 L K 2 の側の圧力に対して相対的に急増する操作であれば、制御部 4 は何れの機器を制御するものであってもよい。

このような制御部 4 の制御操作は、双方の圧力が検出可能であれば、当該熱交換システム S がどのような運転状態にあっても実施可能である。

【0068】

熱交換器 1 などの故障がないことを確認したのち、流量調節通流弁 B 3 を閉じ、1 次側通流弁 B 2 を開いた状態で続けて第 2 熱交換流路 L K 2 の洗浄を行う。すなわち、第 2 流路 L 2 に設けた二つの 2 次側通流弁 B 5 , B 6 を閉じ操作して、第 1 流路 L 1 から分岐させたバイパス流路 L B のバイパス用通流弁 B 4 とドレン用通流弁 B 7 とを開き操作する。これにより、2 次側の第 2 熱交換流路 L K 2 へ通常の流れと逆の方向に、第 1 流体 R 1 を流すようにして当該第 2 熱交換流路 L K 2 を逆流洗浄することができる。

【0069】

洗浄運転が終了したのち、第 1 流路 L 1 の圧力を通常運転圧力に戻すと共に、バイパス用通流弁 B 4 を閉じる。これに続けて、第 1 熱交換流路 L K 1 の圧力が設定値となるように第 1 ポンプ P 1 を制御する。一方、2 次側においてはドレン用通流弁 B 7 を閉じ操作し、二つの 2 次側通流弁 B 5 , B 6 を開き操作するとともに、第 1 ポンプ P 1 が作動している条件の下で第 2 ポンプ P 2 を作動させる。第 2 流路 L 2 に設けた圧力センサ S 3 , S 4 の値に基づき、第 2 ポンプ P 2 を制御して、常に第 1 流路 L 1 の流体圧力が第 2 流路 L 2 の流体圧力に対して平均的所定差圧だけ大きくなるように第 2 熱交換流路 L K 2 の圧力を所定の値に設定する。

【0070】

1 次側と 2 次側の圧力およびその差圧が安定したら、1 次側温度計 T 1 , T 2 および 2 次側温度計 T 3 , T 4 の値を計測する。

【0071】

熱交換システム S が定常の熱交換運転を開始したのちは、1 次側圧力センサ S 1 , S 2 の圧力と 2 次側圧力センサ S 3 , S 4 の圧力と、その差圧を常時監視する。仮に、第 1 ポンプ P 1 が不意に故障したり、1 次側と 2 次側の圧力およびその差圧に異常が生じて、特に第 1 熱交換流路 L K 1 の圧力と第 2 熱交換流路 L K 2 の圧力との差が所定の閾値を下回った場合には、漏洩状況と判定して直ちに第 2 ポンプ P 2 と、第 1 ポンプ P 1 とを停止し、ドレン用通流弁 B 7 を開き第 2 熱交換流路 L K 2 の流体を排出する。

【 0 0 7 2 】

続いて 1 次側通流弁 B 2、2 次側通流弁 B 5、B 6 を閉じ、メンテナンス待ちの運転休止状態にして前記同様に水頭圧の差により第 1 熱交換流路 L K 1 における圧力を、それに対応する位置の第 2 熱交換流路 L K 2 の圧力より高く保持し、仮に熱交換器 1 の内部で破損が生じていても第 2 流体が第 1 熱交換流路 L K 1 の側に混入するのを防止する。これにより水質上問題のある第 2 流体 R 2 である冷温泉水が、第 1 流路 L 1 において、少なくとも通流弁 B 1 の上流側および通流弁 B 2 の下流側に侵入するのを防止する。

【 0 0 7 3 】

1 次側と 2 次側の圧力およびその差圧に異常のない定常の熱交換運転においては、第 2 熱交換流路 L K 2 の下流側出口の第 2 流体 R 2 の温度は、予め設定した温度（例えば 4 5 ）に対し、許容の上限温度（例えば 4 6 ）と下限温度（例えば 4 2 ）との間の温度となるようにコントロールされる。このコントロールは、ユニットコントローラ 4 1 が温度制御用の流量調節弁 B 3 の開度を制御することで行う。

【 0 0 7 4 】

定常の熱交換運転中はユニットコントローラ 4 1 により各温度計 T 1 ~ T 4 や圧力センサ S 1 ~ S 4 の計測値を常時監視して予め設けた正常範囲を外れた異常値を検出したときは、直ちにシステムコントローラ 4 2 により第 1 ポンプ P 1 および第 2 ポンプ P 2 を停止させると同時にドレン用通流弁 B 7 を開く。続いて 1 次側通流弁 B 2、流量調節通流弁 B 3 および 2 次側通流弁 B 5、B 6 を閉じメンテナンス待ちの運転休止状態にすると共に、アラームランプ 5 を点灯させたり、ブザー 9 によりアラーム音を発生させたりする。

【 0 0 7 5 】

浴槽 8 への湯はり供給が完了するなど、熱交換運転を終える時は、まず第 2 ポンプ P 2 を停止させると共に、ドレン用通流弁 B 7 を開き操作する。これにより、運転休止時に第 2 熱交換流路 L K 2 を大気開放して第 2 流体 R 2 の残圧を除去する。

【 0 0 7 6 】

次に、第 2 ポンプ P 2 が停止していることを確認し、2 次側より高い圧力設定の第 1 ポンプ P 1 を継続して加圧しながらポンプ吐出流量を徐々に低減する。流量がゼロになったのちに第 1 ポンプ P 1 を停止させ、二つの 1 次側通流弁のうち下流側の弁 B 2 を閉じ操作する。

【 0 0 7 7 】

第 1 ポンプ P 1 および第 2 ポンプ P 2 が停止している状態で、第 1 流路 L 1 の圧力と第 2 流路 L 2 の圧力、または、双方の差圧を計測する。

【 0 0 7 8 】

再度、ここで漏れ検知診断を行う。つまり、ドレン用通流弁 B 7 を閉じ、1 次側通流弁 B 2 を開き操作し、第 1 ポンプ P 1 を短時間作動させて、第 1 熱交換流路 L K 1 にのみ第 1 流体 R 1 を通流させる。これにより、第 2 熱交換流路 L K 2 との圧力差を急激に増大させて、第 2 熱交換流路 L K 2 の圧力に影響が及ぶか否かを確認する。第 2 熱交換流路 L K 2 の圧力が特に影響を受けないことが確認されたのち、第 1 ポンプ P 1 を停止する。

【 0 0 7 9 】

こののち、必要に応じて再度、第 1 ポンプ P 1 を作動させ、上記〔 0 0 6 8 〕段落で示したのと同様の手順により第 2 熱交換流路 L K 2 の逆流洗浄を行う。例えば、長時間に亘る熱交換運転により第 2 熱交換流路 L K 2 の汚れやスケール付着が顕著になっていると予測される場合や、システムを停止したのち再稼働までの休止期間が長期にわたる場合などに第 2 熱交換流路 L K 2 を逆流洗浄することで、熱交換器 1 の性能低下や劣化を防止することができる。

【 0 0 8 0 】

最後に第 1 ポンプ P 1 を上記〔 0 0 7 6 〕段落の要領にて停止させ、全ての状況を確認した上で、熱交換システム S の全運転を終了する。

【 0 0 8 1 】

〔別実施形態 1〕

上記実施形態では、漏れ検知診断運転を、第 1 流路 L 1 には第 1 流体 R 1 が満たされ、第 2 流路 L 2 には第 2 流体 R 2 が満たされた状態で行った。漏れ検知診断運転は 1 次側と 2 次側との圧力差を急激に変化させるものであるが、場合によっては、当該圧力差によって熱交換器 1 が破損する可能性もある。その場合に、第 1 流体 R 1 と第 2 流体 R 2 とが互いに隣接する状態で存在したのでは、何かの都合で、第 2 流体 R 2 が第 1 熱交換流路 L K 1 の側に混入する事態も生じ得る。

【 0 0 8 2 】

そこで、このような不都合を防止するために、漏れ検知診断運転の実施に際しては上記実施形態と順序を逆にして、まず逆流洗浄を行い、第 2 熱交換流路 L K 2 にも第 1 流体 R 1 を満たした状態で行うのが好ましい。これにより、仮に漏れ検知診断運転が熱交換器 1 の破損を誘発するような場合でも、その後の第 1 熱交換流路 L K 1 の側の汚染を確実に防止することができる。

【 0 0 8 3 】

〔別実施形態 2〕

上記実施形態では、高温の温水によって第 2 流体 R 2 である冷温水を昇温させる例を示した。本熱交換システム S は、この他にも図 3 に示すように、高温の温泉水の熱を利用して小型バイナリー発電を行う場合にも有効である。

【 0 0 8 4 】

この場合、熱授受の関係からみれば、高温の温泉水の流路が 1 次側であり、熱を受ける冷水の側が 2 次側となる。しかし、本別実施形態においても、冷水流路側に温泉水が混入するのを防止する必要があるという点では、上記実施形態と同様であるので、本別実施形態でも説明を容易化するために冷水側を 1 次側とし、高温の温泉水の側を 2 次側とする。

【 0 0 8 5 】

本別実施形態においては、まず前記熱源機 E を小型バイナリー発電装置 6 に置き換える。小型バイナリー発電装置 6 には冷却水を放熱させるためのクーリングタワー 7 および冷却ポンプ P 5 が併設される。

また、第 2 流体 R 2 である温泉水は、例えば第 2 ポンプ P 2 を用いて地下からくみ上げたのち熱交換器 1 に導かれ、ここで第 1 流体 R 1 である水などと熱交換される。熱が吸収された温泉水は、湯はり供給栓 1 1 にて水を加えて温度調節が行われ、浴槽 8 などに供給される。放熱後の温泉水は、当該浴槽 8 の他に設けた種々の施設にも供給される。

【 0 0 8 6 】

この場合、第 2 流路 L 2 に対して浴槽 8 からの循環冷温泉水を供給するポンプとして第 4 ポンプ P 4 を備えていないが、それ以外の構成は上記実施形態と同様であり、運転の開始から停止まで同様に行うことができる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 8 7 】

本発明の熱交換システムは、冷温泉水の温泉化利用のための間接式熱交換システムおよび機器や、高温温泉水・産業廃熱水利用発電のための間接式熱交換システムおよび機器、さらには、化学溶液など精製のための間接式熱交換システムおよび機器などに適用可能である。

【符号の説明】

【 0 0 8 8 】

1	熱交換器
3	流路延長形成体
4	制御部
B 1 , B 2	1 次側通流弁
B 3	流量調節通流弁
B 4	バイパス用通流弁
B 5 , B 6	2 次側通流弁
B 7	ドレン用通流弁

L 1	第 1 流 路
L 2	第 2 流 路
L K 1	第 1 熱 交 換 流 路
L K 2	第 2 熱 交 換 流 路
L B	バ イ パ ス 流 路
L D	ド レ ン 流 路
P 1	第 1 ポ ン プ
P 2	第 2 ポ ン プ
R 1	第 1 流 体
R 2	第 2 流 体
S	熱 交 換 シ ス テ ム
S 1 , S 2	1 次 側 圧 力 セ ン サ
S 3 , S 4	2 次 側 圧 力 セ ン サ