

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5023101号
(P5023101)

(45) 発行日 平成24年9月12日(2012.9.12)

(24) 登録日 平成24年6月22日(2012.6.22)

(51) Int.Cl.

F I

F O 2 C 3/30 (2006.01)

F O 2 C 3/30

B

F O 2 C 6/18 (2006.01)

F O 2 C 6/18

Z

F O 1 D 25/00 (2006.01)

F O 1 D 25/00

Q

請求項の数 6 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2009-103713 (P2009-103713)
 (22) 出願日 平成21年4月22日(2009.4.22)
 (65) 公開番号 特開2010-255456 (P2010-255456A)
 (43) 公開日 平成22年11月11日(2010.11.11)
 審査請求日 平成23年6月30日(2011.6.30)

(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 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 広田 守
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
 式会社日立製作所 日立研究所内
 (72) 発明者 荒木 秀文
 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 エネルギー・環境シス
 テム研究所内
 (72) 発明者 塚本 守昭
 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式
 会社日立製作所 日立事業所内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高湿分利用ガスタービンシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空気を圧縮する圧縮機、該圧縮機からの圧縮空気に湿分を加える増湿塔、増湿塔からの空気を燃焼用空気として駆動されるガスタービンとから成る高湿分利用ガスタービンシステムにおいて、

ガスタービンシステムの燃焼排ガスあるいは圧縮空気の保有する熱量を回収して利用する第1の水系統、

ガスタービン燃焼排ガスに含まれる水分を回収する水回収装置と、回収水に含まれる不純物を除去する不純物除去手段と、該不純物除去手段からの回収水の循環系統を備え循環水を用いて圧縮機からの圧縮空気に湿分を加える増湿塔から構成される第2の水系統、
 を備え、第1の水系統と第2の水系統の間に熱交換手段を設けたことを特徴とする高湿分利用ガスタービンシステム。

【請求項 2】

請求項1のガスタービンシステムにおいて、

熱交換手段は、増湿塔の循環系統内に設置されることを特徴とする高湿分利用ガスタービンシステム。

【請求項 3】

請求項1の高湿分利用ガスタービンにおいて、

第1の水系統に設けられ、系統内の流量を制御する第1の流量制御手段と、第2の水系統に設けられ、系統内の流量を制御する第2の流量制御手段とを備え、第1の流量制御手段

により熱回収する循環水量を調整し、第2の流量調整手段により増湿塔で噴霧する水量を個別に制御することを特徴とする高湿分利用ガスタービンシステム。

【請求項4】

請求項3の高湿分利用ガスタービンシステムにおいて、

第1の水系統内の第1の流量制御手段は、系統内給水温度を飽和蒸気圧温度以下とすべく流量制御することを特徴とする高湿分利用ガスタービンシステム。

【請求項5】

請求項1の高湿分利用ガスタービンシステムにおいて、

第1の水系統に腐食抑制剤の添加ないし腐食性を有しない液体を用いて、配管の腐食を抑制することを特徴とする高湿分利用ガスタービン。

10

【請求項6】

請求項1の高湿分利用ガスタービンシステムにおいて、

ガスタービンの起動停止時に、第2の水系統の増湿塔の循環系統を閉鎖し、水回収装置と熱交換器の間で循環させることを特徴とする高湿分利用ガスタービンシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高湿分空気を燃焼空気に利用してガスタービンを運転し発電するガスタービンシステムに係り、特に燃焼後の排ガスから水分を回収して再度高湿分空気として利用するガスタービンシステムに関する。

20

【背景技術】

【0002】

ガスタービンシステムを運転するにあたり、その燃焼用圧縮空気に水分を添加し、燃焼用圧縮空気の体積膨張を図ることによって、ガスタービンシステムの発電効率を向上させることが広く知られている。しかし、ここで用いられる水分は高純度水である。ガスタービンシステムを長時間連続運転することを想定すると、この間に使用する大量の高純度水を予め確保しておく必要があるが、そのために要する設備、費用は無視できないものがある。そこで、燃焼後の排ガスからガスタービンに添加した水分を回収して、再度高湿分の燃焼用圧縮空気として使用する高湿分利用ガスタービンシステムが考えられている。

【0003】

30

特許文献1には、ガスタービンの燃焼排ガスを利用した排熱回収ボイラで水蒸気を発生させ、その水蒸気をガスタービン燃焼器に添加して高湿分の燃焼用圧縮空気を得、ガスタービンの出力を増大するガスタービンシステムが開示されている。また、このシステムでは排熱回収ボイラの排ガスから水分を回収する装置が設置されており、排ガスから回収した回収水を水処理装置で浄化処理し、排熱回収ボイラの給水として再度利用することが提案されている。特許文献1において、排ガスから回収した水を直接給水として利用することはできないので、これを浄化するための水処理装置としては、脱気器、イオン交換装置を備えている。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0004】

【特許文献1】特許第4099944号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

水分を加湿した空気を利用してガスタービンを運転するガスタービンシステムでは、燃焼排ガスの熱エネルギーを回収する第1の水系統と、燃焼排ガスから水分を回収して再びガスタービンに供給する第2の水系統を有する。

【0006】

ところで、燃焼排ガスから回収された回収水には燃焼排ガスに含まれる窒素酸化物NOx

50

、硫黄酸化物SO_x、炭酸ガスCO₂、酸素O₂が溶解し、回収水中には硝酸イオン、炭酸イオン等の不純物が多く含まれる。このため、回収水をガスタービンに供給する前に脱炭酸塔、イオン交換樹脂等の水浄化装置を設置して水中のガス及び不純物除去することが特許文献1に記載されている。しかし、ガスタービンに高湿分空気を与えるには、浄化された回収水と圧縮空気を増湿塔で接触させる必要がある。このため、再び増湿塔内で圧縮空気と浄化された水が混合され、再度空気中の窒素酸化物NO_x、硫黄酸化物SO_x、炭酸ガスCO₂、酸素O₂が溶解する。

【0007】

このことは、燃焼排ガスから水分を回収して供給する前記第2の水系統ならびに、ガスタービン圧縮空気に水分を混入する増湿系統の構成材料は、燃焼排ガスや空気が溶解した水に対して十分な耐食性をもつ材料を使う必要があることを意味する。

10

【0008】

このため、これらの部位に対してはオーステナイト系ステンレス鋼が適用されているが、ステンレス鋼は高濃度のクロムCr、ニッケルNiを添加しているために価格が高く、高湿分利用ガスタービンシステムの価格を大きく上昇させる問題がある。さらに、オーステナイト系ステンレス鋼は応力腐食割れが発生しやすく、その懸念も存在する。

【0009】

水に接する金属の腐食を抑制する方法として、酸素の除去、不純物の除去、腐食抑制剤の添加が考えられるが、このうち酸素の除去という観点からみると、システムの水回路を流れる水はガスタービンの燃焼排ガス或いは圧縮空気と直接に接し、最終的にシステムの水回路を流れる水がガスタービンの圧縮空気に含まれるため、酸素の除去で対策することは不可能である。

20

【0010】

つぎに腐食抑制剤添加の観点からみると、再生熱交換器に増湿塔内の水が運ばれ蒸発するため、腐食抑制剤は揮発性の物質に限定されるが、揮発性で炭素鋼などの耐食性の低い材料に有効な腐食抑制剤は無く、仮に存在したとしても多量の腐食抑制剤が必要となり非現実的である。

【0011】

したがって、現状のシステムでは不純物の除去策以外は適用することができないが、不純物除去策による効果では炭素鋼などの耐食性の低い材料に対しては腐食抑制効果が期待できない。

30

【0012】

また、増湿塔内で圧縮空気に増湿する場合は多量の水を増湿塔の上部から噴霧する必要があるが、噴霧する水はエコマイザで熱交換した後の水を噴霧するため、本来必要な噴霧量と熱交換に必要な循環水量は異なり、循環水の流量が多くなるほど駆動力のロスが多くなる。

本発明の目的は、高湿分空気を利用してガスタービンを運転するガスタービンシステムにおいて、水系統を構成する配管に低コストの材料を適用することのできるガスタービンシステムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【0013】

空気を圧縮する圧縮機、該圧縮機からの圧縮空気に湿分を加える増湿塔、増湿塔からの空気を燃焼用空気として駆動されるガスタービンとから成る高湿分利用ガスタービンシステムにおいて、ガスタービンシステムの燃焼排ガスあるいは圧縮空気の保有する熱量を回収して利用する第1の水系統、

ガスタービン燃焼排ガスに含まれる水分を回収する水回収装置と、回収水に含まれる不純物を除去する不純物除去手段と、該不純物除去手段からの回収水の循環系統を備え循環水を用いて圧縮機からの圧縮空気に湿分を加える増湿塔から構成される第2の水系統、を備え、第1の水系統と第2の水系統の間に熱交換手段を設けた。

50

【発明の効果】

【0014】

本発明によりエコノマイザ及び空気冷却器の循環水は空気と直接に接することではなく、空気中のNOx, SOx, CO₂, O₂ガス或いは塩化物等が溶解し、増湿塔内には硝酸イオン、炭酸イオン、塩化物イオンの不純物が含まれることは完全に排除することが可能となる。このことにより、第1の水系統を構成する配管に低コストの材料を使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の基本構成を示すガスタービン設備の系統図である。

【図2】起動停止時の運転に適した本発明のガスタービン設備の系統図である。

10

【図3】本発明のガスタービン設備に適用される循環水補給水タンクの代案の系統図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【実施例1】

【0017】

図1は本発明にかかる高湿分空気利用ガスタービンシステムの系統図を示す。図1を含め本発明を説明する図面では、細線が気体の回路を示し、太線が水の回路を示すものとする。

20

【0018】

まず、ガスタービンシステムは圧縮機1、ガスタービン3、フィルタ1、燃焼器4を基本構成としており、本発明の高湿分利用ガスタービンシステムでは更に増湿塔7を基本構成として追加する。なお、高湿分空気利用ガスタービンシステムとしては、他にも多くの機器を使用するがこれらについてはそのつど順次説明を試みる。

【0019】

ガスタービンシステムにおいては、空気が配管75から空気浄化用のフィルタ1を通して配管74から圧縮機2に送られ圧縮される。圧縮空気は圧縮過程で高温化しているが、後段の増湿塔7での増湿作用を高効率で行うには低温化していることが望ましいことから、配管72に設けた空気冷却器10において水との熱交換により低温化を図っている。

30

【0020】

増湿塔7は内部中央に充填剤8、上部に水の噴霧ノズル35、下部に水貯留部を備えている。空気冷却器10からの圧縮空気は増湿塔7で充填材8を通過しながら増湿される。増湿後の圧縮空気は配管71から再生熱交換器6に送られて加熱され、配管73から燃焼器4に送られ燃料Fと混合して燃焼させてタービン3を回転させる。高湿分空気利用ガスタービンシステムは基本的には以上のように構成されている。

【0021】

次に燃焼排ガス5の利用について説明する。高温で水分を含んだ燃焼排ガス5は、まだ十分な熱量を保有しているため再生熱交換器6、エコノマイザ11で順次熱交換により保有熱量を給水等に回収しながら冷却され、最後に水回収装置12で水分回収し、残りのガス成分はそのまま煙突13から大気に放出される。

40

【0022】

次に、燃焼排ガスから回収された回収水を利用する水系統（前記の第2の水系統）について説明する。水回収装置12は燃焼排ガス5に噴霧ノズル34から冷却器14で冷却された回収水100を噴霧して燃焼排ガス5から水分を回収する。ここで、水回収の基本原理は燃焼排ガスの温度を急速に低下させることにより水分を凝縮させ、噴霧水と結合することで水分を回収するというものであるが、上記の設備以外にも水回収を行いうることはいうまでもない。

【0023】

回収水100はポンプ40により配管68から逆止弁90、バルブ45を経由してカチオン樹脂塔3

50

1に通水しイオン交換してpHを低くし、脱炭酸塔32で炭酸ガスを除去し、アニオン樹脂塔33に通水して純水にする。純水となった回収水100を配管67から増湿塔7へ送り増湿塔循環水101に補給する。増湿塔循環水101はポンプ41により熱交換器9で加熱して配管70から噴霧ノズル35へ送り増湿塔内で噴霧し圧縮空気を増湿する。

【0024】

なお、増湿塔7に配管67を経由して供給される水は回収水100の浄化水であり、窒素酸化物NOx等の不純物は除外されているはずであるが、長年の使用により増湿塔水101に不純物が濃縮した場合は、バルブ46を開きポンプ41から送られた水の一部を配管66から配管67に合流させ、配管67、66による循環系統を構成することにより水を浄化する。

【0025】

ここで、逆止弁90は、この場合に配管68側に循環水が逆流することを阻止すべく設置される。また、バルブ46は、図示せぬ装置により増湿塔水101の電気伝導度を測定し給水の汚れを検知したときに開放される。ポンプ41は、当該システムが基底負荷運転を行っている間は、循環流量一定とすべく制御される。また、水回収水100の保有量が低下した場合は、バルブ51を開き配管76から補給水を補給する。

【0026】

以上のことから明らかなように、燃焼排ガスからの回収水を扱う第2の水系統は、水回収装置12、ポンプ40、バルブ45、カチオン樹脂塔31、脱炭酸塔32、アニオン樹脂塔33、増湿塔7、ポンプ41等で構成される。

【0027】

次に燃焼排ガス等が保有する熱量の熱回収を目的とする第1の水系統について説明する。熱交換器9に熱を供給する側の循環水は2系統に分岐して熱を回収する。一方は配管62を通りポンプ42で加圧されバルブ50で流量を調節しながら配管60からエコマイザ11で加熱され配管61から熱交換器9に戻る。もう一方は、配管62を通りポンプ42で加圧されバルブ49で流量を調節しながら配管64から空気冷却器10に入り加熱され、配管65を通り配管61に合流し熱交換器9に戻る。

【0028】

エコマイザ11及び空気冷却器10を循環する水は、それぞれ燃焼排ガス、圧縮空気と熱交換を行ってその保有熱量を吸収する結果として、常温から200 程度まで上昇し体積も温度とともに膨張する。この体積変化に対応するため、循環水の圧力がある設定値よりも上昇した場合に配管63に接続されたスプリング付逆止弁59により圧力を循環水補給タンク30内の循環水補給水102へ放出して圧力を制御する。逆に、温度低下により体積が縮小して負圧となる場合は、配管63接続された逆止弁58により不足分を循環水補給水タンク30内の循環水補給水102を供給する。またバルブ49、50の開度は、この第2の水系統内の給水を飽和蒸気圧温度よりも低くするように水量を確保すべく制御される。

【0029】

このように第2の水系統は空気冷却器10、エコマイザ11、ポンプ42、バルブ49、50等から構成される。

【0030】

以上説明したことから明らかなように、不純物混入の可能性のある第2の水系統と、熱回収を目的とする第1の水系統とは直接交わることがなく、唯一熱交換器9にて流体的には隔離された状態のまま熱交換のみを行う。

【0031】

このように、本発明では熱交換器9を設置し、第1の水系統と第2の水系統の給水は熱交換器でのみ熱交換を行うようにしたので、エコマイザ11或いは空気冷却10に流れる循環水は空気と接することが無い。このため、第1の水系統を構成する配管として、安価な低耐食材の炭素鋼あるいは低合金鋼を使用することが可能となる。

【0032】

また、本発明によれば、第1の水系統に系統内の流量を制御する第1の流量制御手段(バルブ49、50)を備え、第2の水系統に系統内の流量を制御する第2の流量制御手段(ボ

10

20

30

40

50

ンプ41)を備え、第1の流量制御手段(バルブ49, 50)により熱回収する循環水量を調整し、第2の流量調整手段(ポンプ41)により増湿塔で噴霧する水量を個別に制御することができるので、従来よりも効率的に増湿及び熱回収をすることが可能となる。

【0033】

さらに本発明によれば、第1の水系統の循環水の腐食性は著しく改善されるが、炭素鋼などの耐食性の低い材料に対しては腐食を完全に抑制する効果は期待できない。そのために、循環水に腐食抑制剤を添加することにより、炭素鋼などの耐食性の低い材料に対しても腐食を完全に抑制することができる。また、材料の変更により従来のオーステナイトステンレス鋼で懸念されている応力腐食割れの発生を回避することができる。

【実施例2】

【0034】

本発明にかかるガスタービンシステムの増湿運転は、100%負荷運転時には適しているが、ガスタービン燃焼の不安定な起動停止運転時等に、増湿運転を行うことは不安程度を助長する結果となる。このため、ガスタービン燃焼の不安定な起動停止運転時等には、むしろ積極的にこの運転を取りやめる必要がある。

【0035】

図2の実施例は、図1の実施例に配管77、バルブ52、53を追加した点で相違しており、この相違点により増湿無し運転を実現するガスタービンシステムを示す。増湿無し運転の場合は、バルブ45, 47, 48, 52を閉じ、バルブ46, 53を開き、ポンプ41を停止して増湿塔7での水の噴霧を止めて増湿を停止する。空気冷却器10及びエコノマイザ11への循環水は通常運転時と同様に流動させ熱交換器9で熱を回収する。熱交換器9で回収された熱は、回収水100をポンプ40で加圧し配管68, 66を通り熱交換器9に送り冷却する。熱交換器9で熱交換後、配管77から熱交換器14に入り冷却後、配管69を通り水回収装置に戻る。

【実施例3】

【0036】

図3は実施例1と異なる循環水補給タンク30の設置方法の代案を示す。熱交換器9からでた循環水は配管62から循環水タンク30に一旦貯められ、循環水タンク30の下部からポンプ42で空気冷却器10或いはエコノマイザ11へ送られる。循環水タンク30には水質監視装置110を設置し、常時水質の監視をすることができる。水質監視装置110では腐食抑制剤濃度やpH或いは電気伝導度により循環水の水質を監視することができ、腐食抑制剤などが不足した場合は、水質監視装置110に接続されている薬液注入制御装置111がポンプ43を稼働させる信号を出して、薬注タンク36内にある腐食抑制剤溶液103を配管78からポンプ43により循環水タンク30に注入する。

【産業上の利用可能性】

【0037】

高湿分空気利用ガスタービンに利用可能である。

【符号の説明】

【0038】

1... フィルタ 2... 圧縮機 3... タービン 4... 燃焼器 5... 排気ガス 6... 再生熱交換器
7... 増湿塔 8... 充填材 9... 熱交換器 10... 空気冷却器 11... エコノマイザ 12... 水回収装置 13... 煙突 14... 熱交換器 30... 循環水補給水タンク 31... カチオン樹脂塔 32... 脱炭酸塔 33... アニオン樹脂塔 34, 35... 噴霧ノズル 36... 薬液タンク 40~43... ポンプ 45~53... バルブ 58... 逆止弁 59... スプリング付逆止弁 60~78... 配管 100... 回収水 101... 増湿塔水 102... 循環水補給水 103... 腐食抑制剤溶液 110... 水質監視装置 111... 薬液注入制御装置

10

20

30

40

【 図 2 】

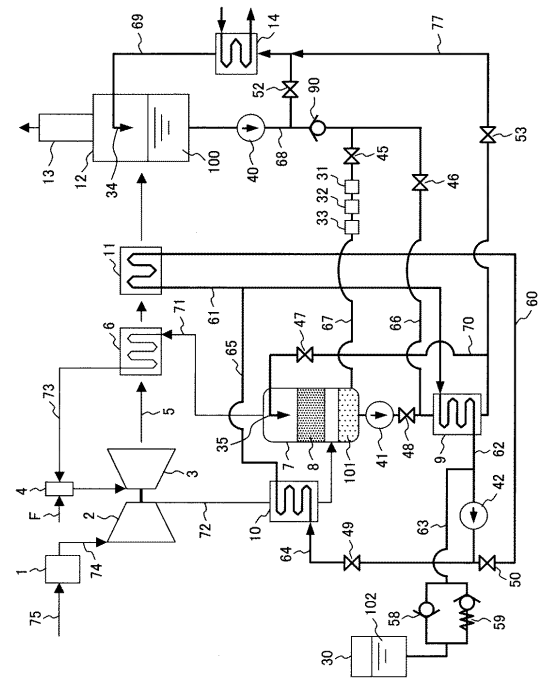
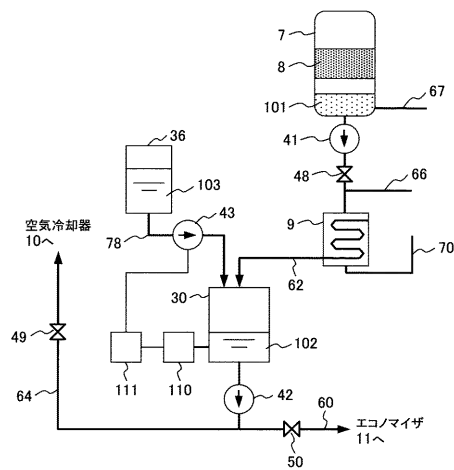


图 3



フロントページの続き

(72)発明者 野口 芳樹

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立事業所内

審査官 石黒 雄一

(56)参考文献 特開2007-315301(JP,A)

特開2008-196399(JP,A)

特許第4099944(JP,B2)

国際公開第2008/047489(WO,A1)

特開2007-16640(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 1/00 - 9/58

F23R 3/00 - 7/00

F01D 13/00 - 15/12

F01D 23/00 - 25/36