

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-155608

(P2013-155608A)

(43) 公開日 平成25年8月15日(2013.8.15)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
F 0 2 C 7/047 (2006.01) F O 2 C 7/047
F 0 2 C 7/057 (2006.01) F O 2 C 7/057

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-14350 (P2012-14350)	(71) 出願人	000006208 三菱重工工業株式会社 東京都港区港南二丁目16番5号
(22) 出願日	平成24年1月26日 (2012.1.26)	(74) 代理人	100112737 弁理士 藤田 考晴
		(74) 代理人	100118913 弁理士 上田 邦生
		(72) 発明者	日▲高▼ 孝平 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工工業株式会社内
		(72) 発明者	畑田 耕史 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工工業株式会社内

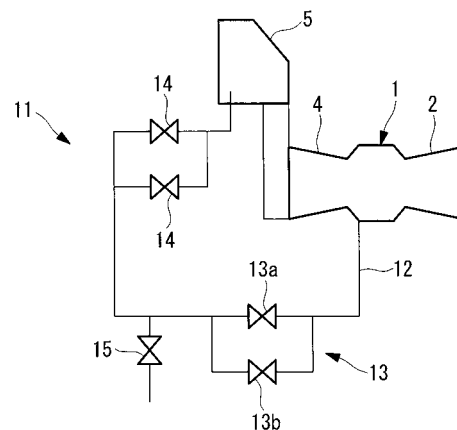
(54) 【発明の名称】 ガスタービンの圧縮機の氷結防止手段およびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】安定して氷結防止措置を行うことが可能なガスタービンの圧縮機の氷結防止手段およびその制御方法を提供することを目的とする。

【解決手段】ガスタービン1に設けられる圧縮機4から抽気した流体を圧縮機4の入口へと導く流体供給管12と、流体供給管12上に設けられて、抽気した流体の流れを遮断する遮断手段13と、圧縮機4の入口と遮断手段13との間に設けられて、圧縮機4へと導かれる流体の流量を調整する流量調整弁14と、を備え、遮断手段13は、第1開閉弁13aと、第1開閉弁13aに並列接続されて、第1開閉弁13aよりも小型の第2開閉弁13bと、を有し、第1開閉弁13aおよび流量調整弁14は、第2開閉弁13bが開状態となった後に開状態となることを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ガスタービンに設けられる圧縮機から抽気した流体を該圧縮機の入口へと導く流体供給管と、

該流体供給管の途中に設けられて、抽気した流体の流れを遮断する遮断手段と、

前記圧縮機の入口と前記遮断手段との間に設けられて、前記圧縮機へと導かれる流体の流量を調整する流量調整弁と、を備え、

該遮断手段は、第 1 開閉弁と、該第 1 開閉弁に並列接続されて、該第 1 開閉弁よりも小型の第 2 開閉弁と、を有し、

前記第 1 開閉弁および前記流量調整弁は、前記第 2 開閉弁が開状態となった後に開状態となることを特徴とするガスタービンの圧縮機の氷結防止手段。

10

【請求項 2】

導かれる流体の流量を調整する流量制御手段を入口に備える圧縮機から抽気した流体を該圧縮機の入口へと導く流体供給管と、

該流体供給管の途中に設けられて、抽気した流体の流れを遮断する遮断手段と、

該遮断手段の下流側に設けられる流量調整弁と、を備え、

前記遮断手段は、第 1 開閉弁と、該第 1 開閉弁に並列接続されて、該第 1 開閉弁よりも小型の第 2 開閉弁と、を有する圧縮機の氷結防止手段の制御方法であって、

前記圧縮機に導かれる流体の流量を制御する流量制御手段を大気温度および相対湿度により求められる所定値に制御した後に、前記第 2 開閉弁が所定時間開状態に制御されて、前記第 1 開閉弁および前記流量調整弁が開状態に制御されることを特徴とするガスタービンの圧縮機の氷結防止手段の制御方法。

20

【請求項 3】

前記流量制御手段を所定値に制御した後に、前記ガスタービンが設定負荷運転以下の場合には、前記第 1 開閉弁、前記第 2 開閉弁および前記流量調整弁の開度が制御されることを特徴とする請求項 2 に記載のガスタービンの圧縮機の氷結防止手段の制御方法。

【請求項 4】

前記流量制御手段を所定値に制御した後に、前記ガスタービンが設定負荷運転以下の場合には、警告を表示することを特徴とする請求項 2 に記載のガスタービンの圧縮機の氷結防止手段の制御方法。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ガスタービンの圧縮機の氷結防止手段およびその制御方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

一般に、ガスタービンには、冬季に気温が低下した場合や、ガスタービンの圧縮機の入口に設けられている入口案内翼（IGV）の開度を絞って圧縮機入口の流速を高めた場合には、圧縮機出口から抽気された高温の圧縮空気を圧縮機入口に導くことにより、圧縮機の入口温度を上げることによって圧縮機の氷結を防止することが行われている。

40

【0003】

この氷結防止としては、圧縮機によって圧縮された高温の空気の一部を圧縮機出口から抽気して、圧縮機入口に設けられている吸気フィルタの上流側に噴射することによって、圧縮機入口の温度を上昇させるものである。圧縮機入口の温度および抽気した高温の圧縮空気の抽気流量は、圧縮機出口と圧縮機入口とを接続している配管上に設けられる温度調整弁を制御することによって調整される。

【0004】

特許文献 1 には、氷結防止のために圧縮機入口に導かれる温度の高い空気として、圧縮機出口から抽気した圧縮空気と、ガスタービンパッケージを換気している換気空気とを用

50

いることが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2001-173459号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載の発明では、氷結防止の要求があってから圧縮機の入口温度が上昇するまでに時間がかかるため、圧縮機の入口温度が低いままで圧縮機が運転されて氷結を十分に防止することができず、残存している氷結が飛散することによって圧縮機の翼を損傷するという問題があった。

10

【0007】

また、圧縮機の通常運転時には、圧縮機出口と圧縮機入口とを接続している配管上に設けられている遮断弁を閉状態にして、圧縮機出口からの圧縮空気の流れを遮断している。しかし、この遮断弁を氷結防止の要求があってから開状態にすると、遮断弁の上流側と下流側との圧力差によって急激な圧力低下が生じる。そのため、燃焼振動が生じて安定したガスタービンの運転ができなくなり圧縮機の氷結防止措置を十分に行うことができないという問題があった。

【0008】

20

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、安定して氷結防止措置を行うことが可能なガスタービンの圧縮機の氷結防止手段およびその制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明のガスタービンの圧縮機の氷結防止手段およびその制御方法は、以下の手段を採用する。

すなわち、本発明に係るガスタービンの圧縮機の氷結防止手段によれば、ガスタービンに設けられる圧縮機から抽気した流体を該圧縮機の入口へと導く流体供給管と、該流体供給管の途中に設けられて、抽気した流体の流れを遮断する遮断手段と、前記圧縮機の入口と前記遮断手段との間に設けられて、前記圧縮機へと導かれる流体の流量を調整する流量調整弁と、を備え、該遮断手段は、第1開閉弁と、該第1開閉弁に並列接続されて、該第1開閉弁よりも小型の第2開閉弁と、を有し、前記第1開閉弁および前記流量調整弁は、前記第2開閉弁が開状態となった後に開状態となることを特徴とする。

30

【0010】

圧縮機から抽気された高温の流体を流体供給管によって圧縮機の入口に導くことにより、圧縮機の入口温度を上昇させることによって寒冷の際における圧縮機の氷結を防止する措置が行われてきた。圧縮機の通常運転時には、流体供給管に圧縮機から抽気された流体が導かれないように流体供給管の途中には、遮断弁が設けられている。遮断弁が閉状態の場合には、遮断弁を介して流体供給管の上流側と下流側との圧力差が大きい。そのため、遮断弁を開状態にした際には、急激な圧力低下を生じてしまい、流量調整弁を開状態にしても燃焼振動が生じて安定したガスタービンの圧縮機の氷結防止措置を行うことができないという問題があった。

40

【0011】

そこで、本発明においては、圧縮機から抽気した流体の流体供給管内の流れを遮断する遮断手段には、第1開閉弁と、第1開閉弁よりも小型の第2開閉弁とを並列に設けることとし、第2開閉弁を開状態にした後に第1開閉弁および流量調整弁を開状態にすることとした。これにより、第2開閉弁により流体供給管内を均圧にした後に、第1開閉弁および流量調整弁によって圧縮機の入口温度を上昇させることができる。そのため、流体供給管内の圧力の不均一を起因とする燃焼振動を回避することができる。したがって、圧縮機の

50

入口温度を十分に上昇させて氷結防止措置を短時間で実施することができる。

【0012】

さらに、本発明に係るガスタービンの圧縮機の氷結防止手段の制御方法によれば、導かれる流体の流量を調整する流量制御手段を入口に備える圧縮機から抽気した流体を該圧縮機の入口へと導く流体供給管と、該流体供給管上に設けられて、抽気した流体の流れを遮断する遮断手段と、該遮断手段の下流側に設けられる流量調整弁と、を備え、前記遮断手段は、第1開閉弁と、該第1開閉弁に並列接続されて、該第1開閉弁よりも小型の第2開閉弁と、を有する圧縮機の氷結防止手段の制御方法であって、前記流量制御手段を大気温度および相対湿度により求められる所定値に制御した後に、前記第2開閉弁が所定時間開状態に制御されて、前記第1開閉弁および前記流量調整弁が開状態に制御されることを特徴とする。

10

【0013】

圧縮機に導かれる流体の流量を調整する流量制御手段の開度を大気温度と相対湿度とから求められる所定値に制御してから第2開閉弁を所定時間開状態にして、その後第1開閉弁および流量調整弁を制御することとした。そのため、氷結防止措置が行なわれることなく流量制御手段が所定値外になることを防止して圧縮機の入口温度を十分に上昇させることができる。したがって、氷結防止措置を短時間で実施することができる。

【0014】

さらに、本発明に係るガスタービンの圧縮機の氷結防止手段の制御方法によれば、前記流量制御手段を所定値に制御した後に、前記ガスタービンが設定負荷運転以下の場合には、前記第1開閉弁、前記第2開閉弁および前記流量調整弁の開度が制御されることを特徴とする。

20

【0015】

流量制御手段が所定値に制御された後にガスタービンが設定負荷運転以下となった場合には、第1開閉弁、第2開閉弁および流量調整弁の開度を増すように制御することとした。そのため、ガスタービンが部分負荷運転になった場合であっても圧縮機の入口温度を十分に上昇させて、圧縮機の入口温度の上昇時間を短縮することができる。したがって、氷結防止措置を短時間で実施することができる。

【0016】

さらに、本発明に係るガスタービンの圧縮機の氷結防止手段の制御方法によれば、前記流量制御手段を所定値に制御した後に、前記ガスタービンが負荷降下した場合には、警告を発することを特徴とする。

30

【0017】

流量制御手段を所定値に制御した後に圧縮機が負荷降下した場合には、警告を発することとした。これにより、氷結防止措置を実施する必要性についてガスタービンのオペレータ(運転員)に知らせることができる。

【発明の効果】

【0018】

圧縮機から抽気した流体の流体供給管内の流れを遮断する遮断手段には、第1開閉弁と、第1開閉弁よりも小型の第2開閉弁とを並列接続することとし、第2開閉弁を開状態にした後に第1開閉弁および流量調整弁を開状態にすることとした。これにより、第2開閉弁により流体供給管内を均圧にした後に、第1開閉弁および流量調整弁によって圧縮機の入口温度を上昇させることができる。そのため、流体供給管内の圧力の不均一を起因とする燃焼振動を回避することができる。したがって、圧縮機の入口温度を十分に上昇させて氷結防止措置を短時間で実施することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の第1実施形態に係るアンチアイシングシステムを有する空気圧縮機を備えているガスタービンの概略構成図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係るアンチアイシングシステムの制御方法のフローチャ

50

ートである。

【図3】図1に示すアンチアイシングシステムの制御方法を示す各バルブのタイムチャートである。

【図4】従来のアンチアイシングシステムの制御と図1に示すアンチアイシングシステムの制御とに係る制御時間の比較を示した図表である。

【図5】図1に係るアンチアイシングシステムを有する空気圧縮機を備えているガスタービンの運転負荷変化に対する入口案内翼の開度を示すグラフである。

【図6】本発明の第2実施形態に係るアンチアイシングシステムの制御方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0020】

[第1実施形態]

以下、本発明の第1実施形態について、図1から図5を用いて説明する。

図1には、本実施形態に係るガスタービンコンバインドプラント（ガスタービンプラント）に設けられているガスタービン1と、ガスタービン1が有している空気圧縮機（圧縮機）4に設けられているアンチアイシングシステム（氷結防止手段）11の概略構成図が示されている。

【0021】

ガスタービン1は、吸気した空気を圧縮する空気圧縮機4と、空気圧縮機4が圧縮した空気（流体）と燃料供給システムから供給された燃料との混合気を燃焼させて燃焼ガスを生成する燃焼器（図示せず）と、燃焼器から生成された燃焼ガスによって駆動されるタービン2と、空気圧縮機4およびタービン2が接続されているタービン軸（図示せず）と、を備えている。

【0022】

空気圧縮機4には、その入口に設けられている吸気フィルタ5を介して空気が導かれる。吸気フィルタ5を通過した空気は、吸気ダクト（図示せず）の内部を通過して空気圧縮機4へと導かれる。空気圧縮機4に導かれた空気は、空気圧縮機4が回転駆動することによって圧縮される。空気圧縮機4の入口には、空気圧縮機4に導かれる空気の流量を制御する入口案内翼（流量制御手段）が設けられている。

【0023】

タービン2は、燃焼ガスが導かれることによって回転駆動される。タービン2には、空気圧縮機4との間を接続しているタービン軸が接続されている。タービン2が燃焼ガスによって回転駆動されることによりタービン軸が回転駆動される。タービン軸が回転駆動されることによって、空気圧縮機4が回転駆動されて空気を圧縮する。

【0024】

燃焼器では、空気圧縮機4によって圧縮された空気（以下「圧縮空気」という。）が導かれて燃料が燃焼される。燃焼器は、燃料と圧縮空気との混合気を燃焼させることによって燃焼ガスを生成する。

【0025】

タービン軸は、空気圧縮機4とタービン2との間を接続している。タービン軸には、燃焼器に導かれる圧縮空気の一部が冷却用圧縮空気として導かれる。タービン軸に導かれた冷却用圧縮空気は、タービン軸を冷却する。

【0026】

アンチアイシングシステム11は、冬季等に気温が低下する寒冷の場合や、空気圧縮機4に設けられている入口案内翼（Inlet Guide Vane：IGV）の開度を絞って空気圧縮機4の入口の流速が高まった場合に、空気圧縮機4の出口から抽気された高温の圧縮空気（流体）を空気圧縮機4の入口に導くことにより、空気圧縮機4の入口温度を上昇させて空気圧縮機4の入口の氷結を防止するものである。

【0027】

アンチアイシングシステム11は、圧縮空気供給管（流体供給管）12と、圧縮空気供

10

20

30

40

50

給管 1 2 の途中に設けられている遮断手段 1 3 と、空気圧縮機 4 の入口に設けられている吸気フィルタ 5 と遮断手段 1 3 との間に設けられて空気圧縮機 4 へと導かれる圧縮空気の流量を調整する温度調整弁（流量調整弁）1 4 と、を備えている。また、アンチアイシングシステム 1 1 には、温度調整弁 1 4、遮断手段 1 3 および空気圧縮機 4 の入口案内翼（図示せず）を制御する制御コンピュータ（図示せず）が設けられている。

【 0 0 2 8 】

遮断手段 1 3 は、圧縮空気供給管 1 2 の途中に設けられて、空気圧縮機 4 の出口から抽気された圧縮空気の流れを遮断するものである。遮断手段 1 3 は、空気供給弁（第 1 開閉弁）1 3 a と、空気供給弁 1 3 a に並列接続されて、空気供給弁 1 3 a よりも小型の均圧弁（第 2 開閉弁）1 3 b と、を有している。

10

この場合、上記の均圧弁 1 3 b が空気供給弁 1 3 a よりも小型であることは、単位時間当たりの最大吐出流量が空気供給弁 1 3 a よりも小さいことを意味している。

【 0 0 2 9 】

空気供給弁 1 3 a は、開閉弁であり、開状態にされることによって空気圧縮機 4 の出口から抽気された圧縮空気を空気供給弁 1 3 a の下流側の圧縮空気供給管 1 2 へと導いて圧縮空気供給管 1 2 を暖機し、その後、後述する温度調整弁 1 4 と共に、空気圧縮機 4 の入口に設けられている吸気フィルタ 5 に高温の圧縮空気を導くものである。均圧弁 1 3 b は、開閉弁であり、開状態にされることによって遮断手段 1 3 の上流側と下流側との圧縮空気供給管 1 2 内の圧力を均圧にするものである。

20

【 0 0 3 0 】

温度調整弁 1 4 は、空気圧縮機 4 の入口に設けられている吸気フィルタ 5 と遮断手段 1 3 との間に設けられて、吸気フィルタ 5 に噴射される圧縮空気の流量を調整するものである。温度調整弁 1 4 は、例えば 2 つ設けられており、互いに並列接続になるように圧縮空気供給管 1 2 の途中に設けられている。

【 0 0 3 1 】

圧縮空気供給管 1 2 は、ガスタービン 1 に設けられている空気圧縮機 4 の出口から抽気した高温になった圧縮空気を、空気圧縮機 4 の入口に設けられている吸気フィルタ 5 へと導くものである。圧縮空気供給管 1 2 は、遮断手段 1 3 と温度調整弁 1 4 との間にドレン弁 1 5 を有している。ドレン弁 1 5 は、開状態にすることによって、圧縮空気供給管 1 2 内のドレンを圧縮空気供給管 1 2 外へと排出するものである。

30

【 0 0 3 2 】

制御コンピュータは、上述した空気供給弁 1 3 a、均圧弁 1 3 b、温度調整弁 1 4、ドレン弁 1 5 および入口案内翼の開度を制御する。また、制御コンピュータは、入口案内翼の開度やガスタービン 1 の運転負荷に応じて、警告を表示する警告表示手段（図示せず）を有している。

【 0 0 3 3 】

次に、アンチアイシングシステム 1 1 の制御の流れについて説明する。

図 2 には、本実施形態に係るアンチアイシングシステム 1 1 のフローチャートが示されている。

空気圧縮機 4 に設けられているアンチアイシングシステム 1 1 は、従来は、入口案内翼および後述する大気条件が成立してから圧縮空気供給管 1 2 および空気圧縮機 4 の暖機運転を開始して、その後、温度調整弁 1 4 を制御して空気圧縮機 4 の入口温度を調節することによって氷結防止の措置を行っていた。そのため、暖機運転（ウォーミング）に時間を要し、かつ、氷結防止に十分な圧縮空気流量を空気圧縮機 4 の入口に導くことができなかった。

40

【 0 0 3 4 】

そこで、本実施形態では、図 2 に示すように、大気条件である大気温度（ T_{amb} []）と相対湿度（ RH [%]）とのデータを制御コンピュータに読み込み（ステップ S 1）、制御コンピュータは、制御コンピュータ内に格納されている氷結防止措置要求マップ（図示せず）に基づいて大気条件が氷結防止措置を開始する条件として成立しているか否

50

かを判断する（ステップS2）。氷結防止措置要求マップにより、空気圧縮機4の機種毎に氷結防止措置を行う大気条件と空気圧縮機4の入口温度の温度上昇率とが決定されることとなる。

【0035】

ステップS2において大気条件が氷結防止措置開始条件として成立していると判断されたYESの場合には、ステップS3へと進み、氷結防止措置開始条件が未成立であると判断されたNOの場合には、ステップS2を繰り返す。

【0036】

次のステップS3では、入口案内翼の最大開度（所定値）を、例えば34°に制限する制御（以下、「IGV深絞り制限」という）が行われる。これにより、暖機運転開始前に、入口案内翼の開度が34°よりさらに絞られることを防止することができる。

【0037】

一方、ステップS3の後には、ステップS4へと進んで自動モードまたは手動モードを選択することができる。この場合の手動モードは、オペレータによる手動操作を行う運転モードのことである。

手動（オペレータ操作）モードが選択された場合には、暖機運転要求（警告）が制御コンピュータの画面（警告表示手段）に表示される（ステップS10）。

【0038】

手動モードの場合には、暖機運転要求が表示された後、暖機運転が未完了であってもIGV深絞り制限を回避して事前に暖機運転をオペレータにより開始する操作が可能であり、あるいは、制御コンピュータが暖機運転を開始するガスタービン1の運転負荷80%以下の場合であっても、暖機運転をすることなく空気圧縮機4を運転することが可能とされている。

そこで、次のステップS11においては、オペレータによる暖機運転を開始するか否かを判断する。

【0039】

ステップS11においてオペレータにより暖機運転が開始されたYESの場合には、ステップS12に進んで手動ウォーミング動作が開始され、均圧弁13bが開状態とされ圧縮空気供給管12内が均圧される。圧縮空気供給管12内が均圧された後、空気供給弁13aが開状態にされて温度調整弁14を固定開度（例えば50%）まで徐々に開弁して圧縮空気供給管12の暖機が行われる。圧縮空気供給管12の暖機が行われた後、温度調整弁14を50%開度に固定して空気圧縮機4の暖機運転が行われる。

【0040】

ステップS11においてオペレータによる暖機運転が選択され、ステップS12で暖機運転が開始された場合には、暖機運転が完了するまでオペレータによってガスタービン1の運転負荷が一定に維持される。また、オペレータによる暖機運転が開始されなかった場合には、ステップS11が繰り返される。

【0041】

ステップS3においてIGV深絞り制限後、ステップS4で自動モードが選択された場合には、降下したガスタービン1の運転負荷が80%以下であるか否かについて判断される（ステップS5）。ガスタービン1の運転負荷が80%以下であるYESの場合には、ステップS6へと進み、運転負荷が80%より大きいNOの場合には、運転負荷が80%以下になるまでステップS5が繰り返される。

【0042】

ガスタービン1の運転負荷が80%以下になった場合には、暖機運転が行われる（ステップS6）。暖機運転では、制御コンピュータによって均圧弁13bが開状態とされて圧縮空気供給管12内が均圧された後、空気供給弁13aが開状態にされて、かつ、温度調整弁14が固定開度、例えば50%まで徐々に開弁される。これらにより、圧縮空気供給管12が暖機された後、温度調整弁14が50%開度に固定されて例えば約10分間、空気圧縮機4の暖機運転が行なわれる（図3参照）。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

ステップ S 6 において温度調整弁 1 4 を 5 0 % 開度に固定して約 1 0 分間の自動暖機運転を実施した場合、そして、ステップ S 1 2 においてオペレータによる手動暖機運転動作を実施した場合には、次にステップ S 7 へと進み、暖機運転が完了したか否かを判断する。

この結果、暖機運転が完了したと判断された Y E S の場合には、次のステップ S 8 に進んで I G V 深絞り制限解除を行う。しかし、暖機運転が未完了である N O の場合には、次のステップ S 1 3 へと進む。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 8 では、I G V 深絞り制限が解除されて次のステップ S 9 へと進む。

10

ステップ S 9 では、温度調整弁 1 4 を制御して空気圧縮機 4 の入口温度を氷結防止可能な温度にする氷結防止温度制御が開始される。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 7 において、暖機運転が完了していないと判断され、かつステップ S 1 3 に進んでガスタービン 1 の運転負荷の降下が行われた際、制御コンピュータが警告を発する (ステップ S 1 4)。これによって、ガスタービン 1 の運転負荷が降下した場合において、暖機運転を完了することなく入口案内翼が深絞りされることを防止できる。

【 0 0 4 6 】

図 1 に示したアンチアイシングシステム 1 1 による暖機運転に係る各バルブ 1 3 a、1 3 b、1 4、1 5 および入口案内翼のタイミングチャートを図 3 に示す。

20

アンチアイシングシステム 1 1 を開始 (オン) した場合には、I G V 深絞り制限が行われる。I G V 深絞り制限が開始されると、圧縮空気供給管 1 2 に設けられているドレン弁 1 5 が約 1 0 秒間開状態となる。これによって、圧縮空気供給管 1 2 内のドレンが圧縮空気供給管 1 2 外へと排出される。また、ガスタービン 1 の運転負荷が 8 0 % 以下に降下されて暖機運転が開始される。なお、空気供給弁 1 3 a、均圧弁 1 3 b および温度制御弁 1 4 は、閉状態とされている。

【 0 0 4 7 】

ドレン弁 1 5 が開状態になってから 1 0 秒後にドレン弁 1 5 が閉状態とされ、均圧弁 1 3 b が約 1 0 0 秒間開状態とされる。均圧弁 1 3 b を開状態にすることによって、圧縮空気供給管 1 2 の上流側と下流側とが均圧になる。そのため、空気供給弁 1 3 a を開状態にした際に生じる急激な圧力低下を防止して、ガスタービン 1 の燃焼振動を防止することが可能となる。

30

【 0 0 4 8 】

次に、空気供給弁 1 3 a を開状態にし、約 5 分かけて温度調整弁 1 4 を固定開度である 5 0 % の開度にまで開弁する。これによって、圧縮空気供給管 1 2 の暖機が行われる。なお、均圧弁 1 3 b は、開状態のままである。

【 0 0 4 9 】

温度調整弁 1 4 を開弁してから 5 分後には、温度調整弁 1 4 を固定開度である 5 0 % の開度に維持したまま、約 1 0 分間暖機運転が行われる。これによって、空気圧縮機 4 の暖機が行われる。なお、空気供給弁 1 3 a および均圧弁 1 3 b は、開状態のままである。

40

【 0 0 5 0 】

温度調整弁 1 4 を 5 0 % 開度に固定した後には、約 1 0 分後に暖機運転が終了する。また、I G V 深絞り制限が解除される。これによって、入口案内翼の開度を 3 4 ° より深く閉じる (絞る) ことが可能となる。さらに、温度調整弁 1 4 は、氷結防止可能な圧縮空気流量を導くことが可能な開度に制御する温度制御が行われる。これによって、空気圧縮機 4 の入口に設けられている吸気フィルタ 5 に噴射される高温の圧縮空気の流量を調整して、空気圧縮機 4 の入口温度が調整されることとなる。

【 0 0 5 1 】

図 4 には、従来と本実施形態の各バルブ 1 3 a、1 3 b、1 4、1 5 の操作および入口案内翼のタイマー設定時間の比較を示している。図 4 の表中の見直し・短縮化は、本実施

50

形態を示している。

【0052】

ドレン弁15は、従来および本実施形態共にタイマー時間の設定変更はない。

均圧については、図4の表中の(2)に示すように、従来は、遮断手段13の下流側の圧縮空気供給管12内の圧力とタービン2の車室(図示せず)との圧力差が所定圧力差以内になっていること、および、タイマー設定時間が10分の両方(A and 条件)を満足することによって均圧操作が完了していた。しかし、本実施形態では、このうちタイマー設定時間を100秒に変更した。これによって、従来は、均圧弁13bを開状態にすることによって圧縮空気供給管12が均圧になっていても均圧操作に最低でも10分必要であったが、本実施形態では、均圧操作にかかる時間を短縮することが可能となった。

10

【0053】

温度調整弁14を閉状態から固定開度を開弁操作することについては、図4の表中の(3)に示すように、従来は、温度調整弁14を閉状態から固定開度である30%に開弁するまで約3分かけていた。

しかし、本実施形態では、温度調整弁14の固定開度を50%として、温度調整弁14の閉状態から50%固定開度を開弁するまでを約5分間かけて行うように変更した。温度調整弁14の固定開度は、空気圧縮機4の出口から抽気可能な圧縮空気の最大抽気量を空気圧縮機4の入口に導くことが可能な開度とした。

また、開度を増加させるとともに、従来よりも温度調整弁14の開弁を時間をかけて行うことによって、圧縮空気供給管12の暖機を十分に行うことが可能となった。

20

【0054】

暖機については、従来は、吸気フィルタ5と空気圧縮機4の入口との間に設けられている温度計測手段(図示せず)によって計測される空気圧縮機4の入口の温度上昇率、または、図4の表中の(4)に示すように、温度調整弁14を30%固定開度にして約20分から30分の間維持するかのどちらかを満足した場合に完了するとしていた。しかし、本実施形態では、このうち温度調整弁14の固定開度を50%にし、かつ、固定開度の維持時間を約10分間に変更した。このように、温度調整弁14の固定開度を増加させることによって暖機運転時間を短縮することが可能となった。

【0055】

アンチアイシングシステム11をオン状態にしてから温度制御が開始されるまでの時間が従来は約35分から45分かかっていたが、各バルブ13a、13b、14、15および入口案内翼のタイマー時間や開度を変更することによって、本実施形態では約18分に短縮することが可能となった。

30

【0056】

また、IGV深絞り制限を行い均圧操作の成立条件や温度制御弁14の固定開度を変更することによって、空気圧縮機4の入口温度を十分に上昇されることが可能となったので、空気圧縮機4の入口に生じる氷結を抑制することが可能となり、氷結による空気圧縮機4の翼(図示せず)が損傷することを防止することができる。

【0057】

図5には、本実施形態に係るガスタービン1の運転負荷変化に対する入口案内翼(IGV)の開度がグラフに示されている。

40

ガスタービン1の運転負荷を100%から段階的に下げていく。運転負荷を下げる前に空気圧縮機4の大気条件が氷結防止措置を行う条件として成立したことを示す警告表示手段が表示されて、オペレータ操作(手動)モードを行うことが可能となる(図5中の(6))。

【0058】

オペレータにより操作される手動モードが選択されず、かつ、暖機運転が完了する前に入口案内翼の開度が絞られ始めた場合には、制御コンピュータの画面には、暖機運転要求(警告)の表示が発せられてオペレータに注意が促される(図5中の(7))。

ガスタービン1の運転負荷が80%以下になると、制御コンピュータによる暖機運転が

50

開始される（図5中の（8））。入口案内翼の開度が34°より深くなった場合には、制御コンピュータによる氷結防止温度制御が開始される（図5中の（9））。

【0059】

以上述べたように、本実施形態に係るガスタービン1の空気圧縮機4のアンチアイシングシステム11およびその制御方法によれば、以下の効果を奏する。

空気圧縮機（圧縮機）4から抽気した圧縮空気（流体）の圧縮空気供給管（流体供給管）12内の流れを遮断する遮断手段13には、空気供給弁（第1開閉弁）13aと、空気供給弁13aよりも小型の均圧弁（第2開閉弁）13bとを並列接続に設けることとし、均圧弁13bを開状態にした後に空気供給弁13aおよび温度調整弁（流量調整弁）14を開状態にすることとした。これにより、均圧弁13bにより圧縮空気供給管12内を均圧にした後に、空気供給弁13aおよび温度調整弁14によって空気圧縮機4の入口温度を上昇させることができる。そのため、圧縮空気供給管12内の圧力の不均一を起因とするガスタービン1の燃焼振動を回避することができる。したがって、空気圧縮機4の入口温度を十分に上昇させて氷結防止措置を短時間で実施することができる。

10

【0060】

空気圧縮機4に導かれる圧縮空気の流量を調整する入口案内翼（流量制御手段）の開度を大気温度と相対湿度とから求められる例えば34°未満の開度（所定値）に制御してから均圧弁13bを所定時間（例えば100秒間）開状態にして、その後、空気供給弁13aおよび温度調整弁14を制御することとした。そのため、氷結防止措置の暖機運転が十分に行なわれることなく入口案内翼の開度が絞られることを防止して空気圧縮機4の入口温度を十分に上昇させることができる。したがって、氷結防止措置を短時間で実施することができる。

20

【0061】

入口案内翼が34°未満の開度に制御された後にガスタービン1が設定負荷運転（例えば80%）以下となった場合には、空気供給弁13a、均圧弁13bおよび温度調整弁14の開度を制御とすることとした。そのため、ガスタービン1が部分負荷運転になった場合であっても空気圧縮機4の入口温度を十分に上昇させて、空気圧縮機4の入口温度の上昇時間を短縮することができる。したがって、氷結防止措置を短時間で実施することができる。

【0062】

[第2実施形態]

本実施形態のガスタービンの空気圧縮機の氷結防止手段およびその制御方法は、入口案内翼の最大開度を34°に制限するとともに、暖機運転要求の表示がされる点で、第1実施形態と相違しその他は同様である。したがって、同一の構成およびフローチャートについてはその説明を省略する。

30

【0063】

以下、本発明の第2実施形態について、図6を用いて説明する。

図6には、本実施形態に係るアンチアイシングシステムのフローチャートが示されている。

大気条件である大気温度（ T_{amb} []）と相対湿度（ RH [%]）とのデータを制御コンピュータに読み込み（ステップS31）、大気条件が氷結防止措置を開始する条件として成立しているか否かを判断する（ステップS32）。

40

【0064】

ステップS32において大気条件が氷結防止措置開始条件として成立していると判断されたYESの場合には、ステップS33へと進み、氷結防止措置開始条件が未成立であると判断されたNOの場合には、ステップS32を繰り返す。

【0065】

ステップS33では、入口案内翼の最大開度を例えば34°に制限する制御（以下、「IGV深絞り制限」という。）と、暖機運転要求（警告）が制御コンピュータの画面（警告表示手段）に表示される。暖機運転要求が表示されることによって、次のステップS3

50

4では、自動モードまたは手動モードの選択が行われる。この結果、オペレータは、オペレータ操作（手動）モードを選択することが可能となる。これによって、氷結防止措置実施の必要性をガスタービンのオペレータに知らせることができる。したがって、空気圧縮機の入口温度が十分に上昇していない状態のままで空気圧縮機の運転が行われることを防止することができる。

【0066】

本実施形態は、図6から明らかなように、ステップS34において自動モードを選択した後の制御フローが上述した第1実施形態と同じである。

そして、ステップS34において手動モードを選択した場合の制御フローについては、第1実施形態におけるステップS10に相当するものがなく、直接ステップS40に進んでオペレータによるウォーミング開始をするか否かの判断がなされ、以後については上述した第1実施形態と同じである。

【符号の説明】

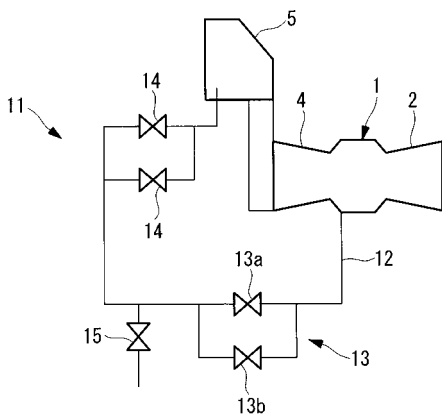
【0067】

- 1 ガスタービン
- 4 空気圧縮機（圧縮機）
- 12 圧縮空気供給管（流体供給管）
- 13 遮断手段
- 13a 空気供給弁（第1開閉弁）
- 13b 均圧弁（第2開閉弁）
- 14 温度調整弁（流量調整弁）

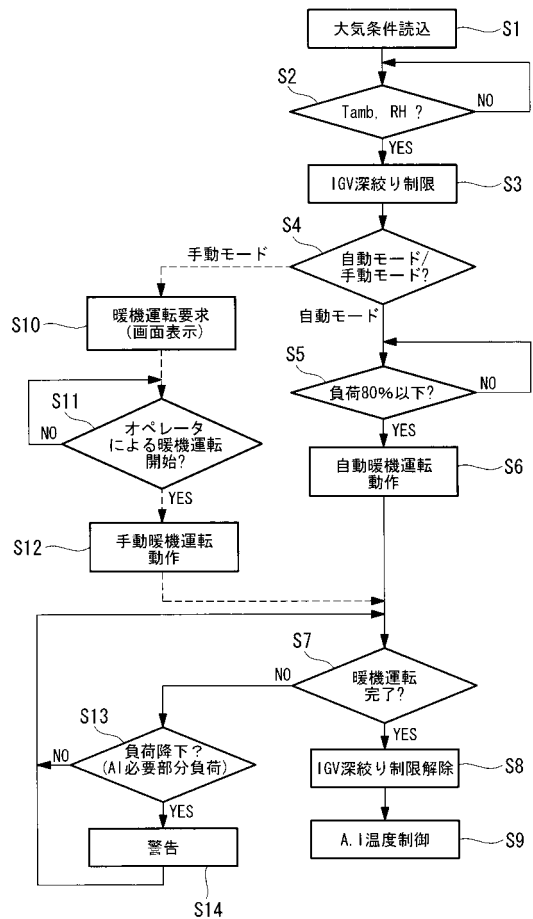
10

20

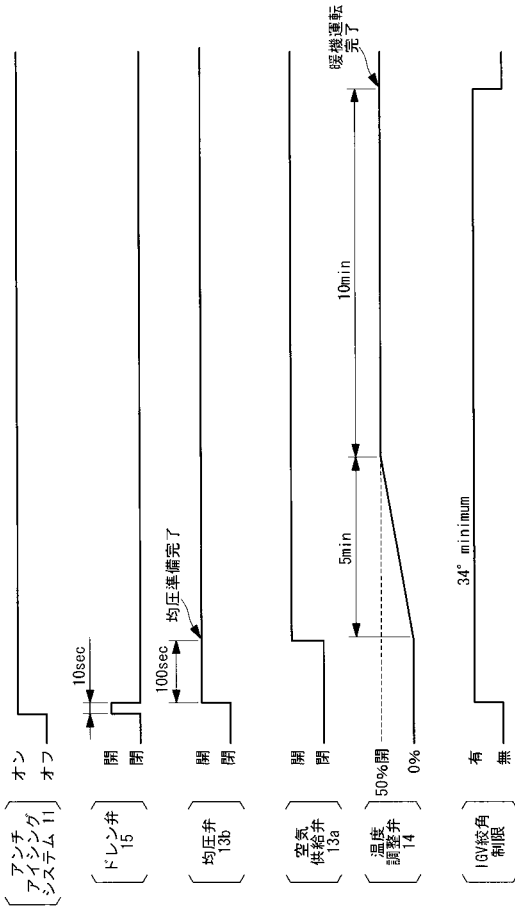
【図1】



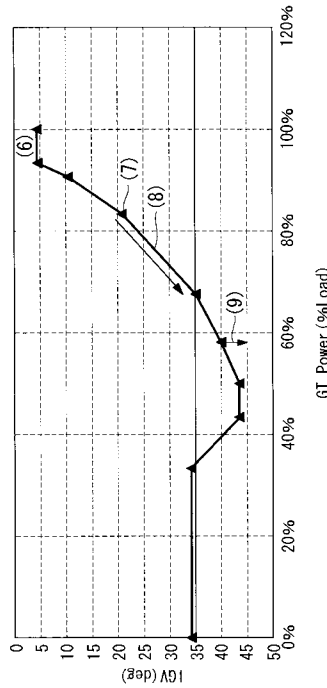
【図2】



【 図 3 】



【 図 5 】



【 図 4 】

	操作	従来	見直し・短縮化	内容
(1)	ドレン弁	10秒	10秒	変更無し
(2)	均圧	10分	100秒	And条件となっているタイマーを見直した
(4)	ウォーミング	約20-30分	約10分	制御弁の弁固定開度を見直した
(3)	制御弁開	約3分	約5分	弁固定開度：30%→50%
	合計	約35-45分	約18分	

【 図 6 】

