

SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 709 625 A2

(51) Int. Cl.: F02C 7/12 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00621/15

(22) Anmeldedatum: 05.05.2015

(43) Anmeldung veröffentlicht: 13.11.2015

(30) Priorität: 12.05.2014 US 14/274,892

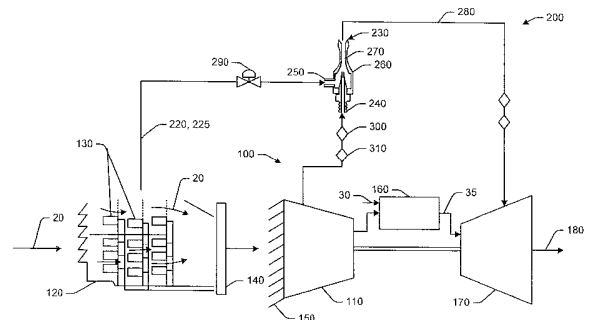
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Alston Ilford Scipio, Atlanta, GA 30339 (US)
Wulang Edwien Chriswindarto, Atlanta, GA 30339 (US)
Sanji Ekanayake, Atlanta, GA 30339 (US)

(74) Vertreter:
R.A. Egli & Co, Patentanwälte, Baarerstrasse 14
6300 Zug (CH)

(54) Gasturbine für niedrigen Teillastbetrieb mit einem Turbinenkühlsystem, das ein Gemisch aus Kompressorapfluft und Umgebungsluft verwendet.

(57) Die vorliegende Erfindung schafft eine Gasturbine für niedrigen Teillastbetrieb. Die Gasturbine enthält einen Verdichter (110) mit einem Verdichterapfluftstrom, eine Umgebungsluftquelle (220) mit einem Umgebungsluftstrom (225), eine Turbine (170) und eine Saugstrahlpumpe (230). Die Saugstrahlpumpe (230) mischt den Verdichterapfluftstrom und den Umgebungsluftstrom (225) zu einem gemischten Luftstrom (280) für die Kühlung der Turbine.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung und das sich daraus ergebende Patent betreffen allgemein Gasturbinen und insbesondere ein verbessertes Turbinenkühlsystem, das ein Gemisch von Verdichterzapflut und Umgebungsluft zur Kühlung im extremen Teillastbetrieb nutzt.

HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG

[0002] Die Anforderung an ein elektrisches Netz kann täglich und sogar stündlich stark variieren. Diese Schwankungen können in besonderem Masse in geografische Regionen mit einem bedeutenden Anteil an erneuerbaren Energien, wie beispielsweise Wind-, Solar- und sonstigen Arten alternativen Energiequellen, zutreffen. Der Gesamtwirkungsgrad einer Gasturbine und eines Kraftwerks setzt jedoch allgemein den Betrieb einer Gasturbine bei Grundlasten voraus. Jede Drosselung gegenüber der Grundlast reduziert möglicherweise nicht nur den Wirkungsgrad, sondern kann auch die Lebensdauer von Komponenten verkürzen und unerwünschte Emissionen erhöhen.

[0003] Andererseits besteht ein wirtschaftlicher Bedarf nach Drehzahlreserven, um diese Schwankung der Last an dem Netz zu bewältigen. Demzufolge ist es erwünscht, dass herkömmliche Erzeugungseinheiten eine Kapazität für «Hibernation» aufweisen. D.h. eine Erzeugungseinheit befindet sich online (am Netz), arbeitet jedoch bei einer sehr geringen Leistung, Leistungsabgabe, d.h. bei extremen Teillasten. Ein derartiger Betriebsmodus ist in hohem Masse ineffizient, da wertvolle Energie in dem Verdichterluftstrom als Zapflut abgeführt wird und als solche verschwendet sein kann. Ausserdem kann die Gefahr eines Abrisses oder Pumpens der Verdichterströmung bestehen.

[0004] Derzeitige Erzeugungseinheiten können für längere Zeit auf einen Hibernationsmodus von etwa fünfundvierzig Prozent (45%) der Grundlast oder so beschränkt sein. Jede weitere Drosselung kann eine unzureichende Kühlung von Turbinenstufenschaufeln sowie ein mögliches Überschreiten von Bauteilbetriebsbeschränkungen, d.h. eines «Zwickpunkts» («Pinch Point»), in späteren Turbinenstufen zur Folge haben. Insbesondere können Beschränkungen mechanischer Eigenschaften, Betriebsparametergrenzen und Emissionsgrenzwerte den gesamten Teillastbetriebsprozentsatz beeinflussen, der auf einer sicheren Grundlage erreicht werden kann.

[0005] Es besteht daher ein Bedarf nach verbesserten Gasturbinenkühlsystemen, um auch während eines extremen Teillastbetriebs eine angemessene Kühlung ohne Verringerung des Gesamt-Wirkungsgrads, Verkürzung der Komponentenlebensdauer oder Zunahme unerwünschter Emissionen bereitzustellen. Ausserdem sollte die Gasturbine die Fähigkeit beibehalten, rasch zur Grundlast hochzufahren, wenn es erforderlich ist.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Die vorliegende Erfindung und das sich daraus ergebende Patent schaffen somit eine Gasturbine für niedrigen Teillastbetrieb. Die Gasturbine kann einen Verdichter mit einem Verdichterzapflutstrom, eine Umgebungsluftquelle mit einem Umgebungsluftstrom, eine Turbine und eine Saugstrahlpumpe enthalten. Die Saugstrahlpumpe mischt den Verdichterzapflutstrom und den Umgebungsluftstrom zu einem gemischten Luftstrom zur Verwendung bei der Kühlung der Turbine.

[0007] Bei jeder Ausführungsform der Gasturbine kann es vorteilhaft sein, dass der Verdichterzapflutstrom eine Verdichterzapflutentnahme aus der neunten Stufe aufweist.

[0008] Bei jeder Ausführungsform der Gasturbine kann es vorteilhaft sein, dass der Verdichterzapflutstrom eine Verdichterzapflutentnahme aus der dreizehnten Stufe aufweist.

[0009] Bei jeder Ausführungsform der Gasturbine kann es vorteilhaft sein, dass der Verdichterzapflutstrom einen Mischverteiler aufweist.

[0010] Bei jeder Ausführungsform der Gasturbine kann es vorteilhaft sein, dass der Verdichterzapflutstrom ein Gemisch von einer Verdichterzapflutentnahme aus der neunten Stufe und einer Verdichterzapflutentnahme aus der dreizehnten Stufe aufweist.

[0011] Bei jeder Ausführungsform der Gasturbine kann es vorteilhaft sein, dass die Umgebungsluftquelle ein Einlassfiltergehäuse aufweist.

[0012] Bei jeder Ausführungsform der Gasturbine kann es vorteilhaft sein, dass die Saugstrahlpumpe einen Antriebseinlass aufweist, der mit dem Verdichterzapflutstrom strömungsmässig verbunden ist.

[0013] Bei jeder Ausführungsform der Gasturbine kann es vorteilhaft sein, dass die Saugstrahlpumpe einen Ansaugseinlass aufweist, der mit dem Umgebungsluftstrom strömungsmässig verbunden ist.

[0014] Bei jeder Ausführungsform der Gasturbine kann es vorteilhaft sein, dass die Saugstrahlpumpe ein Mischrohr und einen Diffusor aufweist.

[0015] Bei jeder Ausführungsform der Gasturbine kann es vorteilhaft sein, dass die Turbine mehrere Stufen enthält.

[0016] Bei jeder Ausführungsform der Gasturbine kann es vorteilhaft sein, dass der gemischte Luftstrom eine zweite Stufe der Turbine kühlt.

[0017] Bei jeder Ausführungsform der Gasturbine kann es vorteilhaft sein, dass der gemischte Luftstrom eine dritte Stufe oder eine vierte Stufe der Turbine kühlt.

[0018] Bei jeder Ausführungsform der Gasturbine kann es vorteilhaft sein, dass der niedrige Teillastbetrieb weniger als etwa dreissig Prozent (30%) der Grundlast aufweist.

[0019] Bei jeder Ausführungsform der Gasturbine kann es vorteilhaft sein, dass der niedrige Teillastbetrieb etwa zwanzig bis ungefähr fünfundzwanzig Prozent (20–25%) der Grundlast aufweist.

[0020] Die vorliegende Erfindung und das sich daraus ergebende Patent stellen ferner ein Verfahren zum Betrieb einer Gasturbine bei niedriger Teillast bereit. Zu dem Verfahren können die Schritte gehören: Betreiben der Gasturbine bei weniger als etwa dreissig Prozent (30%) der Grundlast, Leiten eines Verdichterzapflustroms zu einer Saugstrahlpumpe, Leiten eines Umgebungsluftstroms zu der Saugstrahlpumpe, Mischen des Verdichterzapflustroms und des Umgebungsluftstroms innerhalb der Saugstrahlpumpe zu einem gemischten Luftstrom und Zuführen des gemischten Luftstroms zu einer Turbine, um eine oder mehrere Stufen darin zu kühlen.

[0021] Die vorliegende Erfindung und das sich daraus ergebende Patent schaffen ferner ein Kühlsystem für niedrigen Teillastbetrieb für den Einsatz in einer Gasturbine. Das Teillastbetrieb-Kühlsystem kann einen Verdichterzapflustrom von einem Verdichter der Gasturbine, einen Umgebungsluftstrom von einer Umgebungsluftquelle und eine Saugstrahlpumpe zum Mischen des Verdichterzapflustroms und des Umgebungsluftstroms zu einem gemischten Luftstrom zur Kühlung einer oder mehrerer Stufen einer Turbine der Gasturbine enthalten.

[0022] Bei jeder Ausführungsform des Kühlsystems für niedrigen Teillastbetrieb kann es vorteilhaft sein, dass der Verdichterzapflustrom eine Verdichterzapfluentnahme aus der neunten Stufe und/oder eine Verdichterzapfluentnahme aus der dreizehnten Stufe und/oder ein Gemisch der Verdichterzapfluentnahme aus der neunten Stufe und der Verdichterzapfluentnahme aus der dreizehnten Stufe aufweist.

[0023] Bei jeder Ausführungsform des Kühlsystems für niedrigen Teillastbetrieb kann es vorteilhaft sein, dass die Umgebungsluftquelle ein Einlassfiltergehäuse aufweist.

[0024] Bei jeder Ausführungsform des Kühlsystems für niedrigen Teillastbetrieb kann es vorteilhaft sein, dass die Saugstrahlpumpe einen Antriebseinlass, der mit dem Verdichterzapflustrom strömungsmässig verbunden ist, und einen Ansaugseinlass aufweist, der mit dem Umgebungsluftstrom strömungsmässig verbunden ist.

[0025] Bei jeder Ausführungsform des Kühlsystems für niedrigen Teillastbetrieb kann es vorteilhaft sein, dass die Gasturbine einen niedrigen Teillastbetrieb von weniger als etwa dreissig Prozent (30%) der Grundlast aufweist.

[0026] Diese und weitere Merkmale und Verbesserungen der vorliegenden Anmeldung und des sich daraus ergebenden Patents erschliessen sich dem Fachmann nach dem Lesen der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen und den beigefügten Patentansprüchen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0027]

- Fig. 1 veranschaulicht in einem Blockschaltbild einer Gasturbine einen Verdichter, eine Brennkammer, eine Turbine und eine Last.
- Fig. 2 zeigt in einem Blockschaltbild eine Gasturbine mit einem Teillastbetrieb-Kühlsystem, wie es hier beschrieben ist.
- Fig. 3 zeigt ein weiteres Blockschaltbild des Teillastbetrieb-Kühlsystems nach Fig. 2.
- Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild einer abgewandelten Ausführungsform eines Teillastbetrieb-Kühlsystems.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0028] Mit Bezugnahme auf die Zeichnungen, in denen übereinstimmende Bezugszeichen über die unterschiedlichen Ansichten hinweg gleichartige Elemente bezeichnen, zeigt Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Gasturbine 10, wie sie hier genutzt werden kann. Die Gasturbine 10 kann einen Verdichter 15 enthalten. Der Verdichter 15 verdichtet einen ankommenden Luftstrom 20. Der Verdichter 15 liefert den verdichteten Luftstrom 20 zu einer Brennkammer 25. Die Brennkammer 25 mischt den verdichteten Luftstrom 20 mit einem unter Druck stehenden Brennstoffstrom 30 und entzündet das Gemisch, um einen Strom von Verbrennungsgasen 35 zu erzeugen. Obwohl nur eine einzige Brennkammer 25 gezeigt ist, kann die Gasturbine 10 eine beliebige Anzahl von Brennkammern 25 enthalten, die in einer Reihe um den Umfang oder anderweitig angeordnet sind. Der Strom von Verbrennungsgasen 35 wird seinerseits einer Turbine 40 zugeführt. Der Strom von Verbrennungsgasen 35 treibt die Turbine 40 an, um mechanische Arbeit zu leisten. Die in der Turbine erzeugte mechanische Arbeit 40 treibt über eine Welle 45 den Verdichter 15 und eine externe Last 50, beispielsweise einen elektrischen Generator und dergleichen, an.

[0029] Die Gasturbine 10 kann Erdgas, Flüssigbrennstoffe, unterschiedliche Arten von synthetischem Gas und/oder andere Arten von Brennstoffen und Kombinationen davon verwenden. Die Gasturbine 10 kann eine beliebige von einer Anzahl unterschiedlicher Gasturbinen sein, wie sie von General Electric in Schenectady, New York, angeboten werden, beispielsweise, jedoch ohne darauf beschränken zu wollen, eine Hochleistungsgasturbine der Reihe Frame 6, 7 oder 9 und dergleichen. Die Gasturbine 10 kann unterschiedliche Konfigurationen aufweisen und kann andere Arten von Bauteilen verwenden. Es können hier auch Gasturbinen anderer Bauart verwendet werden. Es können hier auch mehrere Gasturbinen, andere Arten von Turbinen und andere Arten von Energieerzeugungsausrüstung gemeinsam verwendet werden.

[0030] Die Gasturbine 10 kann ein Teil eines (nicht gezeigten) Gas- und Dampf-Kombikraftwerkssystems sein. Allgemein beschrieben kann in einem typischen Kombikraftwerkssystem der Strom heisser Abgase von der Turbine 40 mit einem Abhitzedampferzeuger oder einer anderen Art von Wärmeaustauschereinrichtung strömungsmässig verbunden sein. Der Abhitzedampferzeuger wiederum kann mit einer mehrstufigen Dampfturbine und dergleichen strömungsmässig verbunden sein, um eine Last anzutreiben. Die Last kann die gleiche Last 50, die durch die Gasturbine 10 angetrieben wird, oder eine weitere Last oder eine andere Art von Vorrichtung sein. Es können auch andere Komponenten und sonstige Konstruktionen herein genutzt werden.

[0031] Fig. 2 und 3 zeigen ein Beispiel einer Gasturbine 100, wie sie hier beschrieben sein kann. Die Gasturbine 100 kann einen Verdichter 110 enthalten. Der Luftstrom 20 kann dem Verdichter 110 über ein Einlassfiltergehäuse 120 eingespeist werden. Das Einlassfiltergehäuse 120 kann darin eine Anzahl von Filtern 130 aufweisen. Der Luftstrom 20 kann auch durch einen Einlasszapfwärmeverteiler 140 erwärmt werden. Der Einlasszapfwärmeverteiler 140 kann mit dem Strom von Verdichterzapfluft oder anderweitig strömungsmässig verbunden sein. Der Verdichter 110 kann ferner eine Anzahl von Einlassleitschaufeln 150 aufweisen, die darauf angeordnet sind, um den Winkel des ankommenden Luftstroms 20 zu ändern. Der Verdichter 110, das Einlassfiltergehäuse 120 mit den Filtern 130, der Einlasszapfwärmeverteiler 140 und die Einlassleitschaufeln 150 können von herkömmlicher Bauart sein und eine beliebige geeignete Grösse, Form, Konfiguration oder Kapazität aufweisen. Es können hier auch andere Bauteile und andere Anordnungen genutzt werden.

[0032] Die Gasturbine 100 kann ferner eine Brennkammer 160 enthalten, die mit dem Luftstrom 20 und dem Brennstoffstrom 30 strömungsmässig verbunden ist. Wie oben beschrieben, führt die Brennkammer 160 den Strom von Verbrennungsgasen 35 der Turbine 170 zu. Ein Strom von Abgasen 180 kann seinerseits die Turbine 170 verlassen und kann zu einem Abhitzedampferzeuger, einem Abgasschacht oder andernorts befördert werden. Es können hier auch andere Bauteile und andere Anordnungen genutzt werden.

[0033] Die Gasturbine 100 kann ein Kühlsystem 200 für den Teillastbetrieb enthalten. Das Teillastbetrieb-Kühlsystem 200 kann eine Verdichterzapfluftquelle 210 mit einem Strom von Verdichterzapfluft 215 enthalten. Die Verdichterzapfluftquelle 210 kann Verdichterauslassluft, Verdichterauslassgehäusezapfluft und dergleichen sein. Das Teillastbetrieb-Kühlsystem 200 kann auch eine Umgebungsluftquelle 220 mit einem Umgebungsluftstrom 225 enthalten. Die Umgebungsluftquelle 220 kann mit dem Einlassfiltergehäuse 120 oder andernorts über einen Kanal mit geeigneten Dämpfungseinrichtungen und Steuerungen strömungsmässig verbunden sein, um den Umgebungsluftstrom 225 zu erhalten. Die Umgebungsluftquelle 220 kann gefiltert und/oder anderweitig behandelt werden.

[0034] Der Verdichterzapfluftstrom 215 und der Umgebungsluftstrom 225 können an einer Saugstrahlpumpe 230 zusammentreffen. Die Saugstrahlpumpe 230 ist eine mechanische Vorrichtung, die keine beweglichen Teile aufweist. Die Saugstrahlpumpe 230 mischt zwei Fluidströme auf der Grundlage einer Impulsübertragung zwischen einem Antriebsfluid und einem Saugfluid. Ein Antriebsseinlass 240 kann mit dem Verdichterzapfluftstrom 215 strömungsmässig verbunden sein. Die Saugstrahlpumpe 230 kann ferner einen Ansaugseinlass 250 aufweisen. Der Ansaugseinlass 250 kann mit dem Umgebungsluftstrom 225 strömungsmässig verbunden sein. Der Verdichterzapfluftstrom 215 ist somit das Antriebsfluid, das eine Saugwirkung für den Umgebungsluftstrom 225 bereitstellt. Die Saugstrahlpumpe 230 kann auch ein Mischrohr 260 und einen Diffusor 270 enthalten. Die Saugstrahlpumpe 230 kann eine beliebige geeignete Grösse, Form, Konfiguration oder Kapazität aufweisen. Andere Arten von Mischern, Mischpumpen und dergleichen können als die Saugstrahlpumpe 230 und dergleichen genutzt werden. Es können hier auch andere Bauteile und Anordnungen genutzt werden.

[0035] Der Verdichterzapfluftstrom 215 tritt als der Antriebsstrom in den Antriebsseinlass 240 ein, und sein Druck wird unter denjenigen des Umgebungsluftstroms 225 verringert, während der Saugstrom dabei beschleunigt wird. Die Ströme werden in dem Mischrohr 260 vermischt und strömen als ein gemischter Luftstrom 280 durch den Diffusor 270. Der gemischte Luftstrom 280 ist somit eine Kombination aus der Umgebungsluft und der zugemischten Abzapfwärme, um eine gesamte Temperaturgleichmässigkeit zu erreichen. Der gemischte Luftstrom 280 kann bei einem Druck ausgegeben werden, der grösser ist als derjenige des Saugstroms, jedoch kleiner ist als derjenige des Antriebsstroms. Mit dieser Voraussetzung kann der Umgebungsluftstrom 225 an dem Ansaugseinlass 250 einen Unterdruck oder ein Vakuum aufweisen. Insbesondere kann die Gesamtansaugleistung für die Saugstrahlpumpe 230 von der darin verfügbaren Haltedruckhöhe abhängig sein. Es können hier mehrere Saugstrahlpumpen 230 genutzt werden, um eine beliebige Anzahl von gemischten Strömen 280 zur Kühlung oder für sonstige Zwecke bereitzustellen.

[0036] Der gemischte Strom 280 kann zu der Turbine 170 geleitet werden, um die spätere Stufen und deren Komponenten zu kühlen. Mehrere Steuer-/Regelventile 290, Überwachungssensoren 300, Temperatursensoren 310 und andere Arten von Steuerungen und Sensoren können hier genutzt werden. Der gesamte Betrieb des Teillastbetrieb-Kühlsystems 170 kann durch die gesamte Gasturbinensteuerung (z.B. eine «GE-Speedtronic» Steuereinrichtung oder eine vergleichbare

Vorrichtung) oder durch eine speziell vorgesehene Steuereinrichtung über die Optimierungslogik geregelt/gesteuert werden. («Speedtronic» ist eine Handelsmarke von General Electric in Schenectady, New York.) Es können auch andere Komponenten und sonstige Konstruktionen hierin genutzt werden.

[0037] Fig. 3 zeigt das Teillastbetrieb-Kühlsystem 200 mit weiteren Einzelheiten. Insbesondere kann die Verdichterzapfluftquelle 210 eine Verdichterzapfluftentnahme 320 aus der neunten Stufe, eine Verdichterzapfluftentnahme 330 aus der dreizehnten Stufe und/oder eine Entnahme aus einer anderen Stelle sein. Allgemein können die Verdichterzapfluftentnahmen 320, 330 zur Kühlung der späteren Stufen der Turbine 170 genutzt werden. In diesem Beispiel kann die Verdichterzapfluftentnahme 330 aus der dreizehnten Stufe genutzt werden, um eine zweite Stufe 340 der Turbine zu kühlen. Die Verdichterzapfluftentnahme 320 aus der neunten Stufe kann, wie vorstehend beschrieben, mit der Saugstrahlpumpe 230 strömungsmässig verbunden sein, um eine dritte Stufe 350 oder eine andere spätere Stufe der Turbine 170 mittels des gemischten Luftstroms 280 zu kühlen. Der gemischte Luftstrom 280 kann die Stufen und deren Komponenten kühlen. Es können hier auch andere Bauteile und Anordnungen genutzt werden.

[0038] Das Teillastbetrieb-Kühlsystem 200 führt somit den Verdichterzapfluftstrom 215 und den Umgebungsluftstrom 225 zusammen, um den gemischten Luftstrom 280 zu bilden, um eine Kühlung späterer Stufen zu optimieren. Das Teillastbetrieb-Kühlsystem 200 kann den Verdichtereinlass oder den Turbinenauslass nur geringfügig oder überhaupt nicht beeinflussen, so dass die Gasturbine 100, die weitgehend in einem Hibernationsmodus arbeitet, das gewünschte Brennstoff/Luft-Verhältnis aufrechterhalten kann, um Gesamtemissionen innerhalb bestehender Standards zu begrenzen. Die Gasturbine 100 kann somit während jedes beliebigen Betriebsmodus mit Abgastemperaturen arbeiten, die innerhalb der Einlasstemperaturgrenzen des Abhitzedampferzeugers liegen, so dass die gesamte Kombizykluskapazität und Dampferzeugungsfähigkeit verbessert sind. Ausserdem kann das Teillastbetrieb-Kühlsystem 200 ferner der Gasturbine 100 die Fähigkeit für ein rasches Hochfahren bis zur Grundlast verleihen. Die Gasturbine 100 kann somit einen Hibernationsmodus von weniger als etwa dreissig Prozent (30%) der Grundlast, möglicherweise innerhalb des Lastbereiches von etwa zwanzig bis fünfundzwanzig Prozent (20–25%) oder möglicherweise bis herunter auf etwa zehn Prozent (10%) oder so erreichen. Andere Prozentsätze und andere Lasten können hier genutzt werden.

[0039] Das Teillastbetrieb-Kühlsystem 200 ermöglicht somit für die Gasturbine 100 einen zuvor nicht verfügbaren Betriebsbereich. Das Teillastbetrieb-Kühlsystem 200 kann mit einem Minimum an zusätzlichen Bauteilen auskommen, ohne Konstruktionsänderungen an der Gasturbine 100 insgesamt zu erfordern. Das Teillastbetrieb-Kühlsystem 200 kann über den gemischten Luftstrom 280 Temperaturen von Turbinenschaufeln späterer Stufen optimieren. Solches Kühlen kann verhindern, dass die Turbine Gesamttemperaturbeschränkungen überschreitet, so dass die Lebensdauer von Komponenten verlängert wird. Das Teillastbetrieb-Kühlsystem 200 kann die Gesamtzuverlässigkeit eines Kraftwerks insofern erhöhen, als Zwangstillstandzeiten, die auf eine Überschreitung von Parametern und/oder Emissionen zurückzuführen sind, verringert werden können. Ausserdem kann eine Erhöhung der Gesamtleistung ermöglicht sein, indem die Neigung zu Teillastbetriebsbeschränkungen mittels einer verbesserten Teillastwärmeübertragungsrate vermindert wird. Die gesamte Gasturbine 100 kann ferner die Gesamtzahl von Betriebsstunden steigern. Das Teillastbetrieb-Kühlsystem 200 kann ein Originalzubehör oder ein Nachrüstteil sein.

[0040] Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Teillastbetrieb-Kühlsystems 360, wie es hier beschrieben ist. In diesem Beispiel kann die Quelle für Verdichterzapfluft 210 sowohl die Verdichterzapfluftentnahme 320 aus der neunten Stufe als auch die Verdichterzapfluftentnahme 330 aus der dreizehnten Stufe enthalten. Diese Ströme können sich in einem Mischverteiler 370 vereinigen, bevor sie zu der Saugstrahlpumpe 230 oder andernorts weitergeleitet werden. In diesem Beispiel kann der gemischte Strom 280 genutzt werden, um die dritte Stufe 350 der Turbine 170 oder ein andere spätere Stufe, beispielsweise eine vierte Stufe oder anderweitig, zu kühlen. Es können hier auch andere Bauteile und andere Anordnungen genutzt werden.

[0041] Es sollte verständlich sein, dass sich das Vorausgehende lediglich auf spezielle Ausführungsformen der vorliegenden Anmeldung und des sich daraus ergebenden Patents bezieht. Zahlreiche Änderungen und Modifikationen können hierin durch den Fachmann durchgeführt werden, ohne von dem allgemeinen Gegenstand und Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen, wie er durch die nachfolgenden Ansprüche und deren Äquivalente definiert ist.

[0042] Die vorliegende Erfindung schafft eine Gasturbine für niedrigen Teillastbetrieb. Die Gasturbine kann einen Verdichter mit einem Verdichterzapfluftstrom, eine Umgebungsluftquelle mit einem Umgebungsluftstrom, eine Turbine und eine Saugstrahlpumpe enthalten. Die Saugstrahlpumpe mischt den Verdichterzapfluftstrom und den Umgebungsluftstrom zu einem gemischten Luftstrom für die Kühlung der Turbine.

Bezugszeichenliste:

[0043]

- 10 Gasturbine
- 15 Verdichter
- 20 Luft

25	Brennkammer
30	Brennstoff
35	Verbrennungsgase
40	Turbine
45	Welle
50	Last
100	Gasturbine
110	Verdichter
120	Einlassfiltergehäuse
130	Filter
140	Einlasszapfwärmeverteiler
150	Einlassleitschaufeln
160	Brennkammer
170	Turbine
180	Abgase
200	Teillastbetrieb-Kühlsystem
210	Verdichterzapfluftquelle
215	Verdichterzapfluftstrom
220	Umgebungsluftquelle
225	Umgebungsluftström
230	Saugstrahlpumpe
240	Antriebseinlass
250	Ansaugseinlass
260	Mischrohr
270	Diffusor
280	gemischter Strom
290	Steuer-/Regelventile
300	Überwachungssensoren
310	Temperatursensoren
320	Verdichterzapfluftentnahme aus der neunten Stufe
330	Verdichterzapfluftentnahme aus der dreizehnten Stufe
340	zweite Stufe
350	dritte Stufe
360	Teillastbetrieb-Kühlsystem
370	Mischverteiler

Patentansprüche

1. Gasturbine für niedrigen Teillastbetrieb, zu der gehören:
ein Verdichter;
wobei der Verdichter einen Verdichterzapflustrom aufweist;
eine Umgebungsluftquelle;
wobei die Umgebungsluftquelle einen Umgebungsluftstrom aufweist;
eine Turbine; und
eine Saugstrahlpumpe;
wobei die Saugstrahlpumpe den Verdichterzapflustrom und den Umgebungsluftstrom zu einem gemischten Luftstrom mischt, um diesen zur Kühlung der Turbine zu nutzen.
2. Gasturbine nach Anspruch 1, wobei der Verdichterzapflustrom eine Verdichterzapfluftentnahme aus der neunten Stufe und/oder eine Verdichterzapfluftentnahme aus der dreizehnten Stufe und/oder einen Mischverteiler aufweist.
3. Gasturbine nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Verdichterzapflustrom ein Gemisch von einer Verdichterzapfluftentnahme aus der neunten Stufe und einer Verdichterzapfluftentnahme aus der dreizehnten Stufe aufweist.
4. Gasturbine nach einem der vorausgehenden Ansprüche, wobei die Umgebungsluftquelle ein Einlassfiltergehäuse aufweist.
5. Gasturbine nach einem der vorausgehenden Ansprüche, wobei die Saugstrahlpumpe einen Antriebseinlass, der mit dem Verdichterzapflustrom strömungsmässig verbunden ist, und/oder einen Ansaugseinlass aufweist, der mit dem Umgebungsluftstrom strömungsmässig verbunden ist.
6. Gasturbine nach einem der vorausgehenden Ansprüche, wobei die Saugstrahlpumpe ein Mischrohr und einen Diffusor aufweist.
7. Gasturbine nach einem der vorausgehenden Ansprüche, wobei der gemischte Luftstrom eine zweite Stufe und/oder eine dritte Stufe und/oder eine vierte Stufe der Turbine kühlt.
8. Gasturbine nach einem der vorausgehenden Ansprüche, wobei der niedrige Teillastbetrieb weniger als etwa dreissig Prozent (30%) der Grundlast aufweist oder wobei der niedrige Teillastbetrieb etwa zwanzig bis ungefähr fünfundzwanzig Prozent (20–25%) der Grundlast aufweist.
9. Verfahren zum Betrieb einer Gasturbine bei niedriger Teillast, mit den Schritten:
Betreiben der Gasturbine bei weniger als etwa dreissig Prozent (30%) der Grundlast;
Leiten eines Verdichterzapflustroms zu einer Saugstrahlpumpe;
Leiten eines Umgebungsluftstroms zu der Saugstrahlpumpe;
Mischen des Verdichterzapflustroms und des Umgebungsluftstroms in der Saugstrahlpumpe zu einem gemischten Luftstrom; und
Liefern des gemischten Luftstroms zu einer Turbine, um eine oder mehrere Stufen darin zu kühlen.
10. Kühlsystem für niedrigen Teillastbetrieb für den Einsatz in einer Gasturbine, aufweisend:
einen Verdichterzapflustrom von einem Verdichter der Gasturbine;
einen Umgebungsluftstrom von einer Umgebungsluftquelle; und
eine Saugstrahlpumpe zum Mischen des Verdichterzapflustroms und des Umgebungsluftstroms zu einem gemischten Luftstrom zur Kühlung einer oder mehrerer Stufen einer Turbine der Gasturbine.

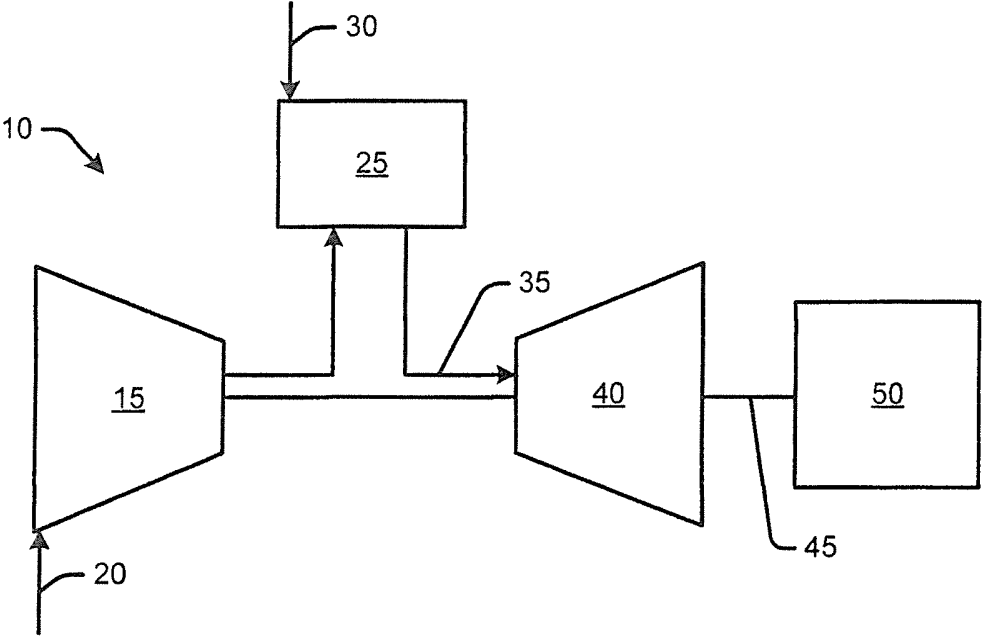


FIG. 1

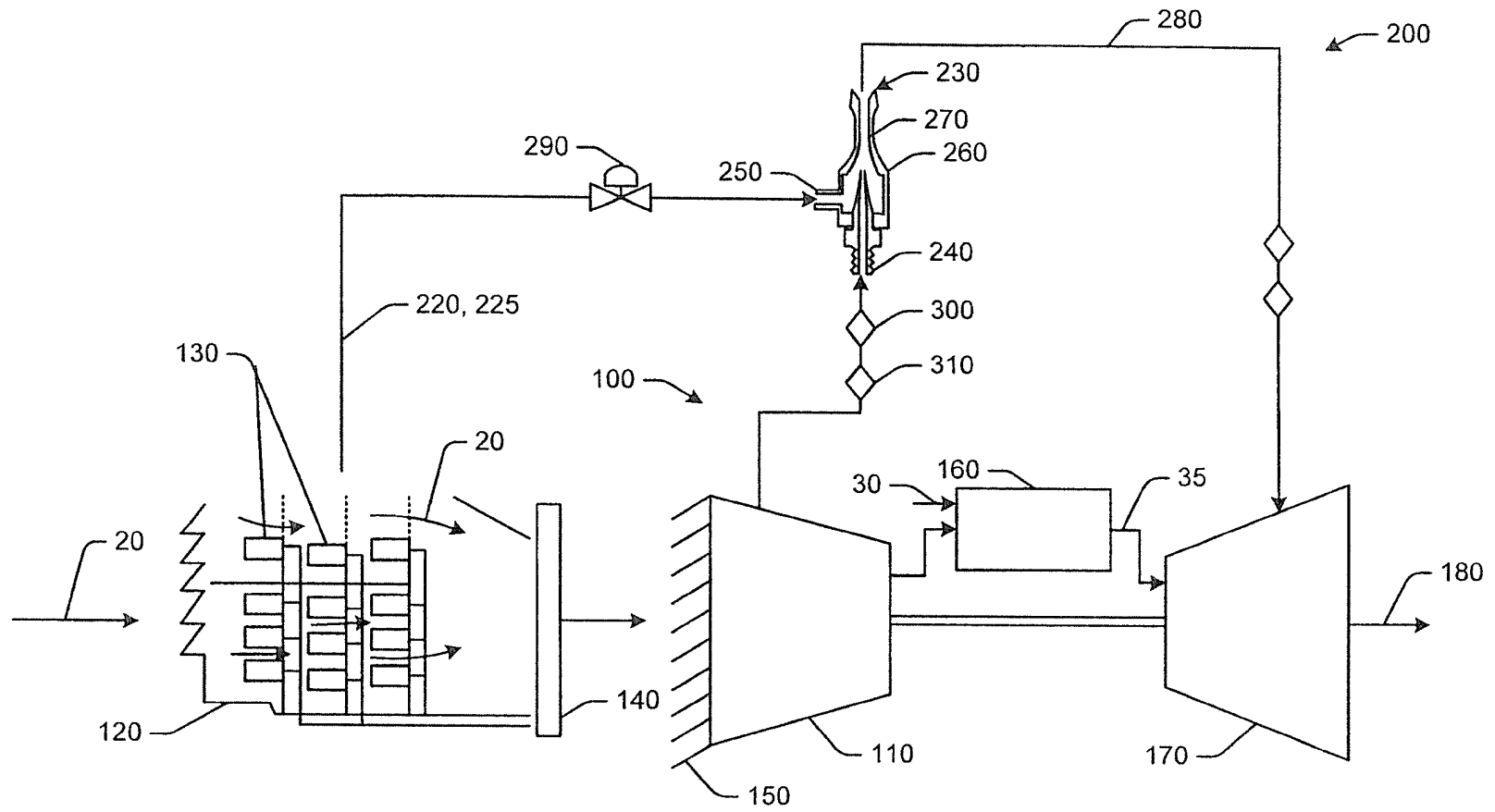


FIG. 2

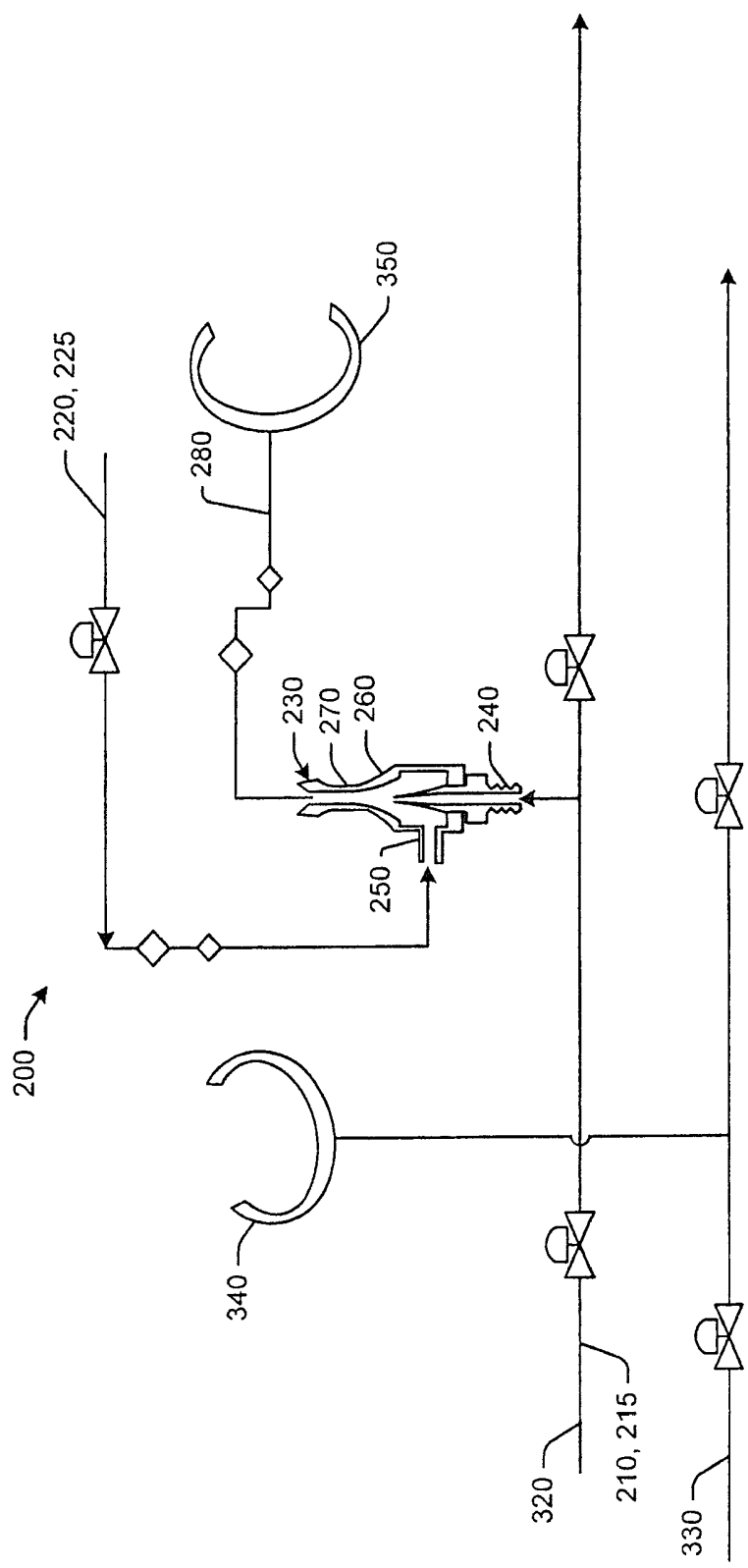


FIG. 3

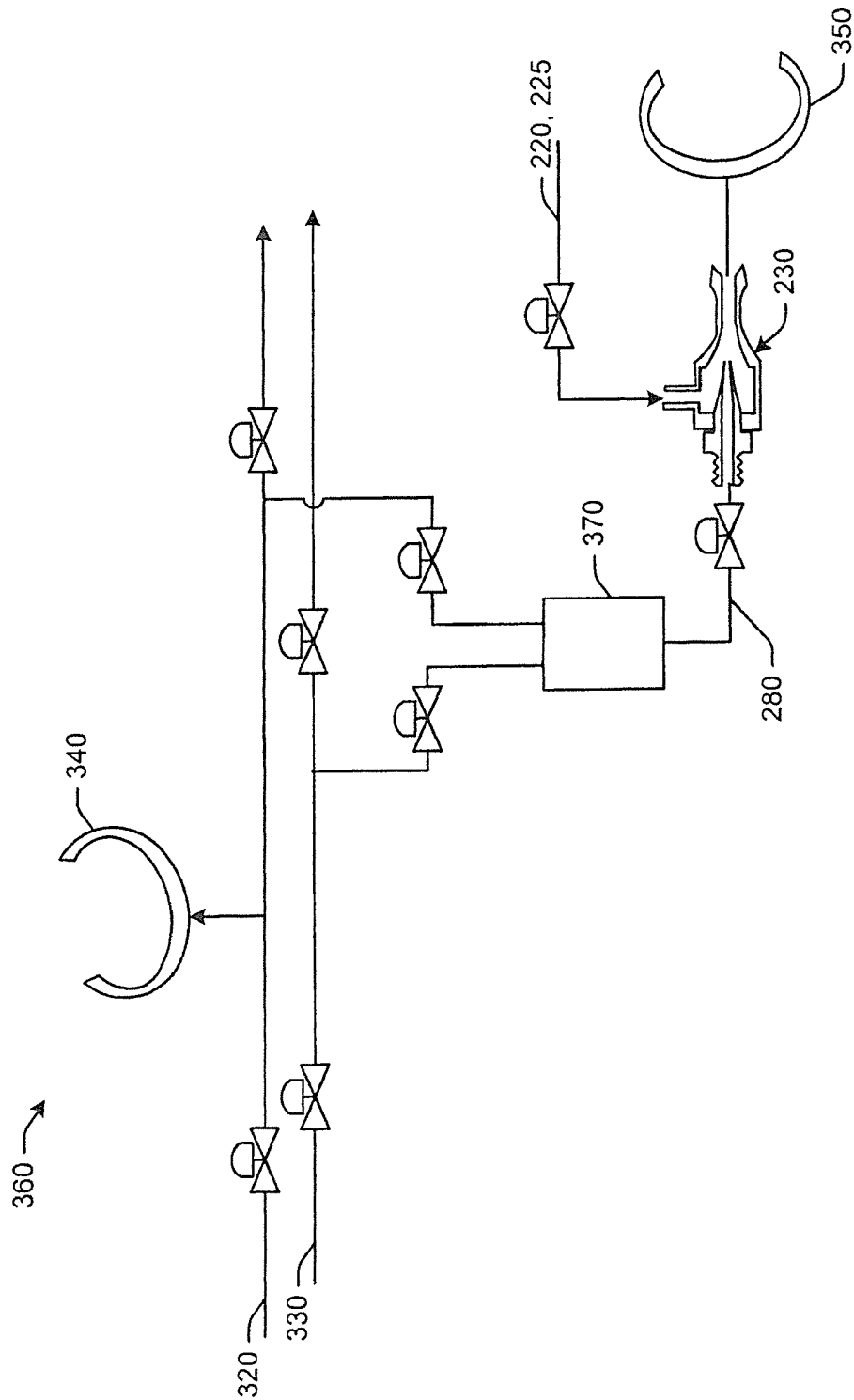


FIG. 4