



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

203 597

Int.Cl.³

3(51) F 02 G 5/04

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 02 G/ 2367 256

(22) 14.01.82

(44) 26.10.83

(71) siehe (72)

(72) PAULUSCH, REINER, DIPL.-ING.; ROLFS, JUERGEN, DIPL.-ING.; FOERSTER, HANS, DR.-ING.;
SAARE, KLAUS, DIPL.-ING.; DD;
ELLERT, HARALD, DIPL.-ING.; DD;

(73) siehe (72)

(74) DIPL.-ING. FISCHER, H. VEB SKL MAGDEBURG - KOMBINAT - 3011 MAGDEBURG ALT-SALBKE
6-10

(54) VERFAHREN ZUR ABWAERMENUTZUNG BEI BRENNKRAFTMASCHINEN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abwärmenutzung bzw. Wärmerückgewinnung aus abzukühlenden warmen Produktströmen von Brennkraftmaschinen (Ladeluft, Schmieröl, Kühlwasser, Abgase), vorzugsweise unter tropischen Bedingungen, bei denen zusätzliches Kühlwasser nicht zur Verfügung steht und/oder bei Lufttemperaturen $\geq 45^\circ\text{C}$. Ziel der Erfindung ist es, trotz ungünstiger Umweltbedingungen die Brennkraftmaschine ausreichend zu kühlen und die Abwärme der warmen Produktströme auf ein hohes Temperaturniveau zu transformieren und als Nutzwärme zur Verfügung zu stellen. Erfindungsgemäß wird das Verfahren dadurch realisiert, daß für die Kühlung ein thermodynamischer Kreisprozeß mit einem Kältemittel vorgesehen ist, der in zwei Teilkreisläufe unterteilt ist. Ein Teilkreislauf realisiert die Schmieröl-, Kühlwasser- und Ladeluft-Schlußkühlung. Das Kältemittel wird anschließend in einem Einwellen-Turboverdichter verdichtet, der in seinem Turbinenteil vom anderen Teilkreislauf nach Wärmeaufnahme von der Ladeluft und aus der Abgaskühlung angetrieben wird. Nach der Zusammenführung beider Teilkreisläufe gibt der Gesamtstrom des Kältemittels Nutzwärme in einem Kondensator ab. Die Erfindung ist beim Betrieb von Brennkraftmaschinen anwendbar.
Figur

236725 6

1

Titel der Erfindung

Verfahren zur Abwärmenutzung bei Brennkraftmaschinen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abwärmenutzung bzw. Wärmerückgewinnung aus abzukühlenden, anlagenspezifisch warmen Produktströmen von Brennkraftmaschinen (Ladeluft, Schmieröl, Kühlwasser und Abgase) nach dem Prinzip von Kompressionswärmepumpen bzw. Kompressionskälteanlagen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Kühlung anlagenspezifisch warmer Produktströme von Brennkraftmaschinen (Schmieröl, Kühlwasser, Ladeluft) erfolgt bisher durch ein offenes oder geschlossenes Kühlwassersystem oder durch Luftkühlung. Dabei ist bisher einer rationellen Energierückgewinnung wenig Beachtung geschenkt worden.

Bei hochwertigen Dieselmotoren werden rund 40 % der durch den Kraftstoff zugeführten Energie in mechanische Leistung umge-

wandelt. Etwa 60 % der zugeführten Energie gehen als Verluste, vor allem in Form von Wärme mit den Abgasen oder mit dem Kühlmittel einer direkten Nutzung verloren. Dabei betragen allein die Abgas-Wärmeverluste rund 30 %. Ein Teil dieser Verluste wird heute allgemein durch die Ausnutzung des Geschwindigkeits- und Druckanteiles der in den Abgasen enthaltenen Energie in Abgasturboladern zur Vorverdichtung der Verbrennungsluft zurückgewonnen.

Bekannt ist es, die Wärmeenergie der Abgase von Brennkraftmaschinen in einem Abhitzeessel zur Dampferzeugung heranzuziehen. Die dort erzeugte Nutzenergie wird auf ein zweites, vom Kühlkreislauf der Maschine getrenntes Arbeitsmittel, z.B. Wasser übertragen und im Kreislauf in Form von Dampf einer gesonderten Dampfturbine zugeleitet. Diese Dampfturbine treibt einen Hochdruckverdichter, durch den die zuvor in einem Abgasturbolader vorverdichtete und zwischengekühlte Verbrennungsluft auf einen höheren Enddruck weiter verdichtet wird. Anschließend wird diese hochverdichtete Verbrennungsluft der Brennkraftmaschine nach Wärmeaufnahme einem Luft-Abgas-Wärmetauscher zugeleitet. (DD-PS 96 753)

Diese Anlage hat den Nachteil, daß einerseits ein sehr großer Aufwand an Hilfseinrichtungen erforderlich ist, indem außer dem heute allgemein verwendeten Abgasturbolader ein Abhitzeessel, verbunden mit einer Dampfturbine und einem ein- oder mehrstufigen Hochdruckverdichter erforderlich ist, dem andererseits nur ein geringfügig erhöhter Ausnutzungsgrad der Abgasenergie gegenübersteht. Das Hauptanwendungsgebiet dieser Lösung wird bei Brennkraftmaschinen mit externer Verdichtung gesehen.

Es ist weiterhin bekannt, bei einer Brennkraftmaschine im Kühlsystem ein für einen Kälteprozeß bekanntes flüssiges Kältemittel zu verwenden, wobei ein Teil des durch die Brennkraftmaschine aufgeheizten flüssigen Kältemittels durch die Abgase der Maschine überhitzt wird. Anschließend wird das überhitzte Kältemittel in einer Turbine entspannt und in einem von dieser Turbine angetriebenen Kompressor wieder verdichtet. Nachfolgend wird dieses verdichtete Kältemittel in einem Kühler kondensiert und wieder zurück in den Motor gepumpt, womit der Kühlkreislauf für die Brennkraftmaschine erneut beginnt. Mit einem anderen Teil des durch die Brennkraftmaschine aufgeheizten flüssigen Kältemittels wird ein in einem gesonderten Kreislauf eine Klimaanlage betrieben, bei der auf bekannte Weise in einem Verdampfer das entspannte flüssige Kältemittel der Umgebung Wärme entzieht.

(US-PS 3 181 308)

Der Nachteil dieser Anlage ist es, daß in diesem Kühlkreislauf der Hauptanteil des Kältemittels in dem einen Teilkreislauf unter Aufnahme der aus dem Abgas gewonnenen Energie für die Aufrechterhaltung des reinen Kühlkreislaufes der Brennkraftmaschine (Überhitzung des Kältemittels, Entspannung in der Turbine und Wiederverdichtung im Kompressor) erforderlich ist und damit nur ein geringfügig modifizierter bekannter Kältekreislauf gebildet wird. Nur ein sehr geringer Anteil des Kältemittels ist im zweiten Teilkreislauf für die angeschlossene Klimaanlage einsetzbar. Die aus dem Abgasstrom der Brennkraftmaschine gewonnene Energie dient fast ausschließlich der Aufrechterhaltung des Kühlkreislaufes. Außerhalb der Anlage verwertbare Nutzenergie, beispielsweise in Form von Nutzwärme, ist aus diesem Kühlverfahren nicht zu gewinnen.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen, um die Abwärme aus abzukühlenden, anlagenspezifisch warmer Produktströmen von Brennkraftmaschinen zurückzugewinnen; sie auf ein höheres Temperaturniveau zu transformieren und als Nutzwärme zur Verfügung zu stellen. Weiterhin ist es das Ziel der Erfindung, außer der Erzeugung von Nutzwärme, vor allem unter tropischen Bedingungen, bei denen zusätzliches Kühlwasser nicht zur Verfügung steht und eine Luftrückkühlung des Kühlkreislaufes bei $t_u \geq 45^\circ \text{C}$ ohne zusätzliche Maßnahmen nicht durchführbar ist, die Kühlung der anlagenspezifisch warmen Produktströme und damit den Betrieb der Brennkraftmaschine überhaupt erst zu ermöglichen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, welches eine Wärmerückgewinnung aus den abzukühlenden, anlagenspezifisch warmen Produktströmen ermöglicht, die gewonnene Wärme auf ein höheres Temperaturniveau transformiert und als Nutzwärme brauchbar macht, sowie unter tropischen Bedingungen, bei denen keine verwertbaren fremden Kühlmittel zur Verfügung stehen, die Abkühlung der anlagenspezifisch warmen Produktströme ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß ein für einen Kälteprozeß bekannter thermodynamischer Kreisprozeß mit einem Kältemittel eingesetzt wird. Dabei wird der Kältemittelkreislauf in zwei Teilkreisläufe aufgeteilt. In einem Teilkreislauf durchströmt das Kältemittel nach Entspannung die Kühler der zu kühlenden Produktströme, wie Schmierölkühler, Kühlwasserkühler und Ladeluft-Schlußkühler unter

Wärmeaufnahme und wird anschließend dem Verdichterteil eines Einwellen-Turboverdichters zugeführt. In dem anderen Teilkreislauf wird das Kältemittel nach Druckerhöhung und zur Wärmeaufnahme gegebenenfalls über einen Ladeluftkühler sowie über einen durch den Abgasstrom der Brennkraftmaschine erhitzten Verdampfer dem Turbinenteil des Einwellen-Turboverdichters als Antriebsenergie zugeführt. Anschließend an den Einwellen-Turboverdichter werden beide Teilkreisläufe wieder zusammengeführt. Der Gesamtstrom des Kältemittelkreislaufes steht nach Nutzwärmeabgabe in einem Kondensator bei gleichzeitiger Kondensation des Kältemittels für den Wiederbeginn beider Teilkreisläufe zur Verfügung. Nach dem Kondensator kann ein Vorratsbehälter für das Kältemittel im Kreislauf angeordnet sein.

Eine günstige Ausführungsform ergibt sich für das Verfahren, wenn als Einwellen-Turboverdichter ein Abgasturbolader vorgesehen ist.

Als Kältemittel wird für das Verfahren vorzugsweise ein bekanntes Halogenkältemittel oder ein azeotropisches bzw. ein nicht azeotropisches Kältemittelgemisch verwendet.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

In der zugehörigen Zeichnung ist der Kältemittelkreislauf im Prinzip dargestellt.

Beim Betrieb einer Brennkraftmaschine 1 fallen anlagenspezifisch warme Produktströme an, die abgekühlt werden müssen. Diese warmen Produktströme umfassen den Schmierölkreislauf mit einem Schmierölkühler 2, den Kühlwasserkreislauf mit ei-

dem Kühlwasserkühler 3 und den abzukühlenden Ladeluftstrom, in dem ein Ladeluftkühler 5 und ein Ladeluft-Schlußkühler 4 angeordnet sind. Außerdem fällt als weiterer warmer Produktstrom der Brennkraftmaschine 1 der Abgasstrom an, der in einem Verdampfer 12 abgekühlt wird.

Die Kühlung dieser warmen Produktströme der Brennkraftmaschine 1 erfolgt mit Hilfe eines thermodynamischen Kreisprozesses.

Für den Beginn dieses Kreisprozesses wird aus einem Vorratsbehälter 8 das bevorzugt verwendete Halogenkältemittel R 11 oder R 114 entnommen. Danach wird der Kältemittelstrom sofort in 2 Teilströme aufgeteilt.

Der eine Kältemittel-Teilstrom wird in einem Entspannungsventil 6 entspannt. Anschließend durchströmt das verdampfende Kältemittel den Schmierölkühler 2, den Kühlwasserkühler 3 und den Ladeluft-Schlußkühler 4. Dabei nimmt das Kältemittel jeweils Wärme aus den abzukühlenden Produktströmen auf. Die genannte Reihenfolge, in der das Kältemittel die Kühler der einzelnen Produktströme durchströmt, wird zwar für den vorliegenden Anwendungsfall als die günstigste angesehen, kann aber beliebig variiert werden. Nach Austritt des Kältemittels aus dem Ladeluft-Schlußkühler 4 wird es dem Verdichterteil 10 eines modifizierten Abgasturboladers zugeleitet und dort auf einen höheren Druck verdichtet.

Der andere Kältemittel-Teilstrom wird mit Hilfe einer Kältemittelpumpe 7 für diesen Teilprozeß auf einen höheren Druck gebracht und anschließend durchströmt das verdampfende Kältemittel den Ladeluftkühler 5 und einen durch den Abgasstrom der Brennkraftmaschine 1 erhitzten Verdampfer 12. Dabei wird durch die Wärme der Abgase eine vollständige Verdampfung des Kältemittels im Verdampfer 12 erreicht. Dieser Kältemittel-

dampf mit erhöhtem Druckniveau wird dem Turbinenteil 11 eines modifizierten Abgasturboladers zugeleitet und darin arbeitend entspannt, so daß das auf der gleichen Welle angeordnete Verdichterteil 10 des modifizierten Abgasturboladers durch die im Turbinenteil 11 erzeugte mechanische Energie angetrieben wird.

Der aus dem Turbinenteil 11 austretende entspannte Kältemittel-Teilstrom und der aus dem Verdichterteil 10 austretende verdichtete Kältemittel-Teilstrom werden anschließend zusammengeführt. Vorteilhafterweise sind die beiden Kältemittel-Teilkreisläufe so ausgelegt, daß sie bei dieser Zusammenführung ein ungefähr gleiches Druckniveau aufweisen. Der Gesamtstrom des Kältemittelkreislaufes wird einem Kondensator 9 zugeleitet und wird dort bei einem höheren Temperaturniveau kondensiert. Die im Kondensator 9 gewonnene Nutzwärme steht für die verschiedensten Verwendungszwecke zur Verfügung. Anschließend an den Kondensator 9 wird das Kältemittel wieder dem Vorratsbehälter 8 zugeführt und steht damit für den Wiederbeginn des Kreislaufes zur Verfügung.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Abwärmenutzung bzw. Wärmerückgewinnung aus abzukühlenden, anlagenspezifisch warmen Produktströmen von Brennkraftmaschinen, vorzugsweise unter tropischen Bedingungen, bei denen zusätzliches Kühlwasser nicht zur Verfügung steht und/oder bei Lufttemperaturen $\geq 45^{\circ}$ C, unter Verwendung eines herkömmlichen, für einen Kälteprozeß zu verwendenden Kältemittels in einem thermodynamischen Kreisprozeß, dadurch gekennzeichnet, daß der Kältemittelkreislauf in zwei Teilkreisläufe aufgeteilt wird, von denen bei dem einen Teilkreislauf das Kältemittel nach Entspannung die Kühler der zu kühlenden Produktströme, wie Schmierölkühler (2), Kühlwasserkühler (3) und Ladeluft-Schlußkühler (4) unter Wärmeaufnahme durchströmt und anschließend dem Verdichterteil (10) eines Einwellen-Turboverdichters, und bei dem anderen Teilkreislauf das Kältemittel nach Druckerhöhung, gegebenenfalls über einen Ladeluftkühler (5) sowie zur Wärmeaufnahme über einen durch den Abgasstrom der Brennkraftmaschine erhitzten Verdampfer (12) dem Turbinenteil (11) des Einwellen-Turboverdichters als Antriebsenergie zugeführt, anschließend beide Kältemittel-Teilkreisläufe wieder zusammengeführt werden und der Gesamtstrom des Kältemittelkreislaufes nach Nutzwärmeabgabe in einem Kondensator (9) bei gleichzeitiger Kondensation des Kältemittels, gegebenenfalls unter Nachschaltung eines Vorratsbehälters (8), für den Wiederbeginn beider Teilkreisläufe zur Verfügung steht.

2. Verfahren zur Abwärmenutzung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Einwellen-Turboverdichter ein an sich bekannter Abgasturbolader vorgesehen ist.

236725 6

3. Verfahren zur Abwärmenutzung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Kältemittel an sich bekannte Halogenkältemittel, azeotropische bzw. nicht azeotropische Kältemittelgemische verwendet werden.

- Hierzu gehört 1 Blatt Zeichnung -

