



DEUTSCHES PATENTAMT

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Aufrechterhaltung kann Einspruch eingelegt werden

(21) Aktenzeichen:	(22) Anmeldetag:	(44) Veröff.-tag der DD-Patentschrift:	(45) Veröff.-tag der Aufrechterhaltung:
DD B 63 H / 262 103 7	19. 04. 84	12. 06. 85	05. 10. 95

(30) Unionspriorität:
—

(72) Erfinder: Schmuck, Peter, Dipl.-Ing. Dr., 18107 Rostock, DE; Hufnagel, Gerhard, Dipl.-Ing.,
18106 Rostock, DE; Burchert, Horst, Dipl.-Ing., 18119 Warnemünde, DE;
Tessenow, Herbert, Dipl.-Ing., 18106 Rostock, DE

(73) Patentinhaber: Kvaerner Warnow Werft GmbH, Werftallee 10, 18119 Rostock-Warnemünde, DE

(54) Verfahren zum Betreiben einer Maschinenanlage auf Schiffen

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 2 816 636 DD 148 328 DD 155 193 Firmenschrift MAN/B & W Feb. 82
„Exhaust gas amounts and temperatures L-GB/GBE“

Erfindungsanspruch:

Verfahren zum Betreiben einer Maschinenanlage für Schiffe mit mindestens einem durch Abgasturbolader aufgeladenen Verbrennungsmotor für den Schiffsantrieb, Dieselgeneratoren und einem Turbogenerator zur Erzeugung elektrischer Energie sowie einem Dampferzeugersystem mit einem durch die Abgase des bzw. der Verbrennungsmotoren beheizten Abgaskessel, wobei der Dampf zu Heizzwecken und zum Antrieb des Turbogenerators verwendet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abgasstrom durch einen in bekannter Weise jeweils zur Umgehung der Abgasturbolader (2) des bzw. der Verbrennungsmotoren (1) angeordneten Bypaß (3) primär in Abhängigkeit von der Belastung des Verbrennungsmotors (1) und/oder dem Zustand der Ladeluft vor bzw. hinter den Abgasturboladern (2) und sekundär in Abhängigkeit vom Dampfdruck im Dampferzeugersystem bzw. beim Parallelbetrieb von Turbogenerator (6) und Dieselgenerator (7) in Abhängigkeit von der Belastung des Dieselgenerators (7) geregelt wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer mit durch Abgasturbolader aufgeladenen Verbrennungsmotoren arbeitenden und zur Erzeugung von Antriebs-, Elektro- und Wärmeenergie dienenden Maschinenanlage auf Schiffen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Schiffsmaschinenanlagen bestehen vielfach aus einem oder auch mehreren, durch Abgasturbolader aufgeladenen Dieselmotoren zur Erzeugung der Antriebsenergie, Dieselgeneratoren für die Erzeugung elektrischer Energie und einem Dampferzeugersystem, das gewöhnlich einen durch die Abgase der Dieselmotoren beheizten Abgaskessel und einen Hilfskessel aufweist, wobei der erzeugte Dampf sowohl für Heizzwecke als auch zum Betreiben eines ebenfalls für die Erzeugung elektrischer Energie vorgesehenen Turbogenerators genutzt wird.

Moderne Anlagen dieser Art wurden in der DE-OS 2 816 636 sowie in den DD-PS 148 328 und 155 193 beschrieben. Im Interesse einer hohen Wirtschaftlichkeit wird angestrebt, den Bedarf an Wärme- und Elektroenergie möglichst weitgehend über die Dampferzeugung mittels der Abgasenergie der Dieselmotoren und durch den Betrieb des Turbogenerators zu decken und den Betrieb der Dieselgeneratoren sowie des Hilfskessels auf ein Minimum zu beschränken. Trotz z. T. hochgetriebener Abwärmeausnutzungsgrade ist dies bei Maschinenanlagen unterhalb einer bestimmten Antriebsleistung, abhängig vom je nach Schiffstyp und Fahrtroute unterschiedlich großen Bedarf an Wärme- und Elektroenergie sowie mit der Belastung der Antriebsmotoren wechselndem Abgasenergieangebot nur zeitweise, oft jedoch nicht erreichbar. Für die Elektroenergieerzeugung werden dann zusätzlich zum Turbogenerator auch Dieselgeneratoren betrieben. Ein solcher Parallellauf von Turbogenerator und Dieselgeneratoren ist kompliziert und erfolgt oftmals unter unwirtschaftlichen Betriebsbedingungen. Die Ursache dafür ist, daß für die mit Schweröl betriebenen Dieselgeneratoren eine Mindestbelastung vorgeschrieben ist, die in bezug auf die Nennlast relativ hoch liegt und deren Unterschreitung zu einem hohen Kraftstoffverbrauch und infolge starker Verschmutzung und hohem Verschleiß zum vorzeitigen Ausfall der Dieselmotoren führt. Bei steigender Dampfproduktion durch den Abgaskessel kann deshalb beim Parallellauf von Turbogenerator und Dieselgenerator die Turbogeneratorleistung nur soweit zunehmen, bis die Mindestbelastung des Dieselgenerators erreicht wird. Von diesem Zeitpunkt an muß Überschußdampf aus dem Abgaskessel nutzlos und mit zusätzlichem Energieaufwand in einem Überproduktionskondensator niedergeschlagen werden. Dieser unwirtschaftliche Betriebszustand ist erst dann zu beseitigen, wenn die Dampfproduktion so groß ist, daß der Turbogenerator allein den Bedarf an elektrischer Energie decken und damit der Dieselgenerator abgeschaltet werden kann.

Bei Schiffen mit relativ geringer Antriebsleistung ist die mit dem Abgaskessel produzierte Dampfmenge in bestimmten Betriebszuständen nicht einmal für den Wärmebedarf ausreichend, so daß zusätzlich der Hilfskessel betrieben werden muß. Zur höheren Dampfproduktion im Abgaskessel wurde bereits vorgeschlagen, einen Teil des Abgases des oder der Dieselmotoren über einen die Abgasturbolader umgehenden Bypaß direkt in den Abgaskessel zu führen. (Siehe Firmenschrift von MAN/B & W vom Februar 1982 „Exhaust gas amounts and temperatures L-GB/GBE“). Durch diese Maßnahme kann die Dampfproduktion erhöht werden, die bei den unterschiedlichen Betriebsbedingungen von Schiffsmaschinenanlagen bestehenden Schwierigkeiten hinsichtlich eines wirtschaftlichen Betriebes werden dadurch jedoch nicht beseitigt.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist es, die Wirtschaftlichkeit des Betriebes von Schiffsmaschinenanlagen der beschriebenen Art weiter zu verbessern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren zum Betreiben einer Schiffsmaschinenanlage mit durch Abgasturbolader aufgeladenen Verbrennungsmotoren und einem die Abgasenergie der Verbrennungsmotoren ausnutzenden Dampferzeugersystem vorzuschlagen, mit dem einerseits eine höhere Ausnutzung der Abgasenergie zur Dampferzeugung erreicht und andererseits die bei bestimmten Betriebszuständen auftretende unwirtschaftliche Produktion von Überschußdampf wesentlich verringert werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabe wird dadurch erreicht, daß in der Abgaszuführung von dem bzw. den Verbrennungsmotoren zum Abgaskessel der Abgasstrom durch einen in bekannter Weise jeweils zur Umgehung der Abgasturbolader des Verbrennungsmotors vorgesehenen Bypaß primär in Abhängigkeit von der Motorbelastung und/oder dem Ladeluftzustand vor bzw. hinter den Abgasturboladern auf einen jeweils zulässigen, einen stabilen und ökonomischen Betrieb des Verbrennungsmotors gewährleistenden Maximalwert und zusätzlich sekundär in Abhängigkeit vom Dampfdruck im Dampferzeugersystem bzw. beim Parallelbetrieb von Turbogenerator und Dieselgenerator in Abhängigkeit von der Belastung des Dieselgenerators geregelt wird.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend durch ein Ausführungsbeispiel an Hand der Zeichnung näher erläutert.

Die schematisch dargestellte Schiffsmaschinenanlage umfaßt im wesentlichen einen für den Schiffsantrieb dienenden Verbrennungsmotor 1 mit einem Abgasturbolader 2 und einem parallel dazu liegenden Bypaß 3, ein Dampferzeugersystem mit einem Abgaskessel 4 mit Dampftrommel 5 und einem nicht dargestellten Hilfskessel, sowie einen Turbogenerator 6 und einen Dieselgenerator 7 für die Erzeugung elektrischer Energie. Im Bypaß 3 ist ein Stellorgan, z. B. eine Klappe 8 angeordnet, mit welcher der Abgasstrom durch den Bypaß 3 nach dem erfindungsgemäßen Verfahren geregelt wird, dessen Arbeitsweise bei den unterschiedlichen Betriebszuständen der Maschinenanlage im folgenden beschrieben werden soll.

Bei Inbetriebnahme des Verbrennungsmotors 1 wird die Stellung der Klappe 8 im Bypaß 3 nur durch die in Abhängigkeit vom Belastungszustand des Verbrennungsmotors 1 und/oder dem Ladeluftzustand vor oder hinter dem Abgasturbolader 2 arbeitende Primärregelung vorgegeben. Die Sekundärregelung der Klappe 8 ist in dieser Phase abgeschaltet. Die Klappe 8 im Bypaß 3 ist also zunächst geschlossen und wird erst im Verlauf des Hochfahrens des Verbrennungsmotors 1 in dem Maße geöffnet, daß der den Abgasturbolader 2 treibende Abgasstrom stets die für einen stabilen und ökonomischen Betrieb erforderliche Aufladung des Verbrennungsmotors 1 gewährleistet. Die Primärregelung bewirkt also, daß entsprechend dem jeweils vorhandenen Abgasangebot stets soviel wie möglich energiereiches Abgas durch den Bypaß 3 am Abgasturbolader 2 vorbei direkt in den Abgaskessel 4 geführt wird. Die mit dem Hochfahren des Verbrennungsmotors 1 im Abgaskessel 4 einsetzende Dampfproduktion nimmt mit steigendem Abgasangebot zu, wobei dieser Vorgang durch den energiereichen Abgasstrom durch den Bypaß 3 wesentlich beschleunigt wird. Mit steigender Dampfproduktion im Abgaskessel 4 wird die Leistung des bisher in üblicher Weise für die Dampferzeugung betriebenen Hilfskessels reduziert und dieser schließlich abgeschaltet. Gleichzeitig mit der Abschaltung des Hilfskessels wird eine in Abhängigkeit vom Dampfdruck im Dampfsystem arbeitende Sekundärregelung der Klappe 8 im Bypaß 3 wirksam, die mit Hilfe eines Druckwertmeßgebers 9 erfolgt. Diese Sekundärregelung bewirkt, daß bei weiter zunehmendem Abgasenergieangebot für den Abgaskessel 4 die Dampferzeugung dem Bedarf von an das Dampfsystem angeschlossenen Wärmeverbrauchern 10 angepaßt wird, indem der Abgasstrom durch den Bypaß 3 mittels der Klappe 8 im Bereich zwischen dem durch die Primärregelung vorgegebenen maximalen Wert und dem Wert Null bei völlig geschlossenem Bypaß 3 geregelt und damit zunächst eine Produktion von Überschußdampf vermieden wird. Erst wenn bei geschlossenem Bypaß 3 die Dampfproduktion im Abgaskessel 4 weiter ansteigt, muß Überschußdampf in herkömmlicher Weise über ein dampfdruckgesteuertes Regelventil 11 einem Überproduktionskondensator 12 zugeführt werden.

Bei den bisherigen Betriebszuständen wird die erforderliche elektrische Energie durch den bzw. auch mehrere Dieselgeneratoren 7 erzeugt. Überschreitet die Produktion von Überschußdampf eine bestimmte vorgegebene Mindestmenge, wird auf ein Signal eines in der Dampfleitung zum Überproduktionskondensator 11 angeordneten Mengennessers 13 der Turbogenerator 6 in Betrieb genommen. Mit der Lastübernahme durch den nunmehr dampfdruckgeregelten Turbogenerator 6 wird die bisher nach dem Dampfdruck arbeitende Sekundärregelung der Klappe 8 im Bypaß 3 abgeschaltet. Es sei angenommen, daß zur Deckung des Bedarfes an elektrischer Energie parallel zum Turbogenerator 6 zunächst noch ein Dieselgenerator 7 betrieben werden muß. Die Sekundärregelung der Klappe 8 im Bypaß 3 wird jetzt in Abhängigkeit von der Belastung des Dieselgenerators 7 vorgenommen. Bei hoher Belastung des Dieselgenerators 7 wird die Klappe 8 durch die Sekundärregelung bis zu einer durch die Primärregelung vorgegebenen Stellung geöffnet, so daß die Dampfproduktion im Abgaskessel 4 und damit auch die Leistung des Turbogenerators 6 steigt, der Dieselgenerator 7 also entsprechend entlastet wird. Unterschreitet die Belastung des Dieselgenerators 7 einen für dessen ökonomischen Betrieb vorgewählten Wert, z. B. 75 %, wird im Rahmen der Sekundärregelung die Klappe 8 geschlossen. Eine weiter zunehmende Dampfproduktion im Abgaskessel 4 oder auch eine Verringerung des Dampfbedarfes für die Wärmeverbraucher 9 führt zu einer weiteren Leistungserhöhung des Turbogenerators 6, so daß die Belastung des Dieselgenerators 7 schließlich auf den festgelegten Mindestwert absinkt. Eine weitere Leistungsreduzierung des Dieselgenerators 7 wird auf bekannte Weise durch Blockierung verhindert. Überschußdampf muß nunmehr in den Überproduktionskondensator 11 geleitet werden. Wenn der Überschußdampf wiederum eine bestimmte festgelegte Mindestmenge erreicht, wird der Dieselgenerator 7 stillgesetzt, der Turbogenerator 6 auf Leistungs-Drehzahlregelung umgeschaltet und gleichzeitig die Sekundärregelung der Klappe 8 im Bypaß 3 wieder nach dem Dampfdruck im Dampfsystem vorgenommen.

Bei Betriebszuständen, die wieder die Inbetriebnahme des Dieselgenerators 7 oder die Außerbetriebnahme des Turbogenerators 6 erfordern, verlaufen die geschilderten Regelvorgänge analog. Das Verfahren kann auch bei den Dieselgeneratoren 7 sinngemäß angewendet werden, wenn diese abgasseitig in das Dampferzeugersystem eingebunden sind.

Die Erfindung ermöglicht eine vorteilhafte Anpassung der Erzeugung von Wärmeenergie und elektrischer Energie an den jeweiligen Bedarf. Mit ihm wird eine jeweils optimale Ausnutzung der Abgasenergie der Verbrennungsmotoren bei unterschiedlichen Laststufen erreicht. Die Zeitspanne, in der der Antriebsmotor der Schiffsmaschinenanlage über die Abgasenergie den Bedarf an Wärme und elektrischer Energie abdecken kann, wird vergrößert. Durch die Sekundärregelung wird gleichzeitig die bei bisherigen Maschinenanlagen in bestimmten Betriebszuständen oft über längere Zeit auftretende unwirtschaftliche Überproduktion von Dampf auf ein Minimum verringert. Der Betrieb von Dieselgeneratoren im unteren, unwirtschaftlichen Lastbereich wird wesentlich eingeschränkt und damit deren Störanfälligkeit vermindert. Das erfindungsgemäße Verfahren bewirkt somit in den unterschiedlichen Betriebszuständen durch eine Verringerung des Brennstoffbedarfes für die nunmehr überwiegend in einem günstigeren Lastbereich arbeitenden Dieselgeneratoren sowie geringerem Energiebedarf für den Überproduktionskondensator eine beachtliche Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades der Maschinenanlage. Der Aufwand für die Realisierung der Erfindung ist gering.

