



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Veröffentlicht nach Art. 158 Abs. 3 EPÜ

 Anmeldenummer: **87902865.2**

 Int. Cl.³: **G 05 D 13/64**
F 02 D 31/00

 Anmeldetag: **27.01.87**

Daten der zugrundeliegenden internationalen Anmeldung:

 Internationale Anmeldenummer:
PCT/SU87/00010

 Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO88/05568 (28.07.88 88/17)

 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.01.89 Patentblatt 89/3

 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI SE

 Anmelder: **NAUCHNO-PROIZVODSTVENNOE**
OBIEDINENIE PO TOPLIVNOI APPARATURE
Volkovsky pr., 62
Leningrad, 192102(SU)

 Erfinder: **KOZLOV, Anatoly Vasilievich**
ul. 12-ya Krasnoarmeiskaya, 21-23
Leningrad, 198103(SU)

 Erfinder: **KHAIMIN, Jury Fedorovich**
Volkovsky pr., 110-106
Leningrad, 192102(SU)

 Erfinder: **VAINSHTEIN, Grigory Yakovlevich**
Volkovsky pr., 110-65
Leningrad, 192102(SU)

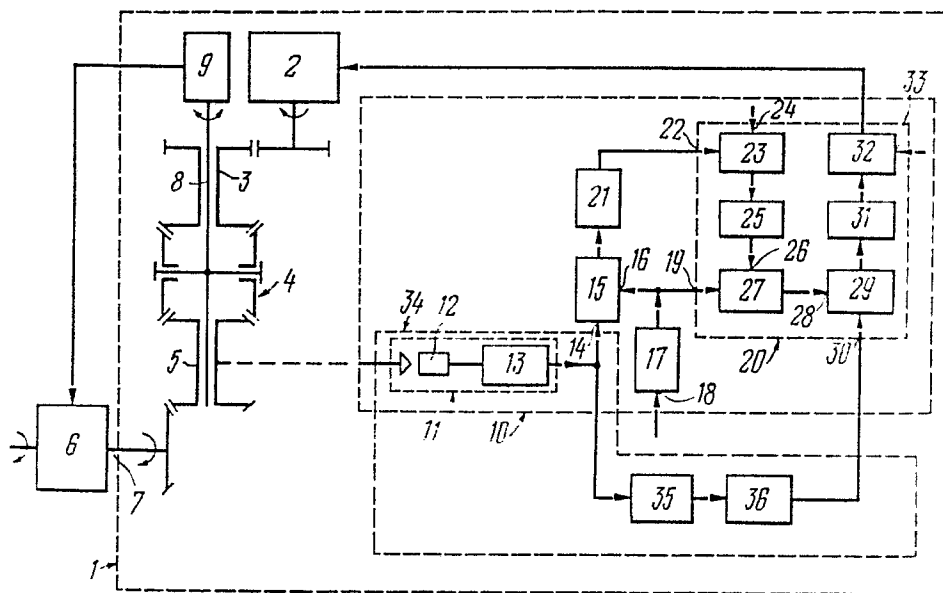
 Erfinder: **MARAKIN, Vladimir Ivanovich**
pos. Krasnoobsk, 49-6 Novosibirskaya obl.
Novosibirsky raion, 633126(SU)

 Vertreter: **Patentanwälte Zellentin & Partner**
Zweibrückenstrasse 15
D-8000 München 2(DE)

ROTATIONSGESCHWINDIGKEITSREGELVORRICHTUNG FÜR WÄRMEMOTOR.

 Drehzahlregler für eine Wärmemaschine, bei dem ein Elektromotor 2 mit einseitiger Drehrichtung mit einer Eingangswelle (3) des Differentials (4) kinematisch gekoppelt ist, dessen andere Eingangswelle (5) durch die Wärmemaschine (6) angetrieben wird, während die Ausgangswelle (8) mit einem Brennstoffzuteiler (9) der Wärmemaschine (6) kinematisch gekoppelt ist. In einem Drehzahlsteuerkanal (10) des Motors ist ein Drehzahlmesser (11) der Wärmemaschine (6) an den Eingang (14) einer Vergleichseinheit (15) angeschlossen, an deren weiteren Eingang (16) der Ausgang einer Steuerprogrammerstellungseinheit (17) der Motordrehzahl liegt. Der Ausgang der Vergleichseinheit (15) ist an den Eingang eines Integrators (21) angeschlossen, der mit seinem Ausgang am Eingang (22) einer Steuersignalerzeugungseinheit (20) liegt. Der Führungseingang (19) der Einheit (20) ist an den Ausgang der Programmerstellungseinheit (17) angeschlossen, während der Ausgang mit dem Elektromotor (2) elektrisch verbunden ist. An den Korrektüreingang (30) der Steuersignalerzeugungseinheit (20) ist ein Korrekturkanal (34) für die Motordrehzahl in Übergangszuständen der Drehzahl der Wärmemaschine angeschlossen.

EP 0 299 072 A1



DREHZAHLREGLER FÜR EINE WÄRMEMASCHINE

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf Wärmemaschinen und betrifft insbesondere einen Drehzahlregler für eine Wärmemaschine.

Zugrundeliegender Stand der Technik

Den wichtigsten Kennwerten für das technische Niveau eines Maschinenaggregats mit Wärmemaschine sind die Zuverlässigkeit, die Leistungsfähigkeit, die Betriebswirtschaftlichkeit des Brennstoffverbrauchs, die Ausführungsgüte von Arbeitsgängen des Maschinenaggregats, die Rauchbildung und Toxizität der Abgase in Übergangszuständen, die Arbeitsauslastung des Fahrers und die Fußhebelkraft des Maschinenaggregats, die Anpassungsfähigkeit der Wärmemaschine an verschiedene Brennstoffsorten, Hochgebirgsbedingungen, tiefe Umgebungstemperaturen sowie sonstige Kennwerte zuzurechnen. In bedeutendem Maße hängen die aufgezählten Kennwerte von den Eigenschaften des Geschwindigkeitsreglers der Wärmemaschine ab.

Bei den heutigen Wärmemaschinen, insbesondere bei Schlepper- und Kraftfahrzeug-Dieselmotoren finden im wesentlichen mechanische Regler mit einem Meßfühler vom Zentrifugaltyp Verwendung. Um den Steuere automatisierungsgrad des Maschinenaggregats zu erhöhen, sind diese Regler mit elektrischen Sonderantriebsvorrichtungen, z.B. mit einem Umsteuermotor zum Einstellen der Wärmemaschine auf Schnellauf, einem Elektromagneten zur Begrenzung der Brennstoffzuführung, einer elektromagnetischen

Einrichtung zur Vergrößerung der Brennstoffzuführung beim Anlassen der Wärmemaschine, einem elektrohydraulischen Ventil zum Überschneiden der Brennstoffzuführung beim Abstellen der Wärmemaschine usw. ausgerüstet.

Die bisherigen mechanischen, hydraulischen und pneumatischen Regler werden den ständig steigenden Anforderungen an den Steuere automatisierungsgrad der Brennstoffzuführung der Wärmemaschine nicht gerecht. An die modernen Regler wird außerdem eine Anordnung der Konstanthalt-

ung einer Solldrehzahl der Wärmemaschine in Beharrungszuständen mit hoher Genauigkeit (mit einer Abweichung vom Kennwert innerhalb $\pm 0,25\%$) gestellt, die durch die oben beschriebenen Regler nicht gewährleistet werden kann.

- 5 Daher werden Entwicklungsarbeiten mit elektrischen Reglern ausgeführt, die Möglichkeiten der Erhöhung des Steuerautomatisierungsgrades der Wärmemaschine umfassen und durch elastisches Einstellen der Steuerelemente des Reglers und Einführung von Korrektur-Rückkopplungen
- 10 in diesen eine hohe Genauigkeit der Konstanthaltung der Solldrehzahl der Wärmemaschine bewirken. Statische, dynamische und funktionelle Kennwerte des Drehzahl-Selbstregelungssystems der Wärmemaschine werden durch Erstellen eines Steuerprogramms für den elektrischen Stellantrieb
- 15 vorgegeben. Die Programmform hängt von dem Verwendungszweck des Maschinenaggregats mit Wärmemaschine, dessen Belastungsart, der Art der auszuführenden Arbeiten und einer Reihe von anderen technologischen Faktoren ab.

Bekannt ist eine große Gruppe von elektrischen Drehzahlreglern für Wärmemaschinen auf Basis eines elektrischen Positionierantriebs mit alternierender Ankerdrehrichtung, die einen eigentlichen Elektroantrieb, der mit einem Brennstoffzuteiler kinematisch und mit einer Einheit zum Vergleich der Istdrehzahl der Wärmemaschine mit der Solldrehzahl elektrisch verbunden ist, eine Steuerprogrammierstellungseinheit für die Wärmemaschine und eine Steuersignalerzeugungseinheit für ^{den} Elektroantrieb enthalten. Bei diesen Reglern kann der Elektroantrieb aus einem Momentenmotor oder einem Proportionalmagneten (Symposiummaterialien der Firma

30 R. Bosch, ERD, herausgegeben am 16.05.84 (Moskau): K. Zimmermanns Bericht "Stand der Technik der Bosch-Dieselapparat", s. Fig. 17 und 22) oder einem Schrittmotor bestehen (Symposiummaterialien der Firma Friedmann-Mayer, Österreich, herausgegeben am 16.04.84 (Leningrad): F. Paschkes

35 Bericht "Entwicklung des Elektronenreglers", S. 4 bis 5, Fig. 17).

Im folgenden soll die ganze aufgezählte Gruppe der

elektrischen Positionierantriebe, deren Ankerdrehrichtung während der Regelung alterniert, bedingt als Elektromotoren bezeichnet werden.

5 Mit elektrischen Reglern dieser Gruppe verläuft der Regelungsvorgang der Drehzahl der Wärmemaschine wie folgt. In einem Beharrungszustand, wenn die Drehzahl der Wärmemaschine gleich der Solldrehzahl ist, bleibt ein Steuersignal am Ausgang der Einheit zum Vergleich dieser Geschwindigkeiten aus. Demzufolge befinden sich der Motor-
10 anker und der Brennstoffzuteiler im Gleichgewichtszustand, der der Beharrungsbelastung der Wärmemaschine entspricht. Bei einer Abweichung der Drehzahl der Wärmemaschine von der Solldrehzahl, z.B. bei einer Laständerung, erscheint am Ausgang der Vergleichseinheit ein zur Differenz der
15 zu vergleichenden Geschwindigkeiten proportionales Signal, das über die Steuersignalerzeugungseinheit des Elektromotors dem Elektromotor zugeführt wird. Dadurch nimmt der Brennstoffzuteiler eine neue Stellung ein, so daß die Istdrehzahl und die Solldrehzahl der Wärmemaschine
20 einander gleich werden.

Die Regler mit elektrischem Positionierantrieb zeichnen sich durch einen niedrigen Ausnutzungsgrad seiner Nutzleistung aus. Das hängt damit zusammen, daß der Elektromotor fast im festgebremsten Zustand seines Ankers,
25 der durch einen geringen Wirkungsgrad gekennzeichnet ist, arbeitet, wenn der Brennstoffzuteiler und der damit verbundene Motoranker ortsfest sind. Um die Drehzahl der Wärmemaschine mit hoher Genauigkeit konstant zu halten, muß die Motorleistung letzten Endes gesteigert werden.

30 Bei den vorstehend beschriebenen elektrischen Reglern mit elektrischem Positionierantrieb wird die Hauptrückführung der Regler insgesamt durch einen Drehzahlmesser der Wärmemaschine, elektrische Stromkreise, die die Informationen über die Drehzahl der Wärmemaschine
35 übertragen, und durch die Einheit zum Vergleich der Meß- und Solldrehzahl gebildet. Das Auftreten einer Störung in elektrischen Stromkreisen der Hauptrückführung, z.B.

bei Kontaktoxydation einer Steckvorrichtung oder bei Leiterunterbrechung, führt dazu, daß ein von seiten der Hauptrückführung nicht kompensiertes Steuersignal vollständig dem Elektromotor zugeführt wird, wodurch sich der Brennstoffzuteiler in die Lage der maximalen Brennstoffzufuhr einstellt, und die Wärmemaschine geht durch. Um die Wahrscheinlichkeit des Durchgehens der Wärmemaschine zu reduzieren, werden die Hauptrückführungselemente verdoppelt, und der Regler ist zur Notabstellung des Motors zusätzlich mit verschiedenartigen Speiseend- und Notabschaltern der elektrischen Motorsteuerungsschaltung versehen. Um ein Durchgehen der Wärmemaschine zu vermeiden, muß der Brennstoffzuteiler beim Stromloswerden der Schaltung in Richtung der Abschaltung der Brennstoffzufuhr herausgeschoben werden. Dies wird durch Anbringen einer Sonderfeder im Regler erreicht, die eine zusätzliche Motorbelastung erzeugt, was eines noch größeren Leistungsanstiegs des Motors bedarf.

Bekannt ist auch ein Wärmemaschinen-Drehzahlregler auf Basis eines elektrischen Schnellantriebs (SU-Urheberschein 708 065, bekanntgemacht im Bulletin "Entdeckungen, Erfindungen, Geschmacksmuster, Warenzeichen" Nr.1, 1980), der einen Elektromotor mit einseitiger Drehrichtung, der mit einer Eingangswelle des Differentials kinematisch gekoppelt ist, dessen andere Eingangswelle durch die Wärmemaschine angetrieben wird, während die Ausgangswelle mit einem Brennstoffzuteiler der Wärmemaschine kinematisch gekoppelt ist, einen Drehzahlsteuerkanal für den Motor, bei dem der Drehzahlmesser mit einem Eingang der Steuersignalerzeugungseinheit elektrisch verbunden ist, deren Führungseingang am Ausgang der Steuerprogrammierstellungseinheit der Motordrehzahl liegt, die einen Vorgabeeingang aufweist, und deren Ausgang mit dem Motor elektrisch verbunden ist, sowie einen Kanal zur Drehzahlkorrektur des Motors in Einschwingzuständen der Drehzahl der Wärmemaschine enthält, der an einen Korrektoreingang der Steuersignalerzeugungseinheit des Drehzahlsteuerkanals

des Motors angeschlossen ist.

Bei dem in Rede stehenden Regler werden die Eingangswellen des Differentials durch die Wärmemaschine und den Motor gegensinnig angetrieben. Bei Gleichheit der Drehzahlen der Wellen sind die Ausgangswelle des Differentials und der damit verbundene Brennstoffzuteiler fest. Mit einer Laständerung der Wärmemaschine oder mit einer vorgegebenen Drehzahl einer der Eingangswellen dreht sich die Ausgangswelle und verschiebt den Brennstoffzuteiler in eine Stellung, die dem neuen Last- oder Schnellbetrieb der Wärmemaschine entspricht, in der die Drehzahlen der Eingangswellen einander gleich sind. Durch Vorhandensein des Differentials bei dem in Rede stehenden Regler wird die Verwendung eines üblichen Elektromotors mit einseitiger Drehrichtung ermöglicht. Die Rolle der Hauptrückführung spielt beim Regler ein mechanisches Getriebe von der Welle der Wärmemaschine zur Eingangswelle des Differentials.

Um die Genauigkeit der Konstanthaltung der Drehzahl der Wärmemaschine zu erhöhen, die bei dem in Rede stehenden Regler aufgrund der Konstanthaltung der Drehzahl des Motors gewährleistet wird, ist der Drehzahlmesser unmittelbar an den Eingang der Steuersignalerzeugungseinheit angeschlossen. Zur Verbesserung der Regelgüteparameter der Drehzahl der Wärmemaschine in Übergangszuständen, und zwar der Dauer des Regelungsvorganges und der Abweichungsgröße der Drehzahl der Wärmemaschine von der Solldrehzahl, ist der Drehzahlmesser des Drehzahlkorrekturkanals des Motors mit dem Motor und elektrisch mit dem Korrektur Eingang der Steuersignalerzeugungseinheit über eine Differenziereinheit verbunden. Als Steuerprogrammierstellungseinheit für die Drehzahl des Motors wird der Speiseteil verwendet, wobei sich die Drehzahl des Motors und somit der Wärmemaschine durch eine Spannungsänderung an seinem Ausgang einstellt. Als Steuersignalerzeugungseinheit gelangt ein Verstärker zur Anwendung.

Bei dem betrachteten Regler wird ein Signal vom Drehzahlmesser der Wärmemaschine in der Differenzier-
einheit umgeformt. Im Beharrungszustand gelangt daher kei-
ne Informationen über die Drehzahl der Wärmemaschine zur
5 Steuersignalerzeugungseinheit, und die Genauigkeit der
Konstanthaltung der Drehzahl der Wärmemaschine ist gänz-
lich durch die Genauigkeit der Aufrechterhaltung der
Drehzahl des Motors bedingt. Mit diesem Aufbau des Reg-
lers, bei dem die Drehzahl der Wärmemaschine nicht nach
10 der Regelabweichung selbst, sondern nach der Ab-
weichnung eines indirekt damit verbundenen Parameters ge-
regelt wird, wird nicht/^{die}erforderliche Genauigkeit der
Konstanthaltung der Drehzahl der Wärmemaschine gewähr-
leistet.

15 Offenbarung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen
Drehzahlregler der Wärmemaschine mit einem solchen Dreh-
zahlsteuerkanal des Motors zu entwickeln, der die un-
mittelbare Steuerung nach der Drehzahl der Wärmemaschine
20 durchzuführen und somit die Genauigkeit der Konstanthal-
tung ihrer Drehzahl zu erhöhen vermag.

Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, daß bei
einem Drehzahlregler der Wärmemaschine, der einen Elek-
tromotor mit einseitiger Drehrichtung, der mit einer
25 Eingangswelle des Differentials kinematisch gekoppelt ist,
dessen andere Eingangswelle durch die Wärmemaschine an-
getrieben wird, während die Ausgangswelle mit einem Brenn-
stoffzuteiler der Wärmemaschine kinematisch gekoppelt ist,
einen Drehzahlsteuerkanal des Motors, bei dem der Dreh-
30 zahlmesser mit einem Eingang der Steuersignalerzeugungs-
einheit elektrisch verbunden ist, deren Führungseingang
am Ausgang der Steuerprogrammierstellungseinheit der Mo-
tordrehzahl liegt, die einen Vorgabeeingang aufweist und
deren Ausgang mit dem Motor elektrisch verbunden ist,
35 sowie einen Kanal zur Drehzahlkorrektur des Motors in
Einschwingzuständen der Drehzahl der Wärmemaschine ent-

hält, der an einen Korrektoreingang der Steuersignalerzeugungseinheit des Drehzahlsteuerkanals des Motors angeschlossen ist, erfindungsgemäß der Drehzahlmesser mit der Wärmemaschine verbunden ist, und daß der Drehzahlsteuerkanal des Motors zusätzlich eine Vergleichseinheit, deren einer Eingang an den Drehzahlmesser und deren anderer Eingang an den Ausgang der Steuerprogrammerstellungseinheit der Motordrehzahl angeschlossen ist, und einen Integrator enthält, dessen Eingang am Ausgang der Vergleichseinheit und dessen Ausgang am Eingang der Steuersignalerzeugungseinheit liegt.

Durch Vorhandensein des Drehzahlmessers der Wärmemaschine, der Vergleichseinheit und des Integrators im Drehzahlsteuerkanal des Motors wird die Erzeugung eines für die Steuerung erforderlichen, zu dem Integral der Meßdrehzahlabweichung der Wärmemaschine vom Sollwert proportionalen Signalpegels durch Transformationen ermöglicht. Das integrierte Fehlersignal reduziert die Drehzahlabweichung der Wärmemaschine von dem Sollwert, wodurch ihre Drehzahl innerhalb einer vorgeschriebenen Toleranz mit hoher Genauigkeit aufrechterhalten wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Nachstehend wird die Erfindung an Hand einer konkreten Ausführungsform und der beigezeichneten Zeichnung, die ein Funktionsschaltbild des erfindungsgemäßen Drehzahlreglers der Wärmemaschine zeigt, näher erläutert.

Bevorzugte Ausführungsform der Erfindung

Der Drehzahlregler 1 der Wärmemaschine enthält einen Elektromotor 2 mit einseitiger Drehrichtung, der mit einer Eingangswelle 3 des Differentials 4 kinematisch gekoppelt ist. Eine weitere Eingangswelle 5 des Differentials 4 wird durch die Wärmemaschine 6 angetrieben, die bei der in Rede stehenden Ausführungsform mit einer Welle 7 kinematisch gekoppelt ist. Die Ausgangswelle 8 des Differentials 4 ist mit einem Brennstoffzuteiler 9 der Wärmemaschine 6 kinematisch gekoppelt. In der Zeichnung

sind die kinematischen Kopplungen des Differentials 4 als Zahngetriebe angegeben.

Der Regler 1 enthält auch einen Drehzahlsteuerkanal 10 für den Motor. Am Eingang des Steuerkanals 10 ist
5 ein Drehzahlmesser 11 der Wärmemaschine angeordnet, der bei der in Rede stehenden Ausführungsform aus einem Stellungsgeber 12 besteht, der mit der Eingangswelle 5 des Differentials 4 verbunden und an den Eingang eines Umformers 13, der/^{die} ^{umformt,} Stellungsänderung der Eingangswelle in ein
10 elektrisches Signal/angeschlossen. Der Umformer 13 ist an den Eingang 14 einer Einheit 15 zum Vergleich der Drehzahl der Wärmemaschine mit der Sollzahl des Motors angeschlossen. An den Eingang 16 der Vergleichseinheit 15 ist mit ihrem Ausgang eine mit einem Vorgabeein-
15 gang 18 versehene Steuerprogrammierstellungseinheit 17 für die Motordrehzahl angeschlossen. Der Ausgang der Einheit 17 liegt ebenfalls am Führungseingang 19 einer Steuersignalerzeugungseinheit 20.

Der Ausgang der Vergleichseinheit 15 ist an den Ein-
20 gang eines Integrators 21 angeschlossen, dessen Ausgang am Eingang 22 der Steuersignalerzeugungseinheit 20 liegt.

Am Eingang 22 der Einheit 20 ist ein Schwellwertglied 23 angeordnet, das einen Eingang 24 für eine durch
25 die Grenzen der Drehzahlabweichung der Wärmemaschine 6 von dem Sollwert definierte Vorgabe aufweist. Der Ausgang des Schwellwertglieds 23 liegt am Eingang eines elektrischen Signalumformers 25, der mit seinem Ausgang an den Eingang 26 eines Summators 27 angeschlossen ist,
30 dessen anderer Eingang den Eingang 19 der Einheit 20 bildet. Der Ausgang des Summators 27 liegt am Eingang 28 des Summators 29, dessen anderer Eingang den Korrektoreingang 30 der Einheit 20 bildet.

Der Ausgang des Summators 29 liegt am Eingang eines
35 Steuersignalumformers 31, der mit seinem Ausgang an den Eingang eines zum Überlastungsschutz des Elektromotors 2 bestimmten Schwellwertglieds 32 angeschlossen ist. Das

- 9 -

32
Schwellwertglied /hat einen Eingang 33 für eine durch den zulässigen Belastungswert des Elektromotors 2 festgelegte Vorgabe. Der Ausgang des Schwellwertglieds 32 bildet den Ausgang der Steuersignalerzeugungseinheit 20 und ist
5 am Elektromotor 2 angeschlossen.

Der Regler 1 enthält auch einen Kanal 34 zur Drehzahlkorrektur des Motors in Übergangszuständen nach der Drehzahl der Wärmemaschine, an dessen Eingang der für diesen Kanal 34 und den Steuerkanal 10 gemeinsame Drehzahlmesser 11 der Wärmemaschine angeordnet ist. Der Ausgang des Drehzahlmessers 11 liegt ^{am} Eingang einer Differenziereinheit 35 ^{an}, die mit ihrem Ausgang an den Eingang eines elektrischen Signalumformers 36 angeschlossen ist. Der Ausgang des Umformers 36 stellt den Ausgang des Korrekturkanals 34 dar und ist an den Korrektureingang 30 der Steuersignalerzeugungseinheit 20 angeschlossen.
15

Der Drehzahlregler 1 der Wärmemaschine arbeitet wie folgt. Die Eingangswelle 3 des Differentials 4 wird durch den Elektromotor 2 mit vorgegebener Drehzahl angetrieben, während die Eingangswelle 5 durch die Welle 7 der Wärmemaschine 6 in Gegenrichtung angetrieben wird. Bei Gleichheit der Drehzahlen der Eingangswellen 3 und 5 sind die Ausgangswelle 8 des Differentials 4 und der damit verbundene Brennstoffzuteiler 9 unbeweglich. Mit dem Belastungsanstieg der Wärmemaschine 6 nimmt die Drehzahl der Welle 5 ab, wodurch sich die Welle 8 wegen eintretender Drehzahldifferenz der Wellen 3 und 5 zu drehen beginnt, wobei sie den Brennstoffzuteiler 9 zum Brennstoffmengen zuwachs verschiebt. Das führt zur Drehzahlerhöhung der Welle 7 der Wärmemaschine 6 und der Welle 5 auf einen Wert, bei dem sich die Drehzahlen der Wellen 3 und 5 entsprechen und die Ausgangswelle 8 und der Brennstoffzuteiler 9 ihre Bewegung abbrechen. Danach ist der Übergangsregelungsprozeß zu Ende, und die Wärmemaschine 6
30 läuft im Benarrungszustand weiter, der der ursprünglich vorgegebenen Drehzahl des Elektromotors 2 entspricht. Bei der Belastungsabnahme wird die Drehzahl der Wärme-
35

maschine 6 auf ähnliche Weise geregelt. In diesem Fall wandert der Brennstoffzuteiler 9 auf die Zuführungsverminderung. Mit der Abnahme der Solldrehzahl des Elektromotors 2 wird die Drehzahlgleichheit der Wellen 3 und 5 aufgehoben, wodurch sich die Welle 8 und der Brennstoffzuteiler 9 in einer die Brennstoffmenge vermindernenden Richtung verschieben, bis die Drehzahl der mit der Wärmemaschine 6 verbundenen Welle 5 der neuen Solldrehzahl der durch den Elektromotor 2 angetriebenen Welle 3 entspricht. Auf ähnliche Weise wird die Drehzahl der Wärmemaschine 6 mit der Erhöhung der Drehzahl des Elektromotors 2 geregelt. In diesem Fall wandert der Brennstoffzuteiler 9 in Richtung der Brennstoffmengenzunahme.

Da die Wellen 3 und 5 des Differentials 4 mit dem Elektromotor 2 bzw. der Wärmemaschine 6 kinematisch gekoppelt sind, weisen ihre Drehzahlen ein Verhältnis auf, das dem Übersetzungsverhältnis des Zahngetriebes zwischen der Wärmemaschine 6, dem Elektromotor 2 und dem Differential 4 entspricht. Im Beharrungszustand ist also die Drehzahl der Wärmemaschine 6 proportional zur Drehzahl des Elektromotors 2, und die Regelung der Solldrehzahl der Wärmemaschine 6 wird bewirkt, indem Steuerfunktionen dem Elektromotor 2 auferlegt werden.

Der Elektromotor 2 wird über den Steuerkanal 10 gemäß einem über den Eingang 18 einzugebenden Programm gesteuert. Im allgemeinen Fall stellt der Eingang 18 eine Gesamtheit von Engängen dar, durch die Informationssignale dieser oder jener Kenndaten der Wärmemaschine und des Maschinensatzes, in dem diese angeordnet ist, eingegeben werden. Je nach der Kombination der durch den Eingang 18 in der Steuerprogrammierstellungseinheit 17 ankommenden Informationssignale wird das Steuerprogramm des Elektromotors 2 nach einem optimalen Gesetz erstellt. Durch den Eingang 18 können im einzelnen Signale über die Drehzahl und Belastung der Wärmemaschine 6, die Temperatur von Kühlflüssigkeit, Öl, Abgasen, den Aufladedruck, den Luftdruck, die Stellung des Fahrfußhebels, die Triebwerkskenn-

- 11 -

linien, die Laufgeschwindigkeit des Maschinenaggregats, die Regelabweichung der Belastung zwischen parallel arbeitenden Aggregaten und über andere Parameter der Steuerprogrammerstellungseinheit 17 zugeführt werden. Das Vorgabesignal kommt an der Programmerstellungseinheit 17 an, in der Signale erzeugt werden, die dem Führungseingang 19 der Steuersignalerzeugungseinheit 20 zugeführt werden.

Die Drehzahl der Wärmemaschine 6 wird mit dem Drehzahlmesser 11 gemessen, der an einer für die Anordnung und den Signalabgriff geeigneten Stelle untergebracht ist. Bei der in Rede stehenden Ausführungsform befindet sich der Drehzahlmesser im Bereich der Eingangswelle 5 des Differentials 4.

Vom Ausgang des Drehzahlmessers 11 wird ein Signal dem Eingang 14 der Vergleichseinheit 15 zugeführt. Dem anderen Eingang 16 der Vergleichseinheit 15 wird ein in der Einheit 17 erzeugtes Signal zugeführt. Ein zum Ist- und Solldrehzahlunterschied der Wärmemaschine 6 proportionales Abweichungssignal kommt vom Ausgang der Vergleichseinheit 15 am Eingang des Integrators 21 an, der einen Meßfehler aufspeichert.

Vom Ausgang des Integrators 21 wird das Signal über den Eingang 22 der Einheit 20 dem Schwellwertglied 23 zugeführt, das bei Erreichen eines vorgegebenen Signalpegels anspricht. Die Einstellung des Schwellwertglieds 23 auf die zulässige Drehzahlabweichung der Wärmemaschine 6 von dem Sollwert erfolgt am Eingang 24. Bei Überschreitung des zulässigen Wertes durch die Abweichung wird ein integriertes Signal dem Umformer 25 zugeführt, in dem es in Übereinstimmung mit dem dem Eingang 19 der Einheit 20 zugeführten Signal umgeformt wird. Ein im Summator 27 summiertes Signal kommt über den Summator 29, der das Steuer- und Korrektursignal summiert, am Umformer 31 an, von dessen Ausgang es beispielsweise als Synchronisierimpulse den Steuerwicklungen des Elektromotors 2 zugeführt wird.

Dadurch, daß im Regler 1 der Kanals 10 Vorhanden ist, der den Drehzahlmesser 11 des Elektromotors, die Vergleichseinheit 15, den Integrator 21 in Verbindung mit dem Schwellwertglied 23 enthält, wird die Genauigkeit der Konstanthaltung und die Stabilität der Drehzahl der Wärmemaschine 6 in Beharrungszuständen erhöht.

Vom Ausgang des Umformers 31 wird das Signal über das Schwellwertglied 32 dem Ausgang der Einheit 20 zugeführt, von wo es an den Wicklungen des Elektromotors 2 / wird. Überlastungen des Elektromotors 2 können bei eintretender erhöhter Reibung im Differential 4, im Elektromotor 2 selbst und in seinem Brennstoffzuteiler 9 auftreten. Die erhöhte Reibung überlastet nicht nur den Elektromotor 2, indem sie seine Wicklungen erwärmt, sondern sie kann auch beim Festklemmen des Brennstoffzuteilers 9 zum Durchgehen der Wärmemaschine 6 führen. Bei Überlastungen schaltet daher das Schwellwertglied 32 die Stromversorgung des Elektromotors 2 ab, wodurch dieser stillgesetzt wird und somit selbsttätig die Wärmemaschine 6 abstellt. Die Überlastungsbegrenzung des Elektromotors 2 wird über den Eingang 33 eingestellt. Durch das Schwellwertglied 32 wird die Zuverlässigkeit des Reglers 1 und der geregelten Wärmemaschine 6 erhöht.

Die Arbeit des Reglers 1 beruht auf dem astatischen (Fil-) Prinzip der Regelung, wodurch die Gewährleistung einer genauen Konstanthaltung der Drehzahl der Wärmemaschine 6 in Beharrungsbetriebszuständen ermöglicht wird. Gleichzeitig neigen astatische Regelungssysteme zu Schwingungen. Um die Schwingungen zu reduzieren, muß die Regelgüte der Drehzahl der Wärmemaschine 6 in Übergangszuständen verbessert werden. Dies wird durch eine dynamische Korrektur d. h. durch Einfügen einer Ableitung der Regelgröße (der Drehzahl der Wärmemaschine 6) in den Korrekturkanal 34 der Motordrehzahl bewirkt.

Vom Ausgang des Geschwindigkeitsmessers 11 der Wärme-

- 13 -

maschine kommt ein Signal am Eingang der Differenziereinheit 35 an. Von der Einheit 35 kommt das Korrektursignal am Umformer 36 an, in dem es in eine dem Ausgangssignal des Summators 27 entsprechende Form gebracht wird.

5 Vom Ausgang des Umformers 36 wird das umgeformte Signal dem Korrektureingang 30 der Einheit 20 und weiter dem Summator 29 zugeführt, in dem das von dem Summator 27 und dem Umformer 36 ankommende Steuer- und Korrektursignal addiert werden.

10 Die Stromversorgung des Elektromotors 2 und der zu den Kanälen 10 und 34 gehörenden Elemente erfolgt auf übliche Weise durch ihren Anschluß an eine Bordspeisequelle der Wärmemaschine 6 oder eine unabhängige Speisequelle.

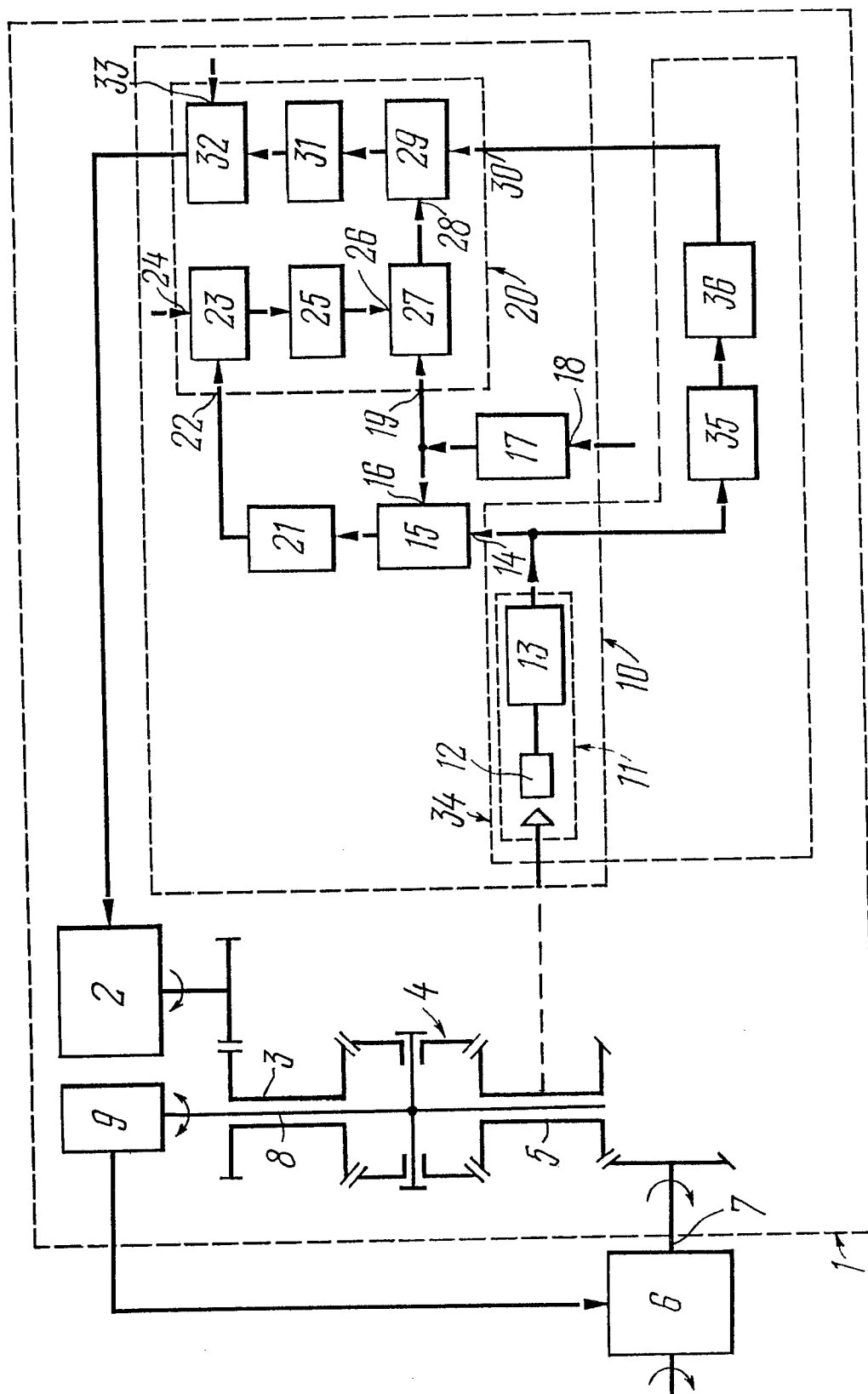
Der vorliegende Regler besitzt also die Eigenschaften eines ^{Universal-} / Drehzahlreglers, der neben hoher Zuverlässigkeit, geringem Energieverbrauch, Einfachheit und niedrigen Kosten des elektromechanischen Teils eine hohe Genauigkeit der Solldrehzahl der Wärmemaschine in einem weiten Bereich und eine hohe Regelgüte in Übergangszuständen sichert. Je nach den gestellten Anforderungen ist
20 der Regler von Hand oder selbsttätig auf die zulässige Instabilität der Drehzahl der Wärmemaschine einstellbar. Dadurch erwirbt der Regler universelle Anwendungsmöglichkeiten praktisch bei allen Maschinensätzen mit Wärme-
25 maschinen.

Gewerbliche Anwendbarkeit

Die Erfindung kann bei Verbrennungsmotoren, Turbinen und anderen Wärmemaschinentypen, vorzugsweise bei landwirtschaftlichen Dieselmaschinenschleppersätzen und
30 -Vollerntemaschinen, Dieselfahrzeugen, Diesel- und Turbinenaggregaten, stationären Anlagen, industriellen Schlepper-, Straßenbau- und Transportmaschinen und sonstigen Maschinensätzen mit Wärmemaschinen ausgenutzt werden.

PATENTANSPRUCH

Drehzahlregler für eine Wärmemaschine, der einen Elektromotor (2) mit einseitiger Drehrichtung, der mit einer Eingangswelle 3 des Differentials (4) kinematisch gekoppelt ist, dessen andere Eingangswelle (5) durch die Wärmemaschine (6) angetrieben wird, während die Ausgangswelle 8 mit einem Brennstoffzuteiler (9) der Wärmemaschine (6) kinematisch gekoppelt ist, einen Drehzahlsteuerkanal (10) für den Motor, bei dem der Drehzahlmesser (11) mit einem Eingang (22) der Steuersignalerzeugungseinheit (20) elektrisch verbunden ist, deren Führungseingang (19) am Ausgang der Steuerprogrammerstellungseinheit (17) der Motordrehzahl liegt, die einen Vorgabeingang (18) aufweist und deren Ausgang mit dem Motor elektrisch verbunden ist, sowie einen Kanal (34) zur Drehzahlkorrektur des Motors in Einschwingzuständen der Drehzahl der Wärmemaschine enthält, der an einen Korrektureingang (30) der Steuersignalerzeugungseinheit (20) des Drehzahlsteuerkanals (10) des Motors angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehzahlmesser (11) mit der Wärmemaschine (6) verbunden ist, und der Drehzahlsteuerkanal (10) des Motors zusätzlich eine Vergleichseinheit (15), deren einer Eingang (14) an den Drehzahlmesser (11) und deren anderer Eingang (16) an den Ausgang der Steuerprogrammerstellungseinheit (17) der Motordrehzahl angeschlossen ist, und einen Integrator (21) enthält, dessen Eingang am Ausgang der Vergleichseinheit (15) und dessen Ausgang am Eingang (22) der Steuersignalerzeugungseinheit (20) liegt.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

0299072

International Application No

PCT/SU 87/00010

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
IPC ⁴ : G 05 D 13/64, F 02 D 31/00		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
IPC ⁴ :	G 05 D 13/62, 13/64, G 05 B 11/01, 11/06, 19/02, F 02 D 31/00	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category [*]	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	SU, A1, 708065, (Tsentralny nauchno-issledovatel'skiy i konstruktorskiy institut toplivnoi apparatung i statsionarnykh dvigatelei), 05 January 1980, see column 2, lines 12-27, fig. 1; cited in the description	1
A	GB, A, 1544246, (Société D'Applications des Machines Motrices), 19 April 1979, see fig. 1	1
A	US, A, 4461254, (VDO Adolf Schindling AG), 24 July 1984, see the abstract, fig. 1	1
[*] Special categories of cited documents: ¹⁰ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
22 May 1987 (22.05.88)	3 July 1987 (03.07.87)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
ISA/SU		