

PATENTSCHRIFT 146 359

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11) 146 359 (44) 04.02.81 Int. Cl.³ 3(51) G 07 C 3/00
(21) WP G 07 C / 215 818 (22) 26.09.79

(71) siehe (72)

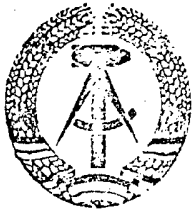
(72) Grabig, Jürgen, Dr.-Ing.; Göhlert, Berthold, Dipl.-Ing.;
Jacob, Martin, Dr.-Ing.; Dietrich, Günter, Dr.-Ing.; Pirner,
Eberhard, Dipl.-Ing., DD

(73) siehe (72)

(74) Hartmut Kipf, ORGREB-Institut für Kraftwerke, Abt. Rechtsschutz
und Nutzung, 1058 Berlin, Schönhauser Allee 149

(54) Verfahren zur Bauteilüberwachung und Prozeßsteuerung in
Dampferzeugeranlagen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bauteilüberwachung und Prozeßsteuerung in Dampferzeugeranlagen nach Kriterien des Lebensdauerverbrauches, bei dem zur prozeßsteuernden Bauteilüberwachung eine Überlagerung der Anteile aus der Zeitstandsermüdung und Wechselermüdung erfolgt. Dies wird dadurch erreicht, daß gleichzeitig und komplex die kontinuierlich verarbeiteten Meßwerte und Speicherdaten durch eine Kontrolleinheit auf Trend und Absolutgröße überwacht und bei Überschreitung lebensdauerrelevanter Kriterien Ausgangssignale erzeugt werden. Durch die Ausgangssignale werden Protokollierungsgeräte, Bildschirmgeräte, Warneinrichtungen sowie Steuer- und Regeleinrichtungen angesteuert, während die Daten der Lebensdauerverbräuche unabhängig von den Ausgangssignalen summiert und gespeichert werden.



PATENTCHRIFT 146 359

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11) 146 359 (44) 04.02.81 Int. Cl.³ 3(51) G 07 C 3/00
(21) WP G 07 C / 215 818 (22) 26.09.79

Zur PS Nr. 146 359.....

ist eine Zeitschrift erschienen.

(Teilweise bestätigt gem. § 18 Abs.1 d.Änd.Ges.z.Pat.Ges.)

- (71) siehe (72)
(72) Grabig, Jürgen, Dr.-Ing.; Göhlert, Berthold, Dipl.-Ing.;
Jacob, Martin, Dr.-Ing.; Dietrich, Günter, Dr.-Ing.; Pirner,
Eberhard, Dipl.-Ing., DD
(73) siehe (72)
(74) Hartmut Kipf, ORGREB-Institut für Kraftwerke, Abt. Rechtsschutz
und Nutzung, 1058 Berlin, Schönhauser Allee 149

- (54) Verfahren zur Bauteilüberwachung und Prozeßsteuerung in
Dampfzeugeranlagen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bauteilüberwachung und Prozeßsteuerung in Dampfzeugeranlagen nach Kriterien des Lebensdauerverbrauches, bei dem zur prozeßsteuernden Bauteilüberwachung eine Überlagerung der Anteile aus der Zeitstandsermüdung und Wechsellermüdung erfolgt. Dies wird dadurch erreicht, daß gleichzeitig und komplex die kontinuierlich verarbeiteten Meßwerte und Speicherdaten durch eine Kontrolleinheit auf Trend und Absolutgröße überwacht und bei Überschreitung lebensdauerrelevanter Kriterien Ausgangssignale erzeugt werden. Durch die Ausgangssignale werden Protokollierungsgeräte, Bildschirmgeräte, Warneinrichtungen sowie Steuer- und Regeleinrichtungen angesteuert, während die Daten der Lebensdauerverbräuche unabhängig von den Ausgangssignalen summiert und gespeichert werden.

Titel

Verfahren zur Bauteilüberwachung und Prozeßsteuerung in Dampferzeugeranlagen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bauteilüberwachung und Prozeßsteuerung in Dampferzeugeranlagen nach Kriterien des Lebensdauerverbrauches.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, daß zahlreiche Versuche unternommen wurden, die Lebensdauer, insbesondere von Turbinen und Rohrleitungsbauteilen, zu erfassen und zu überwachen (VGB Kraftwerkstechnik 3/77). Dabei wurde insbesondere der durch Langzeit-Temperatur-Beanspruchung hervorgerufenen "Zeitstandsermüdung" Aufmerksamkeit gewidmet (DE-OS 1 698 476, 2 314 954). Es hat auch Vorschläge gegeben, die Wechselermüdung von Bauteilen infolge Lastwechsel (Dehnungswechsel) zu erfassen (DD-OS 1 958 257). Auf Grund des komplizierten Auswertungsmechanismus bei der mathematischen Beschreibung des Ermüdungsvorganges und der angewendeten Technik konnten hier nur sehr vereinfachte Näherungen verwendet werden, die dann auch nur für ganz bestimmte Bauteile und/oder Beanspruchungsarten einsetzbar sind.

Allen diesen Anordnungen und Verfahren ist eigen, daß sie im Ergebnis nur einen direkten Lebensdauerwert (Restlebensdauer, Erschöpfungsgrad usw.) oder einen der Lebensdauer äquivalenten Wert (mittlere Betriebstemperatur) ermitteln und anzeigen (DE-PS..... - WP G 07 C/ 209 327). Diese Werte werden in der Regel durch Klassifizierung von Betriebsparametern gewonnen, kontinuierlich aufsummiert und gespeichert und letztlich unabhängig vom Betriebsprozeß in festgelegten Zeitinter-

vallen ausgegeben bzw. angezeigt.

Technologische Analysen des Betriebsregimes oder gar eine Prozeßrückkopplung zur Einhaltung einer optimalen und lebensdauerverbrauchenden Betriebsphasen sind deshalb ausgeschlossen.

Weiterhin ist aus zahlreichen Bauteil- und Werkstoffuntersuchungen bekannt, daß die Lebensdauer der Mehrzahl aller Bauteile in Kraftwerksanlagen sowohl durch Langzeit-Temperatur-Beanspruchung (Kriechen) als auch durch Dehnungswechsel (Lastwechsel) bestimmt wird, d. h., ein komplexer Schadensmechanismus wirkt.

Zur Erfassung dieses Mechanismus ist eine in bestimmten Zeitintervallen ständig zu wiederholende komplette Spannungs- und Lebensdauerberechnung aus den Betriebsmeßdaten und den jeweils zulässigen, temperaturabhängigen Werkstoffkennwerten (Zeitstandswerte und/oder zulässige Dehnungswechsel) durchzuführen. Voraussetzung dafür ist der Einsatz von Prozeßrechentchnik. Dazu ist ein auf Mikrorechnerbasis aufgebautes System zur Lebensdauerüberwachung von Turbinenbauteilen bekannt geworden (VGB Kraftwerkstechnik 3/77). Auch bei diesem Gerät wird noch nicht der Gesamtlebensdauerverbrauch aus beiden Beanspruchungsarten ermittelt, sondern bauteil- und beanspruchungsspezifisch entweder nur die Zeitstandsermüdungen oder nur die Wechsellermüdung berechnet und auf getrennten Zählern gespeichert. Auf einem zugehörigen Blattschreiber kann auf Anwahl für die angeschlossenen Bauteile (Kanäle) ein entsprechendes Betriebsprotokoll ausgegeben werden, das spätere Analysen der gefahrenen Betriebsregime ermöglichen soll. Auch dieses Gerät gestattet keine operative Einflußnahme auf das jeweils gefahrene Betriebsregime oder gar eine prozeßabhängige (parameterabhängige) Steuerung zur beanspruchungs- und lebensdauer-gerechten Fahrweise, z. B. in Form einer Anfahrüberwachung mit optischer Soll-Ist-Trend-Anzeige. Ursache dafür ist die prozeßunabhängig ablaufende Auswertung der Meßdaten und die analoge Registrierung der Lebensdauerwerte im Zählwerk oder weiterer Informationen über den Blattschreiber. Läuft der Blattschreiber infolge des zu hohen Papierverbrauches und der dann auch nicht mehr zu beherrschenden Informationsmenge nicht ständig mit, so ist infolge der subjektiv durchgeführten Protokollierung der Meßdaten sogar eine spätere Betriebsanalyse in Frage gestellt. Ein hoher Lebensdauerverbrauch ist dann entsprechenden Betriebsphasen und Betriebsparametern nicht mehr zuordenbar.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist, eine Überlagerung der Anteile Zeitstandsermüdung und Wechsellermüdung für eine prozeßsteuernde Bauteilüberwachung vorzunehmen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu entwickeln, das gleichzeitig und komplex folgende Funktionen erfüllt:

1. Kontinuierliche Lebensdauerermittlung (Restlebensdauer) kritischer Bauteile unter Berücksichtigung aller Ermüdungsmechanismen.
2. Operative Steuerung und Überwachung von Betriebsregimen zur Einhaltung bauteil- und lebensdaueroptimaler Fahrweisen.
3. Objektive Analyse von gefahrenen Betriebsregimen zur Einflußnahme auf konstruktive und technologische Veränderungen.

Dies wird dadurch erreicht, daß erfindungsgemäß kontinuierlich zur Lebensdauerermittlung (Zeitstands- und/oder Dehnungswechsellermüdung) verarbeitete Meßwerte und Speicherdaten gleichzeitig (zeitecht) durch eine Kontrolleinheit auf Trend und Absolutgröße überwacht und bei Überschreitung bestimmter Lebensdauerverbrauchsrelevanter Kriterien Ausgangssignale zur Prozeßsteuerung und Überwachung erzeugt werden. Diese Signale werden von Protokollierungsgeräten, Bildschirmgeräten, Warneinrichtungen sowie Steuer- und Regleinrichtungen verarbeitet. Die Lebensdauerverbräuche (Erschöpfungsgrade oder dgl.) der kritischen Bauteile werden unabhängig von den Steuer- und Überwachungsvorgängen aufsummiert und abgespeichert.

Daraus ergeben sich folgende Vorteile:

1. Stark lebensdauerverbrauchende Betriebszustände können ermittelt werden.
2. Eine sofortige operative Einflußnahme auf das Betriebsregime zur Einhaltung beanspruchungs- und lebensdaueroptimaler Fahrweisen ist möglich, z. B. im Rahmen einer Anfahruüberwachung.
3. Eine selbständige Prozeßsteuerung über Regleinrichtungen ist realisierbar.

4. Durch die selbsttätig in Betrieb gehende Aufzeichnung (Protokollierung) nur in den schädigungsrelevanten Zeiträumen entfällt die Aufzeichnung überflüssiger Informationen und eine objektive Betriebsanalyse ist gesichert.
Der Papierverbrauch ist auf ein Minimum reduziert.
5. Durch die getrennte, unabhängig von den Steuerungsprozessen ablaufende Bestimmung der Lebensdauererbräuche (Erschöpfungsgrade usw.) ist ein Minimum an Langzeitspeichern notwendig.
6. Abhängig von den gefahrenen Einsatzweisen und Betriebsregimen können relativ genaue statistische Restlebensdaueranalysen durchgeführt werden.

Ausführungsbeispiel

An einem Ausführungsbeispiel wird die Erfindung erläutert. Die dazugehörige Zeichnung zeigt:

Fig. 1: die schematische Anordnung der Meßdatenermittlung am zu überwachenden Bauteil,

Fig. 2: das Blockschaltbild zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Für jedes zu überwachende Bauteil 1 werden z. B. Innenwandmetalltemperatur θ_i , die mittlere Wandtemperatur θ_m bzw. die Differenz $\theta_i - \theta_m = \Delta \theta$ und der Innendruck P verarbeitet (Fig. 1). Mittels Wandtemperatur-Sonden werden θ_i und $\Delta \theta$ gemessen und über das Meßwertfeld 2 und Analog-Digital-Wandler 3 auf die zentrale Verarbeitungseinheit 4 und den Lese- und Schreibspeicher 16 mit Langzeitspeicherung (Operationsspeicher) aufgeschaltet. Der Druck P, abgegriffen mit Druckmeßumformern, kann abschnittsweise als konstant angesehen werden. Während der Abtastintervalle wird zeitweilig die Spannung σ_{ges} berechnet, wobei sich σ_{ges} aus der thermischen Gesamtspannung σ_{therm} und der mechanischen Gesamtspannung σ_{mech} zusammensetzt. Die thermische Beanspruchung ist im wesentlichen eine Funktion der Wandtemperaturdifferenz $\Delta \theta$, der mechanische Anteil wird hauptsächlich durch den Innendruck P bestimmt. Weitere Spannungskomponenten, wie z. B. bei Rohrleitungen Kompensationskräfte, Auflagerkräfte usw., sind zu berücksichtigen. Liegt z. B. die Wandtemperatur über 400 °C wird mittels des Lese-Speichers 5 die Bruchzeit T_B ermittelt und für das betreffende Zeitintervall die anteilige Zeitstandsermüdung Δl_z bestimmt

und zur kumulativen Zeitstandsermüdung $L_z = L_z + l_z$ summiert (Fig. 2). Die Schriftweite des im Lese-Speicher 5 (programmierter Festwertspeicher) abgespeicherten Zeitstandsdiagrammes richtet sich nach der Meßgenauigkeit der Innenwandtemperatur ϑ_i . Übersteigt diese einen bestimmten Betrag als Toleranz K 1 zur Berechnungstemperatur, werden über die Kontrolleinheit 6 und die Anschlußsteuereinheiten 7 ; 8 der Seriendrucker 9 und das Bildschirmgerät 10 angesteuert. Werden die Sollparameter über eine längere Zeit überschritten, so daß ein hoher Lebensdauerverbrauch Δl_z als Toleranz K 2 entsteht, gibt die Kontrolleinheit 6 über die Echtzeituhr 15 gleichzeitig ein Steuersignal über den Digital-Analog-Wandler 11 zur Sollwertänderung bestimmter Regelgrößen (z. B. Einspritzwassermenge) ab.

Analog erzeugt die Kontrolleinheit 6 auch ein Steuersignal, wenn die Gesamtspannung σ_{ges} infolge unzulässig hoher mechanischer und/oder thermischer Beanspruchungen ein zulässige Spannung σ_{zul} um einen Grenzwert als Toleranz K 3 überschreitet bzw. die durch eine bestimmte Lastwechselzahl N_{zul} begrenzte Dehnungsschwingbreite $\Delta \epsilon$ (Spannungsschwingbreite $\Delta \sigma$) als Toleranz K 4 übersteigt. Die dafür erforderlichen Lastwechselkurven sind für die betreffenden Werkstoffe in geeigneter Form im Lese-Speicher 5 abgespeichert. Abhängig, ob die Stuersignale durch Überschreitung von K 1 bzw. K 2 oder K 3 bzw. K 4 erzeugt wurden, werden die den Betriebszustand charakterisierenden unterschiedlichen Betriebsprotokolle (Analysenprotokolle) vom Seriendrucker 9 ausgegeben und das Bildschirmgeräte 10 sowie weitere nicht dargestellte Warneinrichtungen angesteuert. Gleichzeitig wird der anteilige Lebensdauerverbrauch durch Wechselermüdung Δl_w ermittelt und dem Wechselermüdungsgrad $l_w = l_w + \Delta l_w$ aufsummiert. Für durch beide Ermüdungsmechanismen beanspruchte Bauteile wird der Gesamtermüdungsgrad $L_{ges} = L_E + l_w$ abgespeichert.

Die Protokolle dienen zur Betriebsanalyse, Langzeitüberwachung kritischer Bauteile und technologischer und konstruktiver Veränderungen. Sie können gleichzeitig zur Restlebensdauerentwicklungsvorhersage mittels statistischer Verfahren verwendet werden. Neben der direkten Prozeßrückkopplung 13 über das Steuerwerk 12 oder mit Handsteuerung 14 zur Sollwertänderung bestimmter Regelgrößen dient das Bildschirmgerät 10 zur optischen Kennzeichnung von Prozeßführung und Beanspruchungsschwerpunkten. Das Bildschirmgerät 10 ist dabei im Rahmen einer Anfahrüberwachung zum Soll-Ist-Trend-Vergleich verwendbar.

Auch ist das technologische Rohrleitungsschema damit abbildbar, wobei an den jeweiligen Meßstellen eine Signalisierung der Wandtemperatur und/oder der Gesamtspannung erfolgt.

Die Realisierung des Verfahrens ist unter Verwendung eines Mikro- oder Prozeßrechners durchführbar.

Die Anordnung ist ebenso für Turbinenbauteile als auch Rohrleitungsbau-
teile anwendbar. Sie eignet sich auch zur Nachrüstung in bereits in
Betrieb befindlichen Anlagen.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Bauteilüberwachung und Prozeßsteuerung in Dampferzeugeranlagen nach Kriterien des Lebensdauerverbrauches, wobei die am Bauteil gewonnenen Meßwerte über einen Operationsspeicher und einen programmierten Festwertspeicher einer zentralen Verarbeitungseinheit zugeführt werden und über eine Ansteuereinheit die Daten abgespeichert werden, gekennzeichnet dadurch, daß die kontinuierlich verarbeiteten Meßwerte und Speicherdaten zeitecht durch eine Kontrolleinheit auf Trend und Absolutgröße überwacht und bei Überschreitung lebensdauerrelevanter Kriterien Ausgangssignale erzeugt werden.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß durch die Ausgangssignale Protokollierungsgeräte, Bildschirmgeräte, Warneinrichtungen sowie Steuer- und Regeleinrichtungen angesteuert werden.
3. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Daten der Lebensdauerverbräuche unabhängig von den Ausgangssignalen summiert und gespeichert werden.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

215818

-8-

Fig. 1

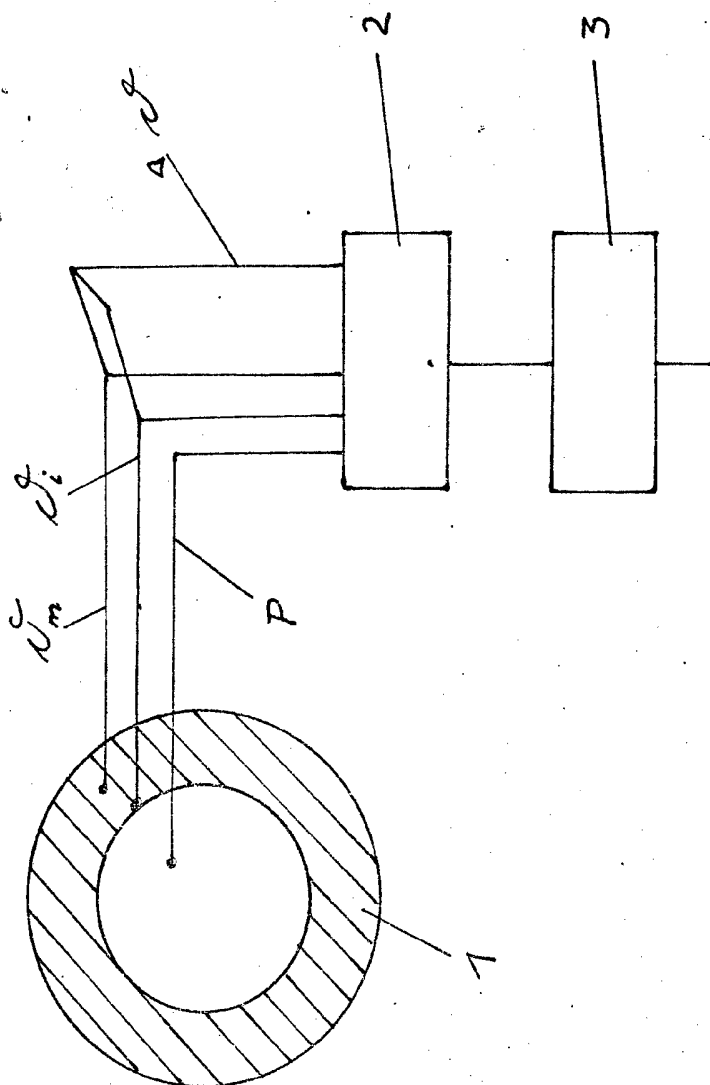


Fig. 2

