



(11)

EP 2 118 501 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.01.2016 Patentblatt 2016/01

(51) Int Cl.:
F15B 19/00 ^(2006.01) **F04B 51/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08701388.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/050240

(22) Anmeldetag: **10.01.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/084077 (17.07.2008 Gazette 2008/29)

(54) VERFAHREN ZUR AUTOMATISCHEN ZUSTANDSBESTIMMUNG EINES HYDRAULIKAGGREGATES

METHOD FOR AUTOMATICALLY DETERMINING THE STATE OF A HYDRAULIC AGGREGATE
PROCÉDÉ DE DÉTERMINATION AUTOMATIQUE DE L'ÉTAT D'UN GROUPE HYDRAULIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **12.01.2007 DE 102007001922**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.11.2009 Patentblatt 2009/47

(73) Patentinhaber: **Wagner Vermögensverwaltungs-GmbH & Co. KG**
53804 Much (DE)

(72) Erfinder:
• **THELEN, Bernd**
53804 Much (DE)

• **WAGNER, Paul-Heinz**
53804 Much-Birrenbachschöhe (DE)

(74) Vertreter: **von Kreisler Selting Werner - Partnerschaft**
von Patentanwälten und Rechtsanwälten mbB
Deichmannhaus am Dom
Bahnhofsvorplatz 1
50667 Köln (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 213 394 EP-A- 1 580 440
WO-A-2007/082637 DE-A1- 10 254 819
DE-A1-102004 017 979 JP-A- 59 194 215
US-A1- 2002 077 734 US-B1- 6 349 252

EP 2 118 501 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Zustandsbestimmung eines Hydraulikaggregates zur Versorgung eines Hydraulikzylinders zur Durchführung von Lasthuben.

[0002] In DE 10 2004 017979 A1 ist ein Verfahren zum winkelgesteuerten Drehen eines Teiles beschrieben, bei dem ein Hydraulikaggregat einen Druck für den Hydraulikzylinder eines Kraftschraubers liefert. Das Hydraulikaggregat ist mit einem Steuergerät versehen, welches in Abhängigkeit von dem erzeugten Druck ein Steuerventil umschaltet. Der Druck steigt bei jedem Lasthub zunächst mit höherer Steigung und anschließend mit geringerer Steigung, bis der Endanschlag des Hydraulikzylinders erreicht ist.

[0003] Bei modernen Maschinen und Arbeitsgerätschaften ist es erforderlich, regelmäßig Wartungen vorzunehmen, bei denen das Gerät untersucht wird, um eventuelle Fehler oder bevorstehende Fehler festzustellen. Bei einer derartigen Wartung werden auch Verschleißteile ausgewechselt. Normalerweise erfolgen die Wartungen in regelmäßigen Zeitintervallen bzw. nach einer bestimmten Anzahl von Betriebsstunden des Gerätes. Eine solche intervallbestimmte Festlegung von Wartungsarbeiten orientiert sich nur in geringem Umfang an der tatsächlichen Arbeitslast des Gerätes. So bleibt unberücksichtigt, ob das hydraulische Arbeitsgerät nur leichte Arbeitshübe ausgeführt hat oder eventuell bis an die Belastungsgrenze betrieben wurde.

[0004] Für komplexe Anlagen, die unterschiedlichen Lastzuständen unterliegen, wurde das "Condition Monitoring" entwickelt, bei dem eine Zustandsbestimmung erfolgt, um Anlagenausfälle zu vermeiden. Der ermittelte Zustand gibt an, wie weit die überwachte Anlage noch von einem demnächst zu erwartenden Fehler oder Ausfall entfernt ist. Auf diese Weise ist eine frühe Erkennung schleichender Systemveränderungen und eine Eingrenzung der Ursachen möglich. Das Condition Monitoring ermöglicht eine zustandsorientierte Instandhaltung der Anlage und löst die bisher übliche präventive Instandhaltung ab, bei der die Maschine in festen Wartungsintervallen gewartet wurde. Das Condition Monitoring bietet darüber hinaus die Möglichkeit einer Online-Zustandsdiagnose.

[0005] In DE 102 54 819 A1 ist ein Verfahren beschrieben, das ein grenzlastabhängiges teilweises Abschalten einzelner Funktionen der Systemkomponenten eines Fahrzeugs ermöglicht. Dabei werden die Betriebsdaten der überwachten und angesteuerten Komponenten zur Ermittlung der Komponentenbelastung erfasst. Bei den Betriebsdaten kann es sich um die Erfassung der Einschalthäufigkeit bzw. Einschaltzeit einer Pumpe bzw. des Pumpenmotors in verschiedenen Druckklassen handeln. Darüber hinaus kann die Temperatur der Hydraulikkomponenten aufgenommen werden. Als Gesamtbelastung wird die Summe der Belastungen sämtlicher Komponenten ermittelt. Mit der Feststellung des Überschreitens der zulässigen Belastung bei wenigstens einer Systemkomponente wird überprüft, ob die Systemkomponente komfortrelevante Systeme oder sicherheitsrelevante Funktionen ausführt. Bei komfortrelevanten Funktionen werden Modifikationen der Ansteuerung durchgeführt, während bei sicherheitsrelevanten Funktionen eine Reduzierung der Ansprechempfindlichkeit realisiert wird.

[0006] JP 59-194215 A beschreibt ein Verfahren zur automatischen Zustandsbestimmung eines Hydrauliksystems, bei dem für eine Komponente des Systems aus Druck und Zeit eine verschleißbestimmende Kennzahl berechnet wird, wobei zusammen mit einer Verschleißgrenze ein Verschleißgrad bestimmt wird.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur automatischen Zustandsbestimmung eines Hydraulikaggregates eines Kraftschraubers anzugeben, das eine realitätsnahe Zustandsbestimmung ermöglicht.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren ist durch den Patentanspruch 1 definiert. Hiernach ist vorgesehen, dass für Aggregatekomponenten aus dem Druck und der Dauer des Betriebes seit Inbetriebnahme jeweils eine verschleißbestimmende Kennzahl berechnet wird, dass aus der Kennzahl und einer für die Aggregatekomponente festgelegten Verschleißgrenze jeweils ein Verschleißgrad bestimmt wird und dass für das gesamte Aggregat unter den

[0009] Verschleißgraden aller Aggregatekomponenten das Maximum ermittelt und daraus ein Gesamt-Verschleißgrad gebildet wird.

[0010] Die Höhe des entstandenen Druckes gibt Aufschluss über die aufgebrachte Leistung, aus der in Verbindung mit der Dauer des Lasthubes die Arbeit oder eine damit verbundene Größe bestimmt werden kann. Das Verfahren unterscheidet also die Lasthübe entsprechend dem Widerstand, der ihnen entgegengesetzt wurde. Daher werden schwergängige Lasthübe höher bewertet als leichtgängige Lasthübe.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren ist bestimmt für Hydraulikaggregate zum Betrieb hydraulischer Kraftschrauber zum Anziehen von Schrauben, Muttern und ähnlichen drehbaren Teilen. Hierbei hängt der während eines Lasthubes entstehende Druck von dem Widerstand ab, den das zu drehende Teil der Drehung entgegensetzt.

[0012] Der Verschleißgrad gibt die akkumulierte Arbeitslast an. Dies bedeutet, dass seit der letzten Wartung alle Arbeitsvorgänge, die mit dem Hydraulikaggregat durchgeführt werden, zur Vergrößerung des Verschleißgrades beitragen, und zwar entsprechend der aufgebrachten Arbeit. Ein Hydraulikaggregat, mit dem Schwerarbeit durchgeführt wurde, erreicht den oberen Grenzwert, die Verschleißgrenze, früher als ein Hydraulikaggregat mit dem nur leichtgängige Arbeit durchgeführt wurde, jeweils bei gleicher Anzahl von Betriebsstunden. Der Verschleißgrad ist gewissermaßen ein Maß für die "Erschöpfung" des Gerätes. Aus dem Verschleißgrad kann die Anzahl der noch bis zum nächsten Wartungsvorgang möglichen Betriebsstunden berechnet werden. Diese Berechnung erfolgt automatisch in dem Steuergerät

des Hydraulikaggregates. Die Anzeige der noch verfügbaren Betriebsstunden ist auf Knopfdruck abrufbar. Bei der Berechnung der noch verfügbaren Betriebsstunden wird die mittlere Schwere der bisherigen Arbeitslast für die zukünftig noch durchzuführenden Arbeiten zugrundegelegt.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird für die Kennzahl das Zeitintegral des Druckes gebildet. Hierbei wird die Fläche unter der Druckkurve, die sich bei den Lasthuben ergibt, ausgewertet. Eine vereinfachte Ausführungsform sieht vor, dass der Druck und die Dauer eines Lasthubes als Parameter für die Bestimmung bzw. Weiterentwicklung des Verschleißgrades verarbeitet werden.

[0014] Der Druck und die Dauer eines Lasthubes werden als Parameter für die Bestimmung bzw. Weiterentwicklung der Zustandsgröße verarbeitet. Dies kann zweckmäßigerweise so geschehen, dass das Produkt aus Druck und Dauer gebildet wird, um eine Lastgröße des jeweiligen Lasthubes zu erhalten. Um diese Lastgröße wird der bisherige akkumulierte Verschleißgrad erhöht.

[0015] Druck und Dauer der Lasthübe sind nicht notwendigerweise die einzigen Parameter, die die Zustandsgröße beeinflussen. Beispielsweise kann die Gewinnung der Zustandsgröße außerdem die Anzahl der Lasthübe einbezogen werden oder auch die Temperatur des Hydraulikmediums. Die Art der Einbeziehung kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Beispielsweise kann jeder Parameter mit einer Gewichtung versehen werden.

[0016] Auch die Signale von Sensoren, welche Fehlermeldungen anzeigen, können in die Gewinnung der Zustandsgröße einbezogen werden. Beispielsweise würde die häufige Überschreitung einer Grenztemperatur zu einer außerplanmäßigen Erhöhung der Zustandsgröße führen. Ferner besteht die Möglichkeit, die Betriebsdauer des Hydraulikaggregates unterhalb und oberhalb einer Grenztemperatur zu messen. Ein Beispiel hierfür ist: Das Hydraulikaggregat hat 50 Arbeitsstunden gelaufen, davon 30 Stunden über 50 °C.

[0017] Die Erfindung betrifft ferner ein Hydraulikaggregat zur Versorgung eines Hydraulikzylinders zur Durchführung von Lasthuben entsprechend dem Patentanspruch 7.

[0018] Das Hydraulikaggregat kann weitere überwachte Parameter erfassen und speichern, wie beispielsweise die Anzahl der Betriebsstunden von Anbeginn an und von der letzten Wartung an, das Produkt aus Betriebsdauer, Strom und Spannung des Motors als elektrische Arbeit, das Produkt aus Betriebsdauer des Motors, Druck und Volumenstrom als hydraulische Arbeit, das Produkt aus Temperatur und Zeit, den Stromspitzenwert, den Spannungsspitzenwert und/oder den Spannungsmindestwert, den Temperaturspitzenwert, den Druckspitzenwert sowie das Produkt aus Volumenstrom und Zeit zur Ermittlung des akkumulierten gepumpten Volumens.

[0019] Außer der Zustandsbestimmung können weitere Funktionen vorgesehen sein, wie beispielsweise ein Selbsttest des Hydraulikaggregates. Hierzu werden die beiden Schläuche Vorlauf und Rücklauf angeschlossen und der Höchstdruck wird auf einen vorgegebenen Wert, z. B. 400 bar, eingestellt. Durch die Elastizität der an den Enden verschlossenen Schläuche baut der Druck sich linear mit der Zeit auf, entsprechend einer Referenzkurve, die aufgezeichnet bzw. gespeichert wird. Dann wird geprüft, ob die gemessene Kurve den vorgegebenen Verlauf der Referenzkurve hat.

[0020] Geprüft werden außerdem die Betriebsbereitschaft der Drucksensoren für Vorhub und Rückhub, der Stromfluss des Motors, der Druckaufbau, nämlich Funktion des Hauptventils, Funktion der Zahnradpumpe, Funktion der Anzahl der Pumpenelemente sowie die Druckentlastung, nämlich Funktion des Entlastungsventils.

[0021] An das Steuergerät kann ein Diagnosestecker angesteckt werden zum Auslesen verschleißrelevanter Daten bzw. der gesamten Gerätehistorie. Auf diese Weise ist der Zustand des Aggregats jederzeit abrufbar. Die Fehlerdiagnose wird erleichtert, da das Gerät kritische Bedingungen zwischenspeichert.

[0022] Auch eine Vernetzung des Steuergeräts mit dem Internet oder einem anderen Detennetz ist möglich. Hier können die Daten aus dem Aggregat beispielsweise täglich an einen Wartungsserver übermittelt werden. Parameter-Anpassungen können auf dem Wartungsserver hinterlegt werden und bei der nächsten Diagnose automatisch einprogrammiert werden.

[0023] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

[0024] Es zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Ausführungsbeispiel einer Schraubvorrichtung mit einem Hydraulikaggregat und einem Kraftschrauber zum Drehen einer Schraube,

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Kraftschraubers, der den Kolbenzylinderantrieb enthält,

Fig. 3 eine Ansicht des gesamten Hydraulikaggregats einschließlich Fernbedienung und Programmiereinheit und

Fig. 4 ein Zeitdiagramm des Druckverlaufs bei mehreren aufeinanderfolgenden Lasthuben.

[0025] In den Figuren 1 und 2 ist schematisch ein Kraftschrauber 10 dargestellt. Dieser weist einen hydraulischen Kolbenzylinderantrieb 11 mit einem Hydraulikzylinder 12 und einem darin bewegbarem Kolben 13 auf. Der Kolben ist

mit einer Kolbenstange 14 verbunden, und das Ende der Kolbenstange greift an einem Hebel 15 an, welcher mit einer Rastklinke 15a an der Verzahnung eines Ratschenrades 17 angreift. Das Ratschenrad 17 ist Bestandteil eines Ringstücks 18, das eine Fassung 19 zum Einstecken einer Schlüsselnuss oder eines zu drehenden Schraubkopfes aufweist. Durch hin- und hergehendes Bewegen des Kolbens 13 wird das Ringstück 18, und mit diesem die Schraube gedreht. Das

[0026] Der Druck für den Kolbenzylinderantrieb 11 wird von dem in Fig. 1 dargestellten Hydraulikaggregat 25 geliefert, das eine Verdrängerpumpe 26, z. B. eine Zahnradpumpe, einen drehzahlgesteuerten Synchronmotor und einen Tank enthält. Der Motor treibt die Pumpe 26 an. Das Hydraulikaggregat 25 ist einer Druckleitung 28 und einer Rücklaufleitung 29 angeschlossen. Diese beiden Leitungen sind über ein Steuerventil 30 mit dem Kolbenzylinderantrieb 11 verbunden.

[0027] Zur Steuerung des Hydraulikaggregats 25 und des Steuerventils 30 ist das Steuergerät 31 vorgesehen. Dieses enthält einen Frequenzumrichter, der eine variiere Antriebsfrequenz für den Motor erzeugt. Das Steuergerät 31 bestimmt somit die Drehzahl der Pumpe 26. Die Pumpendrehzahl bestimmt den Volumenstrom, der der Druckleitung 28 zugeführt wird.

[0028] An der Druckleitung 28 ist ein Drucksensor 32 vorgesehen, der den Hydraulikdruck p in der Druckleitung misst. Der Drucksensor ist über eine Leitung 33 mit dem Steuergerät 31 verbunden.

[0029] Das Hydraulikaggregat 25 weist ein Gehäuse 35 auf, welches das Hydrauliköl enthält. In dem Gehäuse 35 ist eine Pumpe untergebracht, die als Tauchpumpe ausgebildet ist und den Druck für das Schlauchsystem 28, 29 erzeugt. Es handelt sich um eine volumetrische Pumpe aus einer Zahnradpumpe oder mehreren, verteilt angeordneten Pumpensegmenten, die von einem Motor angetrieben werden.

[0030] An der vorderen Stirnseite des Gehäuses 35 befindet sich ein einstellbares Überdruckventil 36 und ein Ansatz 37 für die Schläuche 28 und 29. Dort ist auch der Drucksensor 32 für die Druckleitung 28 vorgesehen. Ein weiterer Drucksensor ist für die Rücklaufleitung 29 vorgesehen.

[0031] Das Steuergerät 31 weist ein Gehäuse auf, in dessen Oberseite ein Display 40 angeordnet ist. Das Gehäuse ist mit einer Fernbedienung 41 verbunden, mit der eine manuelle Steuerung des Steuerventils 30 erfolgen kann.

[0032] An das Steuergerät kann ferner die Programmereinheit 42 angeschlossen werden, die eine Benutzerschnittstelle bildet mit Tastatur und Display.

[0033] Figur 4 zeigt den Verlauf des Druckes p über der Zeit τ bei mehreren aufeinanderfolgenden Lasthüben des Kraftschraubers. Es handelt sich um den Druck, der vom Drucksensor 32 gemessen wird.

[0034] In Figur 4 sind die Lasthübe LH1 - LH4 des Kolbens dargestellt. Jeder Lasthub weist einen Anfangsabschnitt 45 auf, in dem ein relativ steiler Druckanstieg erfolgt zur Überwindung der Reibung bzw. zum Erreichen des Zustandes, bei dem der vorhergehende Lasthub beendet worden war. Es folgt ein Abschnitt 46, in dem die Schraube gedreht wird. Am Ende des Lasthubes stößt der Kolben 13 gegen den vorderen Anschlag des Zylinders (Fig. 2). Dadurch entsteht ein steiler Druckaufbau, der durch den Abschnitt 47 repräsentiert wird. Durch Detektion des steilen Abschnitts 47 wird der Blockierzustand am Ende des Lasthubes erkannt. Daran schließt sich ein abfallender Abschnitt 48 an, in dem der Rückhub des Kolbens erfolgt und der Druck p wieder auf 0 geht.

[0035] Bei jedem der Lasthübe LH1 - LH4 ist der Anfangsabschnitt 45 gegenüber dem vorhergehenden Lasthub verlängert, bis das bei dem Abschnitt 47 erreichte Drehmoment von neuem erreicht wird. Erst dann beginnt der Abschnitt 46, in dem die Schraube gegen einen Drehwiderstand gedreht wird.

[0036] Bei einer Ausführungsform wird bei jedem Lasthub die Höhe des entstandenen Druckes ermittelt und gespeichert. Dies ist der Druck p des Abschnitts 47, bei dem die Umschaltung vom Lasthub zum Rückhub erfolgt. Hierbei kann entweder der, Anfangspunkt oder der Endpunkt des kurzen Abschnitts 47 ausgewählt werden. Die Höhe des erreichten Druckes ist ein Parameter zur Bestimmung der Arbeitslast. Ein anderer Parameter zur Bestimmung der Arbeitslast ist die Dauer des Lasthubes. Hierbei kann die Dauer vom Beginn des Anfangsabschnitts 45 bis zum Ende des Abschnitts 46 ausgewertet werden. Es ist aber auch möglich, nur die Dauer des Abschnitts 46 auszuwerten oder auch die Dauer des Abschnitts 48, die den Rückhub repräsentiert, einzubeziehen. Vorzugsweise wird die Dauer der beiden Abschnitte 45 und 46 ausgewertet.

[0037] Das Steuergerät 31 bildet das Produkt aus Druckhöhe und Dauer des Lasthubes und summiert die so gebildeten Produkte von Lasthub zu Lasthub, so dass eine Zustandsgröße gewonnen wird, welche den Verschleiß angibt. Wenn diese Zustandsgröße einen vorgegebenen Wert erreicht hat, ist eine Wartung bzw. Inspektion fällig. Die Differenz zwischen der Verschleißgrenze und dem augenblicklichen Wert kann angezeigt werden, um daraus die Nähe des bevorstehenden Wartungszeitpunktes zu bestimmen.

[0038] Die beschriebene Gewinnung der Zustandsgröße, die die akkumulierte Arbeitslast angibt, stellt nicht notwendigerweise das einzige Kriterium zur Bestimmung des Zeitpunkts der nächsten Wartung dar. Unabhängig von der akkumulierten Arbeitslast kann die Anzahl der Lasthübe ein alternatives oder zusätzliches Kriterium darstellen. Andere Kriterien, wie z. B. die Temperatur des Hydraulikmediums, können zur Durchführung einer Notabschaltung benutzt werden oder in die Zustandsbestimmung mit einbezogen werden, beispielsweise indem Lasthübe, in denen die Temperatur einen Schwellenwert übersteigt, eine zusätzliche Gewichtung erhalten.

[0039] Nachfolgend wird eine zweite Ausführungsform der Erfindung beschrieben, wobei ebenfalls auf die Figuren 1 - 4 Bezug genommen wird:

[0040] Aus der Ist-Belastung des Hydraulikaggregates werden Kenngrößen errechnet, die Rückschlüsse auf den (Verschleiß-)Zustand einzelner Aggregatekomponenten zulassen. Hierfür werden im wesentlichen die bei Verschraubungen erfasste Druck-Zeit-Kennlinie (Fig. 4) hinzugezogen, dazu eventuell noch Öltemperatur sowie weitere laufend erfasste Messdaten.

[0041] Die Druck-Zeit-Kennlinie enthält unabhängig von der für die Verschraubung verwendeten Peripherie (Schläuche, Hydraulikantriebe, Schraubgeräte ...) und unabhängig von den Schraubfällen (Drehmoment, Reibmoment, Steigung ...) die für den Verschleiß des Aggregates relevanten Daten.

[0042] Auswirkung auf den Verschleiß nehmen insbesondere hohe Drücke, Druckspitzen, Druckschwankungen, das gepumpte Volumen sowie die hydraulische Leistung; der Einfluss vieler dieser Werte ändert sich darüber hinaus mit der Arbeitstemperatur, die durch die Öltemperatur hinreichend genau angenähert ist.

[0043] Der Verschleiß einzelner Komponenten hängt unterschiedlich von diesen Kenngrößen ab, so wird eine Dichtung vorwiegend mechanisch bei Druckänderungen beansprucht, ein Pumpenelement dagegen hauptsächlich von der (mechanischen und damit hydraulischen) Arbeit, die es verrichtet.

[0044] Da sich eine Komponente kontinuierlich mit ihrem Verschleiß über die Zeit verändert, ergibt ein Integral dieser Kenngrößen über den zeitlichen Verlauf eine gute Aussage über ihren Verschleiß.

[0045] Daher wird die den Verschleiß einer Aggregatekomponente K_i bestimmende Kennzahl z_i seit Inbetriebnahme ($\tau = 0$) bis zum Zeitpunkt τ wie folgt berechnet:

$$z_i = b_{0,i} \cdot \int_0^{\tau} p(\tau)^{b_{1,i}} \cdot \left(\frac{dp(\tau)}{d\tau} \right)^{b_{2,i}} \cdot q(\tau)^{b_{3,i}} \cdot \vartheta(\tau)^{b_{4,i}} d\tau$$

mit:

$p(\tau)$: Momentandruck zum Zeitpunkt τ

$\frac{dp(\tau)}{d\tau}$: Ableitung von $p(\tau)$ zum Zeitpunkt τ ("Steigung", "Änderung")

$q(\tau)$: Volumenstrom zum Zeitpunkt τ (aus $p(\tau)$) (Baureihenspezifisch zu errechnen)

$\vartheta(\tau)$: Öltemperatur zum Zeitpunkt τ

$b_{0,i}, b_{1,i}, b_{2,i}, b_{3,i}, b_{4,i}$: Komponentenabhängige Gewichtungsfaktoren und Exponenten für die einzelnen Kennzahlen

[0046] Zu jeder Komponente K_i wird die Kennzahl für die Verschleißgrenze $z_{i,0}$ bestimmt, an der eine Wartung notwendig wird. Dann wird für jede Komponente mit

$$g_i = 100\% \cdot \frac{z_i}{z_{i,0}}$$

ein Verschleißgrad g_i in Prozent ermittelt.

[0047] Für das Gesamttaggregat ist das Maximum der Verschleißgrade aller n Einzelkomponenten maßgeblich, also

$$\bar{G} = \max(g_i) \Big|_{i=1}^n$$

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Zustandsbestimmung eines Hydraulikaggregates (25) zur Versorgung eines Kraftschraubers (10), der einen Hydraulikzylinder (12) zur Durchführung von Lasthuben mit einem unter Druck stehenden Hydraulikmedium aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

dass für mehrere Aggregatekomponenten (K_i) aus dem Druck ($p(\tau)$) und der Dauer des Betriebes seit Inbetriebnahme jeweils eine verschleißbestimmende Kennzahl (z_i) berechnet wird, dass aus der Kennzahl und einer für die

Aggregatekomponente festgelegten Verschleißgrenze ($z_i, 0$) jeweils ein Verschleißgrad (g_i) bestimmt wird und dass für das gesamte Aggregat unter den Verschleißgraden (g_i) aller Aggregatekomponenten das Maximum $(\max(g_i) \big|_{i=1}^n)$ ermittelt und daraus ein Gesamt-Verschleißgrad (G) gebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kennzahl (z_i) aus dem Zeitintegral des Druckes ($p(\tau)$) gebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Gewinnung der Kennzahl (z_i) die Temperatur des Hydraulikmediums einbezogen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Sensoren für Fehlermeldungen vorgesehen sind und dass die Anzahl der Fehlermeldungen in die Gewinnung der Kennzahl einbezogen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jeden Lasthub das Produkt aus Druck und Dauer gebildet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betriebsdauer des Hydraulikaggregates (25) unterhalb und oberhalb einer Grenztemperatur gemessen und ausgewertet wird.
7. Hydraulikaggregat zur Versorgung eines Kraftschraubers, der einen Hydraulikzylinder (12) zur Durchführung von Lasthuben aufweist, mit einer Pumpe (26), einem Steuerventil (30), einem den Druck während eines Lasthubes messenden Drucksensor (32) und einem Steuergerät (31), das eine Anzeigevorrichtung (40) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuergerät derart ausgebildet ist, dass es für mehrere Aggregatekomponenten (K_i) aus dem Druck ($p(\tau)$) und der Zeitdauer des Betriebes seit Inbetriebnahme jeweils eine verschleißbestimmende Kennzahl (z_i) berechnet, aus der Kennzahl und einer für die Aggregatekomponente festgelegten Verschleißgrenze ($z_i, 0$) jeweils einen Verschleißgrad (g_i) bestimmt und für das gesamte Aggregat unter den Verschleißgraden (g_i) aller Aggregatekomponenten das Maximum $(\max(g_i) \big|_{i=1}^n)$ und daraus einen Gesamt-Verschleißgrad (G) bildet.
8. Hydraulikaggregat nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuergerät (31) derart ausgebildet ist, dass es geeignet ist, einen automatischen Selbsttest durchzuführen, bei dem die Pumpe (26) einen Druck aufbaut, dessen zeitlicher Verlauf zur Bestimmung von Fehlern auswertbar ist.

Claims

1. A method for automatically determining the condition of a hydraulic aggregate (25) for powering a power wrench (10) comprising a hydraulic cylinder (12) for performing load strokes by means of a pressurized hydraulic medium, **characterized in that**, for a plurality of aggregate components (K_i), a respective wear-indicating characteristic number (z_i) is computed from the pressure ($p(\tau)$) and the duration of operation since start-up, that a respective wear degree (g_i) is determined from said characteristic number and from a wear limit ($z_i, 0$) which has been set for the aggregate component, and that, for the whole aggregate, the maximum $(\max(g_i) \big|_{i=1}^n)$ among the wear degrees (g_i) of all aggregate components is determined and a total wear degree (G) is obtained on the basis of said maximum.
2. The method according to claim 1, **characterized in that** the characteristic number (z_i) is generated from the time integral of the pressure ($p(\tau)$).
3. The method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the temperature of the hydraulic medium is included into the process of obtaining the characteristic number (z_i).
4. The method according to any one of claims 1 - 3, **characterized in that** sensors for error messages are provided and that the number of error messages is included into the process of obtaining the characteristic number.

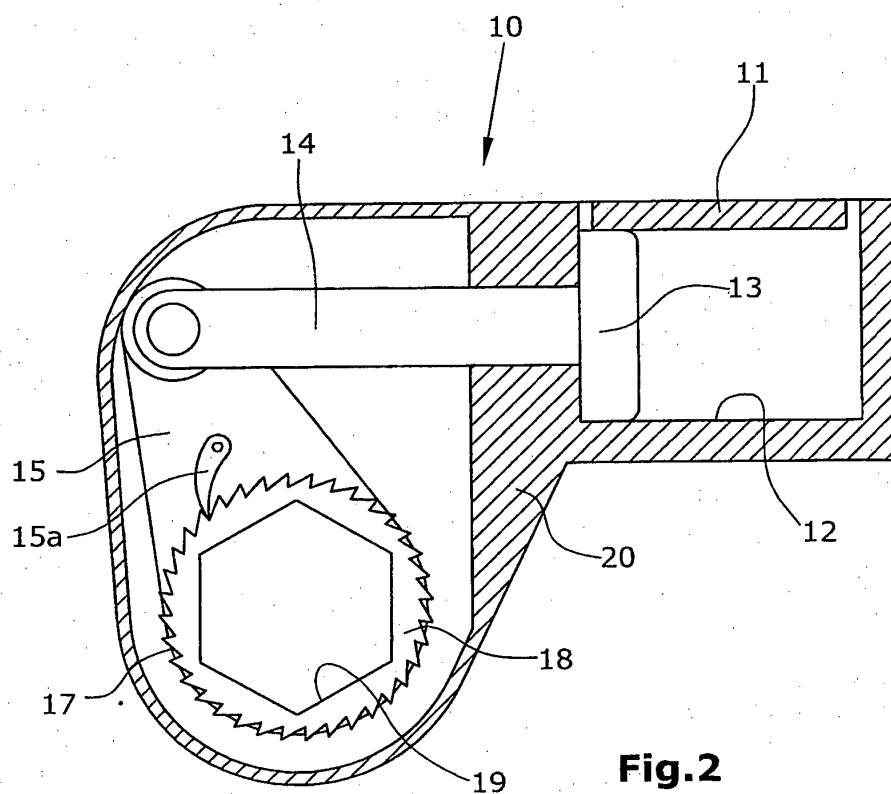
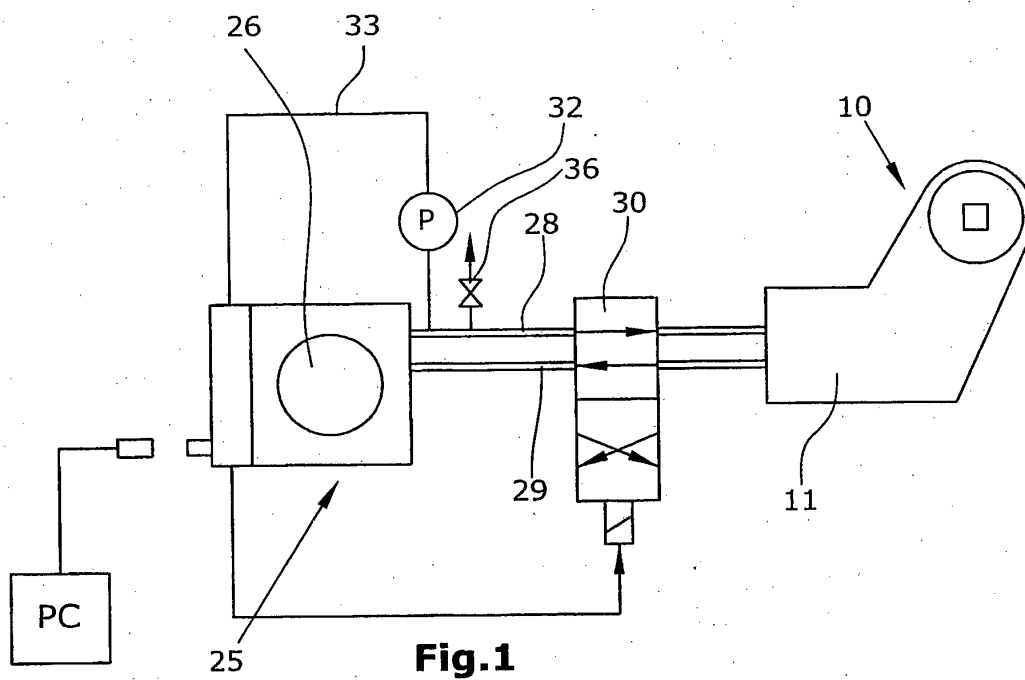
5. The method according to any one of claims 1 - 4, **characterized in that**, for each load stroke, the product of pressure and duration is computed.
6. The method according to any one of claims 1 - 5, **characterized in that** the duration of operation of the hydraulic aggregate (25) above and below a limit temperature is measured and evaluated.
7. A hydraulic aggregate for powering a power wrench comprising a hydraulic cylinder (12) for performing load strokes, said hydraulic aggregate comprising a pump (26), a control valve (30), a pressure sensor (32) for measuring the pressure during a load stroke, and a control device (31) including a display means (40),
characterized in that said control device is configured to compute, for a plurality of aggregate components (K_i), a respective wear-indicating characteristic number (z_i) from the pressure ($p(\tau)$) and the duration of operation since start-up, to determine a respective wear degree (g_i) from said characteristic number and from a wear limit ($z_{i,0}$) which has been set for the aggregate component, and to determine, for the whole aggregate, the maximum $(\max(g_i)_{i=1}^n)$ among the wear degrees (g_i) of all aggregate components and, therefrom, a total wear degree (G).
8. The hydraulic aggregate according to claim 7, **characterized in that** said control device (31) is configured in a suitable manner to perform an automatic self-test wherein the pump (26) builds up a pressure whose temporal development can be evaluated for error determination.

Revendications

1. Procédé de détermination automatique de l'état d'une unité hydraulique (25) servant à l'alimentation d'une visseuse hydraulique (10) qui comporte un cylindre hydraulique (12) destiné à soulever des charge au moyen d'un fluide hydraulique sous pression,
caractérisé en ce que
l'on calcule à chaque fois, pour plusieurs composants (K_i) de l'unité, à partir de la pression ($p(\tau)$) et de la durée de fonctionnement depuis la mise en service, une caractéristique (z_i) déterminant l'usure,
l'on détermine à partir de la caractéristique et d'une limite d'usure ($z_i, 0$), déterminée pour le composant de l'unité, un degré d'usure (g_i) et
l'on détermine pour toute l'unité, à partir des degrés d'usure (g_i) de tous les composants de l'unité, le maximum $(\max(g_i)_{i=1}^n)$ à partir duquel l'on forme ci un degré d'usure total (G).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la caractéristique (z_i) est formée par intégration de la pression ($p(\tau)$) par rapport au temps.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'on obtient la caractéristique (z_i) en incluant la température du fluide hydraulique.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** est prévu des capteurs destinés à des messages d'erreur, et **en ce que** l'on obtient la caractéristique en incluant le nombre de messages d'erreur.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'on forme pour chaque soulèvement de charge le produit de la pression et du temps.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'on mesure et l'on évalue la durée de fonctionnement de l'unité hydraulique (25) au-dessous et au-dessus d'une température limite.
7. Unité hydraulique destinée à l'alimentation d'un visseuse hydraulique qui comporte un cylindre hydraulique (12) servant à soulever des charges, comprenant une pompe (26), une soupape de commande (30), un capteur de pression (32) mesurant la pression pendant le soulèvement d'une charge et une unité de commande (31) qui comporte un dispositif d'affichage (40),
caractérisé en ce que
l'unité de commande est conçue de façon à calculer à chaque fois, pour plusieurs composants (K_i) de l'unité, à

partir de la pression ($p(\tau)$) et de la durée de fonctionnement depuis la mise en service, une caractéristique (z_i) déterminant l'usure, à déterminer à partir de la caractéristique et d'une limite d'usure ($z_i, 0$), déterminée pour le composant de l'unité, un degré d'usure (g_i) et à déterminer pour toute l'unité, à partir des degrés d'usure (g_i) de tous les composants de l'unité, le maximum ($\max(g_i)_{i=1}^n$) à partir duquel un degré d'usure total (G) est formé.

8. Unité hydraulique selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** l'unité de commande (31) est conçue de façon à être adaptée pour effectuer un test automatique dans lequel la pompe (26) accumule une pression dont le profil dans le temps est évalué pour détermination des erreurs.



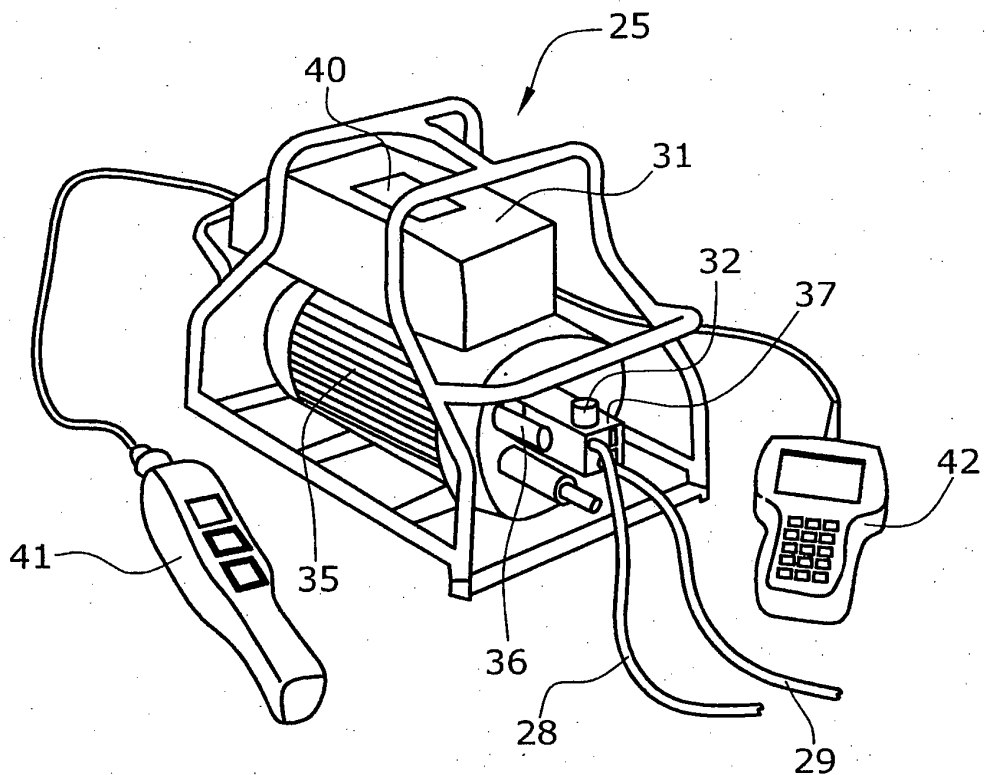


Fig.3

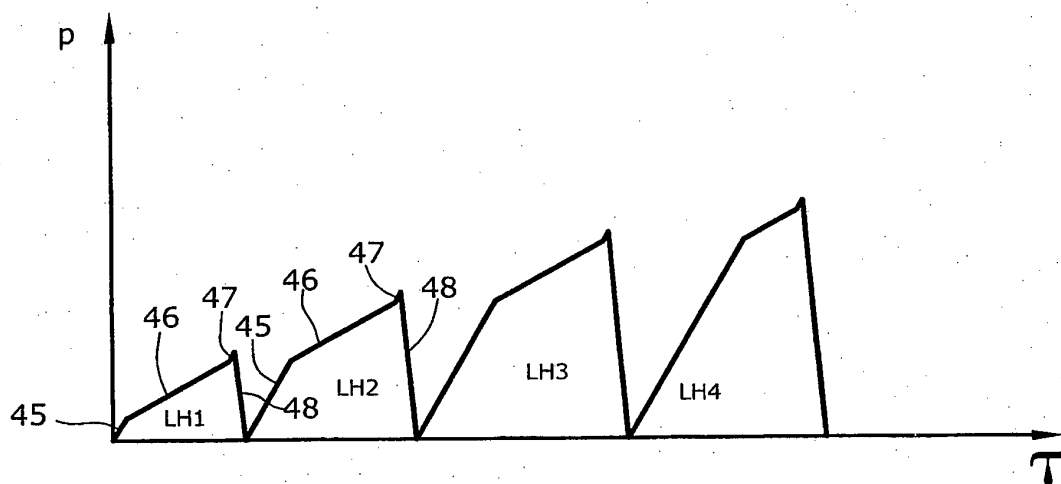


Fig.4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102004017979 A1 [0002]
- DE 10254819 A1 [0005]
- JP 59194215 A [0006]