DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) Wirtschaftspatent

(19) DD (11) 221 553 A1

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) G 01 N 3/14

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 N / 258 299 4 (22) 21.12.83 (44) 24.04.85

(71) siehe (72)
(72) Pursche, Günter, Prof. Dr.-Ing. habil., 9072 Karl-Marx-Stadt, Paul-Gerhardt-Straße 9; Jahn, Dietmar, Dr.-Ing.; Voigt, Kurt, Dipl.-Ing., DD

(54) Prüfverfahren für die Oberflächenermüdungsneigung tribologisch beanspruchter Werkstoffoberflächen

(57) Die Erfindung betrifft ein Prüfverfahren für die Oberflächenermüdungsneigung tribologisch beanspruchter Werkstoffoberflächen. Ziel ist es, vorzugsweise für niedrigzyklische Oberflächenermüdung ein Prüfverfahren zu schaffen, das es ermöglicht, die Oberflächenermüdungsneigung von Werkstoffen für definierte Lastspannungen hinreichend genau mit einer kritischen Schwingspielzahl angeben zu können, um Werkstoffe in ihrer Oberflächenermüdungsneigung wesentlich differenzierter beurteilen zu können. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß ein Gegenkörper, bestehend aus zwei an einem physikalischen Pendel starr nebeneinander befestigten Kugeln, auf einem ebenen Grundkörper, der die Prüffläche bildet, durch konstante Pendelschwingungen in einem stets gleichen, abgegrenzten Prüfbereich bei definierten Lastspannungen mit einem sich kontinuierlich ändernden Verhältnis zwischen Normal- und Schubspannungen erzeugt, wobei der Beginn der Oberflächenermüdung in Form von Rißbildungen durch eine Änderung des elektrischen Übergangswiderstandes zwischen Grund- und Gegenkörper angezeigt wird und die bis zu diesem Zeitpunkt benötigte Schwingspielzahl in Abhängigkeit von der Belastung als Maß für die Oberflächenermüdungsneigung des Werkstoffes festgestellt wird.

ISSN 0433-6461

4 Seiten

Erfindungsanspruch:

Prüfverfahren für die Oberflächenermüdungsneigung tribologisch beanspruchter Werkstoffoberflächen unter Verwendung von an sich bekannten Einrichtungen, wie z. B. einem physikalischen Pendel, **dadurch gekennzeichnet,** daß in einem Tribosystem, bestehend aus einem Gegenkörper (1), der aus zwei mit einem Pendel starr nebeneinander befestigten Kugeln, bestehend aus bei niedrigzyklischer Beanspruchung nicht ermüdendem Werkstoff, gebildet wird, wobei der Gegenkörper (1) mit einer definierten Last (m) versehen, in konstante Schwingungen versetzt, einen Grundkörper (3) auf seiner Prüffläche (2) in einem stets gleichen, abgegrenzten Prüfbereich, bei sich kontinuierlich änderndem Verhältnis zwischen Normal- und Schubspannungen niedrigzyklisch beansprucht und während der Prüfung der Beginn der Oberflächenermüdung, das heißt der Rißbildungsbeginn in der Prüffläche (2) über einen sich dabei sprunghaft ändernden elektrischen Übergangswiderstand bzw. mittels Ultraschall oder Schallemissionsmessungen in Abhängigkeit von einer kritischen Schwingspielzahl und Belastung angezeigt wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet

Die Erfindung betrifft ein Prüfverfahren für die Oberflächenermüdungsneigung tribologisch beanspruchter Werkstoffoberflächen, vorzugsweise für im Bereich niedrigzyklischer Oberflächenermüdung eingesetzter beschichteter oder unbeschichteter Werkstoffe.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, die Oberflächenermüdungsneigung tribologisch beanspruchter Werkstoffoberflächen dadurch zu charakterisieren, daß als Kriterium für die Ermüdung die Bildung von Rissen und Pittings verwendet wird. Die Prüfung wird auf bekannten Rollenprüfständen, wie z. B. nach SUP 343190 durchgeführt, bei denen die Prüfkörper, zumeist unter konstanter Belastung, so lange gegeneinander gepreßt rollen, bis auf der Oberfläche eine Werkstoffzerstörung durch Risse und Pittings eintritt, wobei die Anzahl der bis zur Ermüdung ertragenen Schwingspiele (Lastwechsel) bei der jeweiligen Beanspruchung als Maß für die Ermüdungsneigung angegeben wird.
Nachteilig dabei ist, daß der Zeitpunkt der Rißbildung aufgrund einer zumeist nur indirekten Beobachtung der Kontaktfläche fehlerhaft erfaßt wird, was sich wiederum als Fehlergröße bei der Angabe der kritischen Schwingspielzahl auswirkt.
Ebenfalls nachteilig ist, daß die Prüfbereiche ständig wechseln, das heißt, daß stets andere Bereiche der Werkstoffoberfläche miteinander in Kontakt kommen. Ein weiterer Nachteil der Prüfung besteht darin, daß die auf die Oberflächen einwirkenden Lastspannungen wegen der komplizierten Gleit- und Wälzbewegungen der Prüfkörper undefinierbar sind bzw. nur schwer oder nicht getrennt quantitativ ausgewiesen werden können.
Weiterhin bekannt sind Prüfverfahren zur Untersuchung der Reibermüdung von Werkstoffen, wie z. B. der Einsatz eines Zyklometers. Der Unterschied zu den o. g. Rollenprüfständen besteht darin, daß ein Prüfkörper auf der zu prüfenden Werkstoffoberfläche nicht abrollt, sondern wiederholt über sie gleitet. Nach bestimmten Zeitabständen wird von der Oberfläche eine Profilkurve abgenommen, um aus dem Oberflächenprofil die Werkstoffzerstörung infolge Ermüdung zu erkennen.
Nachteilig ist, daß auch hierbei der Zeitpunkt der Zerstörung nur ungenau erfaßt wird, die Prüfbereiche ständig wechseln, vor allem aber, daß auch die ebenfalls wirkenden Verschleißmechanismen der Abrasion und Adhäsion nicht getrennt erfaßt werden. Es sind auch dynamische Prüfverfahren, z. B. für Preßverbindungen, bekannt, bei denen die Oberflächenermüdungsneigung derart geprüft wird, daß die miteinander im Preßverbund befindlichen Oberflächen durch niedrigzyklische Schubspannungen so lange beansprucht werden, bis sie sich gegeneinander verschieben. Auch bei dieser Prüfung wird nur eine globale Aussage zur Ermüdung getroffen, da der Beginn der Rißbildung nicht erfaßt wird, sondern nur ein Endzustand der Ermüdung festgestellt wird.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung hat das Ziel, die Oberflächenermüdungsneigung tribologisch beanspruchter Werkstoffoberflächen, vorzugsweise bei niedrigzyklischer Oberflächenermüdung, derart zu ermitteln, daß in einem stets gleichen, abgegrenzten Prüfbereich bei definierten Lastspannungen die zur Oberflächenermüdung erforderliche, kritische Schwingspielzahl hinreichend genau angegeben und somit Werkstoffe in ihrer Oberflächenermüdungsneigung quantitativ und differenziert beurteilt werden können.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Oberflächenermüdungsneigung tribologisch beanspruchter Werkstoffoberflächen, vorzugsweise für im Bereich niedrigzyklischer Oberflächenermüdung eingesetzte Werkstoffe, in einem stets gleichen, abgegrenzten Prüfbereich, mit definierten Lastspannungen und einem sich kontinuierlich ändernden Verhältnis zwischen Normal- und Schubspannungen zu ermitteln, um den Einfluß der Belastungsbereiche beurteilen zu können, wobei die bis zum Zeitpunkt des Beginns der Rißbildung erforderliche, kritische Schwingspielzahl festzustellen ist.
Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß unter Verwendung von an sich bekannten Einrichtungen, wie z. B. in Form eines physikalischen Pendels, welches auf eine zu prüfende Werkstoffoberfläche aufgesetzt wird, wobei zwei mit einem physikalischen Pendel starr nebeneinander befestigte Kugeln, die im Bereich niedrigzyklischer Beanspruchung nicht ermüden, als Drehpunkt dienen, dadurch gelöst, daß ein solches Pendel, das mit einer definierten Last versehen ist, in freie Schwingungen versetzt wird, wodurch ein Tribosystem simuliert wird, welches Kontaktverhältnissen einer Kugel-Ebene-Paarung entspricht.
Die Prüfung der Oberflächenermüdungsneigung erfolgt stets in einem gleichen, abgegrenzten Prüfbereich bei definierten Lastspannungen, das heißt, infolge einer oszillierenden Bewegung der Kugel auf der Ebene, bei sich kontinuierlich änderndem Verhältnis zwischen Normal- und Schubspannungen.
Um den Beginn einer Rißbildung zu erfassen, die als ein Kennzeichen für die Oberflächenermüdung gilt, wird ein elektrischer Übergangswiderstand durch die Kontaktfläche Kugel/Ebene ständig registriert. Bilden sich erste Risse, wird dies durch eine deutliche Änderung des Widerstandes angezeigt. Die bis zu diesem Moment benötigte Schwingspielzahl ist in Abhängigkeit von der Belastung ein Maß für die Oberflächenermüdungsneigung tribologisch beanspruchter Werkstoffoberflächen. Weiterhin kann die Anzeige des Rißbildungsbeginns auch mittels Ultraschall oder Schallemissionsmessung erfolgen.

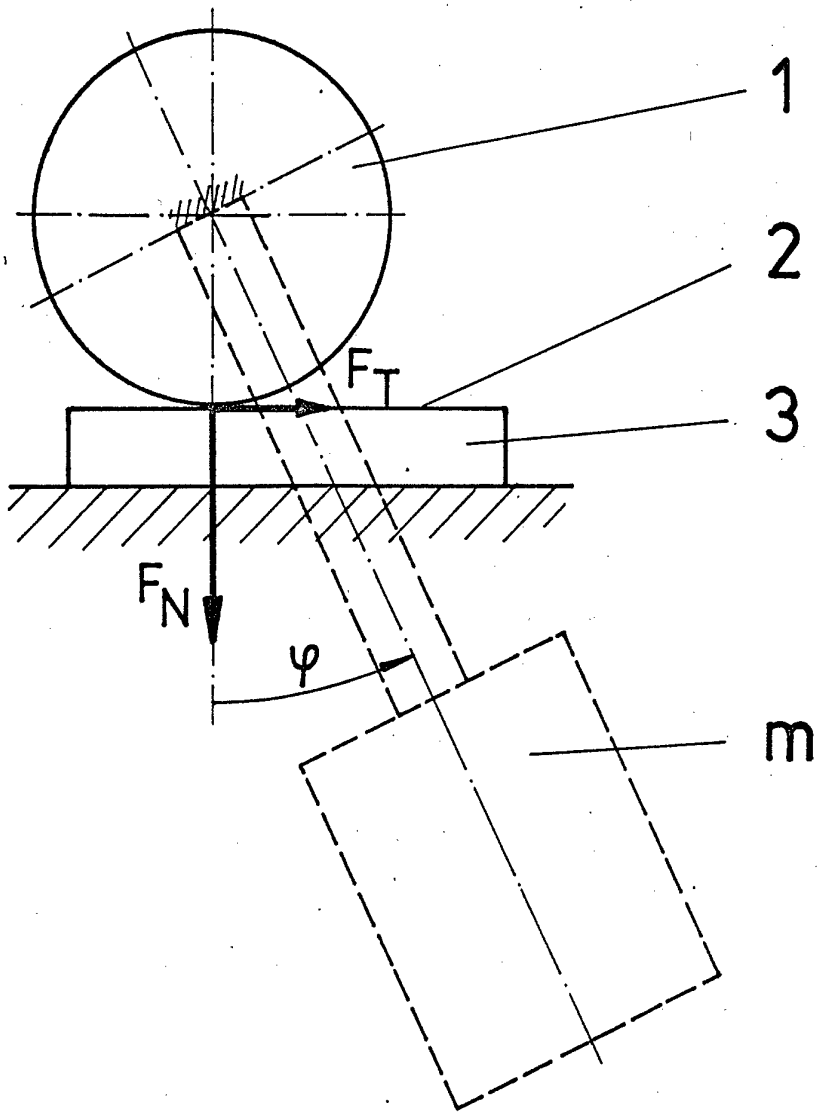
Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel anhand einer Zeichnung näher erläutert werden. Die Zeichnung zeigt die Prinzipdarstellung einer Einrichtung zur Durchführung des Prüfverfahrens. Mit dem Prüfverfahren ist die Oberflächenermüdungsneigung zweier Verschleißschutzschichten miteinander zu vergleichen. Bei einer ersten Probe handelt es sich um einen Grundkörper 3, der aus einem Stahl 210Cr46 besteht, auf dem eine Verschleißschutzschicht aus Titannitrid abgeschieden wurde, die eine Prüffläche 2 bildet. Bei einer zweiten Probe handelt es sich um einen Grundkörper 3, der aus einem Stahl C45 besteht, welcher durch Gaskarbonitrieren eine Schutzschicht erhielt, die ebenfalls eine Prüffläche 2 bildet. Erfindungsgemäß wird nun mittels zweier, mit einem physikalischen Pendel starr nebeneinander befestigter Kugeln, die aus einem bei niedrigzyklischer Beanspruchung nicht ermüdenden Wälzlagerstahl bestehen und einen Gegenkörper 1 bilden und mit dem Grundkörper 3 die Werkstoffpaarung ergeben, die Prüfung der Oberflächenermüdungsneigung derart durchgeführt, daß der Gegenkörper 1 auf die Prüffläche 2 aufgesetzt und mit einer Last m belastet wird. Das Pendel wird um einen Winkel φ ausgelenkt und in Schwingungen versetzt, wobei die Amplitude durch berührungslose Impulsübertragung konstant gehalten wird, wodurch ein stets gleicher, abgegrenzter Prüfbereich der Prüffläche 2 bei definierten Lastspannungen, das heißt, bei sich kontinuierlich änderndem Verhältnis zwischen Normal- und Schubspannung geprüft wird.

Die Anzahl der Schwingspiele wird über ein übliches Zählgerät registriert. Ebenso wird ein elektrischer Übergangswiderstand zwischen dem abrollenden Gegenkörper 1 und dem Grundkörper 3 ermittelt.

Der Beginn der Ermüdung, das heißt der Rißbildungsbeginn, wird durch eine Änderung des elektrischen Übergangswiderstandes angezeigt. Die bis zu diesem Zeitpunkt benötigte, kritische Schwingspielzahl wird registriert. Aus dem Abstand der auf der Prüffläche 2 entstandenen und im Mikroskop deutlich sichtbaren Ermüdungsrisse von der Nullage des Pendels können über geometrische Beziehungen die an diesen Stellen wirkenden Normalkräfte F_N und Tangentialkräfte F_T sowie daraus eine Vergleichsspannung berechnet werden.

Durch Wiederholen des Prüfvorganges mit veränderter Last m wird eine Abhängigkeit der kritischen Schwingspielzahl von der Belastung ermittelt, die Ausdruck der Oberflächenermüdungsneigung ist. Für die zu vergleichenden Schutzschichten ergaben sich z. B. für eine Vergleichsspannung von 600 MPa für die Titannitridschicht eine kritische Schwingspielzahl von 8500, während für die Schutzschicht, die durch Gaskarbonitrieren erzeugt wurde, nur 1800 Schwingspiele bis zum Ermüdungsbeginn notwendig waren.


1
2
3
F_T
F_N
φ
m