

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU103156

12

BREVET D'INVENTION

B1

21

N° de dépôt: LU103156

51

Int. Cl.:
G01B 11/10, G01B 11/24

22

Date de dépôt: 22/06/2023

30

Priorité:

72

Inventeur(s):
KÖSTERS Justus – Deutschland, SACHSE Carsten –
Deutschland, HAPPE Silas – Deutschland, PÄSCHKE
Ansgar – Deutschland

43

Date de mise à disposition du public: 23/12/2024

47

Date de délivrance: 23/12/2024

74

Mandataire(s):
THYSSENKRUPP INTELLECTUAL PROPERTY GMBH –
45143 Essen (Deutschland)

73

Titulaire(s):
THYSSENKRUPP POLYSIUS GMBH – 59269
Beckum (Deutschland), THYSSENKRUPP AG –
45143 Essen (Deutschland)

54

Durchmessererfassung für verschleißbehaftete Bauteile.

57

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung des Durchmessers eines Bauteils 10, welches verschleißbehaftet ist, um somit den Zustand und die Notwendigkeit eines Austausches frühzeitig zu erkennen.

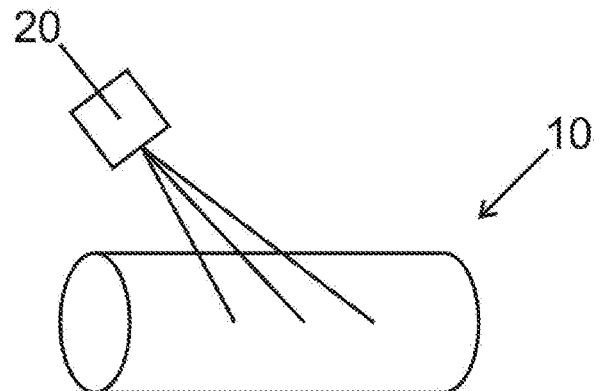


Fig. 1

Durchmessererfassung für verschleißbehaftete Bauteile

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung des Durchmessers eines Bauteils, welches verschleißbehaftet ist, um somit den Zustand und die Notwendigkeit eines
5 Austausches frühzeitig zu erkennen.

Ein Beispiel für verschleißbehaftete Bauteile mit einer rotationssymmetrische Bauform sind zum Beispiel Mahlkörper in einer Vertikalrollenmühle, eine Brecherwalze, Mahlwalze, Ofenlaufringe oder Ofenlaufrollen. Durch den Verschleiß auf der Lauffläche
10 wird Material abgetragen, sodass sich der Durchmesser im laufenden Betrieb stetig, wenn auch langsam, verkleinert. Der Verschleiß und somit die Prognose für die weitere Verwendbarkeit ist somit durch Messung des Umfangs beziehungsweise des Durchmessers am effizientesten möglich.

Heutzutage wird daher bei Wartungen oftmals ein Messwerkzeug mit einem Messrad mit einem genau bekannten Umfang an den zu vermessenden Gegenstand angebracht und so der Umfang ermittelt. Nachteil dieser Methode ist, dass die die Anforderung an das Messrad sehr hoch sind und auch die Positionierung des Messwerkzeuges sehr präzise
15 erfolgen muss. Somit ist die Messung zeitaufwändig und nur durch speziell geschultes Personal möglich. Eine weitere aktuelle Möglichkeit zur Durchmesserbestimmung ist die Messung mit Lehren, die mit enormen Zeitaufwand an Mahlkörpern befestigt werden müssen.
20

Aus der WO 2022 / 023 869 A1 ist eine Verschleißmessung bekannt.
25

Aus der EP 0 509 809 A2 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verschleißerfassung bei einer Brecherwalze bekannt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren bereitzustellen, welches eine
30 Verschleißerkennung in einfacher Weise, also insbesondere auch bei ungenauer Platzierung einer Erfassungsvorrichtung ermöglicht und somit eine Erfassung auch durch nicht oder nur wenig geschultes Personal ermöglicht.

Gelöst wird diese Aufgabe durch das Verfahren mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen. Vorteilhaftere Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den Zeichnungen.

5 Das erfindungsgemäße Verfahren dient zur Erkennung des Verschleißes über die Erfassung des Umfangs beziehungsweise des Durchmessers eines verschleißbehafteten rotationssymmetrischen Bauteils. Umfang, Durchmesser und Radius sind nur über die Konstanten 2 und/oder π direkt mathematisch miteinander verbunden und können daher beliebig gegeneinander ausgetauscht beziehungsweise
10 ineinander umgewandelt werden. Es ist somit äquivalent, ob beispielsweise ein minimaler Radius r_{\min} , ein minimaler Durchmesser $d_{\min} = 2 r_{\min}$ oder ein minimaler Umfang $U_{\min} = \pi d_{\min} = 2\pi r_{\min}$ vorgegeben wird, bei dem das Bauteil beispielsweise auszutauschen ist. Beispiele für rotationssymmetrische verschleißbehaftete Bauteile sind beispielsweise Mahl- und Brecherwalzen sowie Laufringe und Laufrollen. Diese Bauteile können eher
15 scheibenförmig, wie zum Beispiel in einer Vertikalrollenmühlen oder eher Länglich, beispielsweise in einem Brecher ausfallen. Wesentlich ist, dass das Bauteil eine rotationssymmetrische Grundform aufweist und der Verschleiß an der Außenfläche des Zylindermantels erfolgt.

20 Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

- a) Berührungsloses Erfassens von Oberflächenpunkten wenigstens eines ersten Teils der Oberfläche des Bauteils,
- b) Ermitteln von wenigstens zwei das Bauteil schneidenden Ellipsen und Ermitteln der Mittelpunkte der Ellipsen,
- 25 c) Ermitteln der Zylinderachse des rotationssymmetrischen Bauteils aus den in Schritt b) ermittelten Mittelpunkten,
- d) Ermitteln des Zylinderdurchmessers beziehungsweise des Zylinderumfangs aus der in Schritt c) ermittelten Zylinderachse und den in Schritt a) erfassten Oberflächenpunkten.

30

Zunächst erscheint das Verfahren unnötig aufwändig. Es wäre wesentlich einfacher, wenn die Erfassung senkrecht zur Oberfläche des Bauteils erfolgen würde. Dieses erfordert jedoch eine exakte Positionierung. Durch dieses Verfahren ist es aber möglich,

die Erfassungsvorrichtung ungefähr in Richtung des Bauteils anzuordnen. Weder Abstand noch Winkel zur Oberfläche müssen eingehalten oder ermittelt werden. Damit eignet sich dieses Verfahren besonders, um auch durch nicht oder nur wenig geschultes Personal verwendet zu werden.

5

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfolgt das berührungslose Erfassen in Schritt a) optisch. Besonders bevorzugt erfolgt das berührungslose Erfassen in Schritt a) mit einem Linienlaser. Hierfür ist keine präzise Kalibrierung wie beispielsweise bei einem mechanischen Messinstrument notwendig. Derartige Geräte zur Oberflächenerfassung sind marktverfügbar und daher vergleichsweise kostengünstig.

10

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Erfassung in Schritt a) zum Beispiel bei Wartungs- oder Reinigungsarbeiten, also nur zeitweise. Gerade bei Mühlen und Brechern spricht die Staubbelastung gegen eine dauerhafte Einrichtung der Erfassungsvorrichtung und die kontinuierliche Ausführung des Verfahrens, auch wenn dieses prinzipiell vorteilhaft wäre.

15

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Erfassung in Schritt a) kontinuierlich. Die Erfassungsvorrichtung ist somit dauerhaft integriert. Vorteil ist, dass eine Dejustierung, beispielsweise durch Vibrationen keinen negativen Einfluss auf das Messergebnis hat.

20

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird das Bauteil bei dem Erfassen in Schritt a), vorzugsweise mit konstanter Geschwindigkeit, rotiert. Dadurch werden mehr Datenpunkte erfasst. Beispielsweise und bevorzugt wird eine vollständige Umdrehung des Bauteils durch Verschleißpunkte erkannt, also Beispielsweise punktuelle Vertiefungen, Kratzer oder dergleichen. Diese charakteristischen Punkte lassen sich nach einer vollen Umdrehung wiedergefunden und können so als Markierung verwendet werden. Zusätzlich kann ebenfalls geprüft werden, ob durch die Erfassungsvorrichtung ein ausreichender Anteil des rotationssymmetrischen Bauteils erfasst wird.

25

30

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfolgt bei der Erfassung der Oberflächenpunkte eine Randerfassung des Bauteils und Messpunkte außerhalb des

Bauteils werden vor der weiteren Verarbeitung eliminiert. Im einfachsten Fall sind die Messpunkte außerhalb des eigentlichen zu erfassenden Bauteil deutlich weiter entfernt. Es ist somit über den Sprung im Abstand von der Erfassungsvorrichtung der Rand deutlich zu erkennen. Alle Datenpunkte mit einem deutlich zu großen Abstand werden
5 eliminiert. Dieses ist analog auch anwendbar auf Objekte, die sich zwischen der Erfassungsvorrichtung und dem Bauteil befinden, beispielsweise ein herabhängendes Seil. Hier zeigt der zu kurze Abstand an, dass dieses nicht zum Bauteil gehört und auch diese Datenpunkte können daher besser entfernt werden.

10 In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung werden die Werte der in Schritt a) erfassten Oberflächenpunkte vor der Weiterverarbeitung auf abweichende Extremwerte untersucht. Solche Extremwerte können beispielsweise durch metallische Reflexionen oder dergleichen entstehen. Es ergeben sich Messwerte, welche sinnlos sind und deutlich aus der übrigen Punkteschar herausfallen. Diese abweichenden Extremwerte
15 werden dann durch den Mittelwert der benachbarten Oberflächenpunkte ersetzt. Diese Näherung führt zu wesentlich besseren Ergebnissen als die Verwendung der Extremwerte.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung werden die Werte der in Schritt a)
20 erfassten Oberflächenpunkte auf Erfassung eines ausreichenden Teils der Oberfläche geprüft. Hierdurch soll verhindert werden, dass nur ein zu kleiner Teil der Oberfläche erfasst wird, welcher unter Umständen gerade wenig oder keinen Verschleiß zeigt.

Nachfolgend ist das erfindungsgemäße Verfahren anhand in den Zeichnungen
25 dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Fig. 1 Vorrichtung

Fig. 2 Ellipsen

Fig. 3 Zylinderachse

30 Fig. 4 Zylinder

Fig. 5 Zweites Beispiel

In Fig. 1 ist gezeigt, wie ein rotationssymmetrisches Bauteil 10, beispielsweise eine Mahlwalze, mit einer Erfassungsvorrichtung 20, hier einem Linienlaser, erfasst wird. Die Positionierung kann hierbei vergleichsweise beliebig erfolgen. Es muss eben beispielsweise keine Anordnung genau senkrecht zum rotationssymmetrischen Bauteil 10 erfolgen. Daher kann die Erfassungsvorrichtung 20 auch durch nicht oder nur wenig trainiertes Personal sehr einfach positioniert werden.

Der Laser erfasst punktweise die Oberfläche. Da das rotationssymmetrische Bauteil 10 in der Realität nicht so isoliert vorliegt, wie hier dargestellt ist eine Randerkennung sinnvoll, um punkte, die zu weit vorne oder hinten liegen als nicht mehr zum Bauteil 10 gehörend zu erkennen. Im gezeigten Beispiel werden drei Reihen von Punkten auf der Oberfläche erfasst. Dieses kann durch drei erfassende Laser oder durch Verfahren der Erfassungsvorrichtung 20 erzielt werden.

Aus der Punktschar werden wie in Fig. 2 gezeigt dann Ellipsen 30 berechnet und die Mittelpunkte der Ellipsen 30 bestimmt. Aus den Mittelpunkten folgt dann die in Fig. 3 gezeigte Zylinderachse 40. Dadurch lässt sich mit der erfassten Punkteschar der mathematische Zylinder 50 ermitteln, welcher das rotationssymmetrische Bauteil 10 beschreibt, ermitteln, wie in Fig. 4 gezeigt, und so der Zylinderdurchmesser beziehungsweise der Zylinderumfang ermitteln und damit der Verschleiß (Abnahme des Durchmessers) ermitteln.

In Fig. 5 ist ein zweites Beispiel gezeigt, bei dem die Erfassung im Unterschied zum ersten in Fig. 1 gezeigten Beispiel um 90 ° gedreht ist. Die Erfassung erfolgt hier in etwa in Längsrichtung des rotationssymmetrischen Bauteils 10, welches während der Erfassung rotiert wird, sodass die Oberfläche erfasst wird. Die weiteren Auswerteschritte erfolgen analog.

Bezugszeichen

- 30 10 rotationssymmetrisches Bauteil
- 20 Erfassungsvorrichtung
- 30 Ellipsen
- 40 Zylinderachse

230064P00LU

LU103156

6/6

50 Zylinder

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung des Verschleißes über die Erfassung des Umfangs beziehungsweise des Durchmessers eines verschleißbehafteten rotationssymmetrischen Bauteils (10), wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:
 - a) Berührungsloses Erfassen von Oberflächenpunkten wenigstens eines ersten Teils der Oberfläche des Bauteils (10),
 - b) Ermitteln von wenigstens zwei das Bauteil (10) schneidenden Ellipsen (30) und Ermitteln der Mittelpunkte der Ellipsen (30),
 - c) Ermitteln der Zylinderachse (40) des rotationssymmetrischen Bauteils (10) aus den in Schritt b) ermittelten Mittelpunkten,
 - d) Ermitteln des Zylinderdurchmessers beziehungsweise des Zylinderumfangs aus der in Schritt c) ermittelten Zylinderachse (40) und den in Schritt a) erfassten Oberflächenpunkten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das berührungslose Erfassen in Schritt a) optisch erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das berührungslose Erfassen in Schritt a) mit einem Linienlaser erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (10) bei dem Erfassen in Schritt a), vorzugsweise mit konstanter Geschwindigkeit, rotiert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine vollständige Umdrehung des Bauteils (10) durch Verschleißpunkte erkannt wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werte der in Schritt a) erfassten Oberflächenpunkte vor der Weiterverarbeitung auf abweichende Extremwerte untersucht werden und dass abweichende Extremwerte durch den Mittelwert der benachbarten Oberflächenpunkte ersetzt werden.

- 5 7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Erfassung der Oberflächenpunkte eine Randerfassung des Bauteils (10) erfolgt und Messpunkte außerhalb des Bauteils (10) vor der weiteren Verarbeitung eliminiert werden.
- 10 8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werte der in Schritt a) erfassten Oberflächenpunkte auf Erfassung eines ausreichenden Teils der Oberfläche geprüft werden.

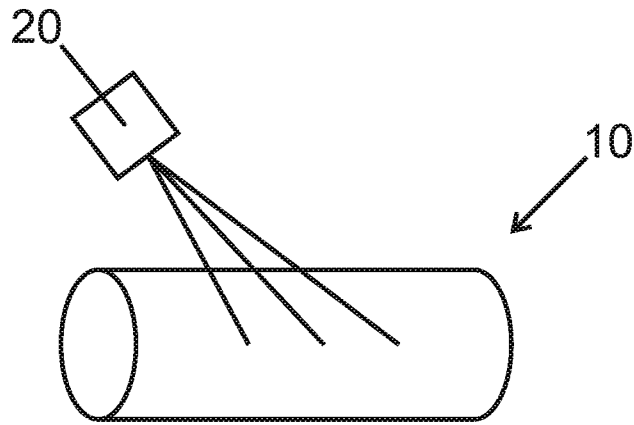


Fig. 1

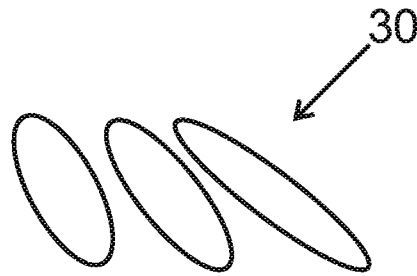


Fig. 2

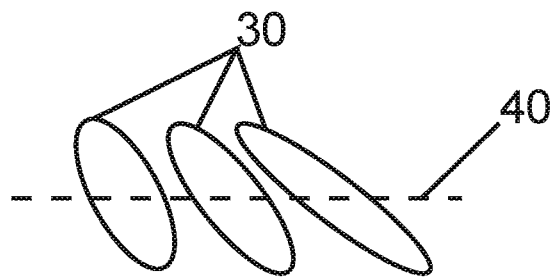


Fig. 3

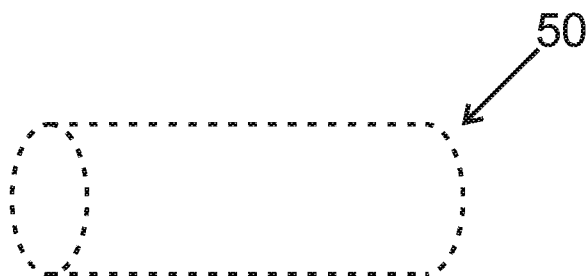


Fig. 4

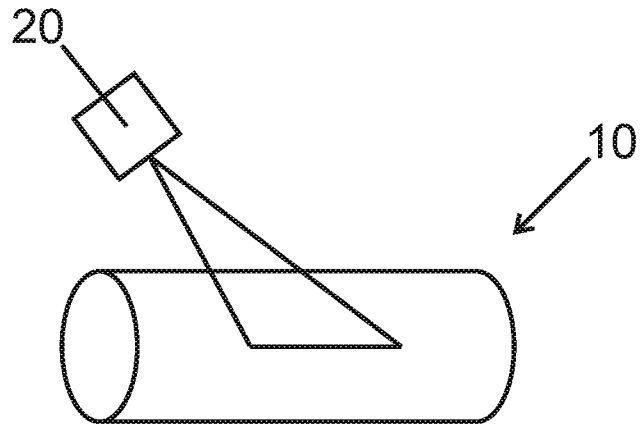


Fig. 5