

⑤1

Int. Cl.:

G 01 n, 3/56

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



⑤2

Deutsche Kl.:

42 k, 38/01

Behörden Eigentum

⑩

Offenlegungsschrift 2 261 667

⑪

⑰

Aktenzeichen: P 22 61 667.7

⑱

Anmeldetag: 16. Dezember 1972

⑳

Offenlegungstag: 20. Juni 1974

Ausstellungspriorität: —

③0

Unionspriorität

③2

Datum: —

③3

Land: —

③1

Aktenzeichen: —

⑤4

Bezeichnung: Meßanlage für radioaktiv markierte Verschleißteilchen

⑥1

Zusatz zu: —

⑥2

Ausscheidung aus: —

⑦1

Anmelder: Gesellschaft für Kernforschung mbH, 7500 Karlsruhe

Vertreter gem. § 16 PatG: —

⑦2

Als Erfinder benannt: Gerve, Andreas, Dr., 7501 Linkenheim; Katzenmeier, Gustav, Dr., 7500 Karlsruhe

DT 2 261 667

2261667

Meßanlage für radioaktiv markierte Verschleißteilchen

Die Erfindung betrifft eine Meßanlage für radioaktiv markierte Verschleißteilchen, die in Öl als Transportmittel geführt sind, das in einer Durchflußkammer an einem Strahlungsdetektor vorbeigeführt wird, wobei die Durchflußkammer den Strahlungsdetektor umgibt und selbst von einer allseitigen Abschirmung eingeschlossen ist.

Bei Verschleißmessungen mit Radioisotopen wird, sofern ein Schmiermittelkreislauf vorhanden ist, im allgemeinen der Verschleiß über die Aktivität des Schmiermittels gemessen. Wird von einer Änderung des internen Schmiermittelkreislaufes abgesehen, so stellt das Durchflußmeßverfahren hierfür die mit Abstand empfindlichste Methode dar (Kaspar-Sickermann, W., Stegemann, D., Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e.V., Frankfurt/Main, Heft 18, 1961). Das Prinzip des Durchflußmeßverfahrens sieht vor, daß der Abrieb der in dem Motor eingebauten radioaktiven Teile zunächst in den Schmierölkreislauf gelangt. An der tiefsten Stelle der Ölwanne wird das Öl durch eine vom Motor getrennt arbeitende Pumpe abgesaugt und durch eine den Strahlungsdetektor umgebende Meßkammer in den Motor zurückgepumpt. Als Detektor wird im allgemeinen ein

409825/0189

NaJ(Tl)-Szintillationskristall verwendet, der bei einem auch für die 3-Komponentenmessungen ausreichenden Energieauflösungsvermögen eine gute Ansprechwahrscheinlichkeit besitzt. Die im Szintillationskristall nachgewiesene Gammastrahlung erlaubt eine Aussage über die Art und die Menge des im Ölkreislauf vorhandenen Verschleißes. Die Energie der Gammaquanten charakterisiert die Verschleißkomponente, ermöglicht also bei Mehrkomponentenmessungen die Trennung der verschiedenen Verschleißanteile. Die Intensität der Strahlung, d.h. die registrierte Zählrate, ist ein Maß für die Menge des Verschleißes.

Bei bekannten Anordnungen wurde der Öldurchfluß durch die Meßkammer durch ein oder mehrere Bohrungen koaxial zur Detektorachse von unten nach oben oder umgekehrt geführt und brachte somit Strömungstoträume in der Transportflüssigkeit, einen Luftstau und Verschleißablagerungen. Alle Einflüsse bewirkten Meßwertschwankungen bzw. Abweichungen, die die Untersuchung des Verschleißverhaltens des zu untersuchenden Teiles störten. Eine Kühlwasserführung durch den Meßraum zum Detektor stellte ein Hindernis im Durchfluß dar, an dem die Messung verfälschende Ablagerungen von Verschleißpartikeln beobachtet werden konnten.

Weiterhin mußte die Eichung der Meßkammer für jedes Isotop mit unterschiedlichen Gammaenergien getrennt durchgeführt werden, indem Materialproben in Lösung gebracht und im Meßkopf ausgemessen wurden. Grund dafür war die Abhängigkeit der gemessenen Impulszahl von der Lage und der Umgebung des jeweiligen Eichstrahlers sowie dessen Gammaenergien.

Die Aufgabe der Erfindung besteht nunmehr darin, eine Meßanlage mit einer Durchflußkammer zu entwickeln, bei der keine Strömungsstörungen der Transportflüssigkeit sowie Verschleißablagerungen auftreten und bei der mittels einer einmaligen Eichung geeichte Messungen mit verschiedenen Materialien durchzuführen sind.

Die Lösung dieser Aufgabe sieht vor, daß das Öl in die Durchflußkammer durch einen Einlaß in deren oberen Teil tangential zu deren Umfang zuführbar ist, daß der Boden der Durchflußkammer trichterförmig ausgebildet ist und an seiner tiefsten Stelle einen Auslaß aufweist, und daß in einer Ausnehmung in der Abschirmung eine Eichprobe untergebracht ist.

In einer Ausführungsform kann der Strahlungsdetektor in einem doppelwandigen Gefäß angeordnet sein, das einen Teil des Verschlussdeckels der Durchflußkammer bildet und in den Innenraum der Durchflußkammer ragt, wobei der Innenraum der Durchflußkammer das Gefäß umgibt.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die Ausnehmung in der Abschirmung eine Bohrung sein, deren Achse radial zum Strahlungsdetektor verläuft und in einer Querschnittsebene des Strahlungsdetektors liegt, und die Bohrung kann bis zum die Durchflußkammer aufnehmenden Hohlraum der Abschirmung führen. In die Bohrung kann ein stabförmiger Probenhalter einführbar sein, an dessen Spitze ein Aufnahmeraum für eine Eichprobe angeordnet ist, wobei der Aufnahmeraum mittels eines Schraubdeckels verschließbar ist.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Meßanlage gegenüber früheren Lösungen bestehen u.a. darin, daß eine durch die günstige Form und die Größe der Meßkammer erhöhte Meßempfindlichkeit erhalten wird, daß ein schnelleres, exakteres Ansprechen des Meßkopfes auf Änderungen in der Verschleißkonzentration im Öl entsteht, da die Bewegung der Flüssigkeitssäule Strömungstotraum verhindert. Weiterhin wird die Meßgenauigkeit erhöht, da Ablagerungen und ein Luftstau verhindert werden.

Auch die Eicheinrichtung bietet wesentliche Vorteile, da eine einmalige Ureicherung nach der Herstellung des Meßkopfes mit einem beliebigen aktiven Isotop genügt, um später geeichte Messungen mit verschiedenen Materialien durchführen zu können. Dies bedeutet eine

wesentliche Vereinfachung des Eichaufwandes und eine vereinfachte Meßauswertung. Der Probenhalter als Meßplatz für die spezifische Aktivität, die bei jedem Versuch gemessen werden muß, erspart außerdem eine weitere Meßeinrichtung neben dem Verschleißmeßkreislauf.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels mittels der Figuren 1 und 2 näher erläutert.

Figur 1 zeigt die Meßanlage. Im Hohlraum 1 einer Bleiabschirmung 2, die aus den einzelnen übereinandergeschichteten Ringen 3 bis 6 aus Blei besteht ist ein NaJ-Kristall als Strahlungsdetektor 8 zentral angeordnet. Er ist an einen Multiplier 9 angeschlossen, welcher selbst oder von einem Kühlmantel getrennt durch eine Bohrung 10 einer Deckplatte 11 in der Abschirmung 2 hindurchragt. Der Strahlungsdetektor 8 hat eine zylindrische Form und wird von einem Kühlwassermantel geschützt.

Der Kühlwassermantel befindet sich in einem doppelwandigen Gefäß 12, welches gleichzeitig den Strahlungsdetektor 8 und den Multiplier 9 umgibt. Das Gefäß 12 ist ein Teil eines Deckels 13 (bzw. über eine weitere Dichtung 35 und einen Flansch 36 und die Schraubverbindungen 37 mit diesen fest verbunden) für die Meßkammer 14, ist auf einen Flansch 15 unter Zwischenschalten einer Dichtung 16 auf diese aufgesetzt und mit den Schraubverbindungen 40 mit dieser fest verbindbar. Das Gefäß 12 ragt dabei in den Innenraum 17 der Meßkammer 14 hinein. Die beiden Wände 18 und 19 bilden einen Zwischenraum 21, in dem Kühlwasser strömt, welches über die beiden Anschlüsse 22 und 23 am Deckel 13 zu- und abgeführt wird. Zwischen der einen Wand 19 und dem Strahlungsdetektor 8 kann eine Isolierung 38 aus z.B. Kork angeordnet sein, die ein hohes Temperaturgefälle verhindert.

Zum Flansch 15 der Meßkammer 14 führt eine Ölzuleitung 24, durch die das Öl tangential zum Strahlungsdetektor 8 und in einer Querschnittsebene (nicht näher dargestellt) des Strahlungsdetektors 8 liegend in den Innenraum 17 der Meßkammer 14 eingeführt wird. Die

Ölzuführung erfolgt mit geringem Überdruck. Dadurch wird die gesamte Flüssigkeitssäule im Zwischenraum 17 um das Gefäß 12 herum in Drehung versetzt. In der Meßkammer 14 befindliche Luft wird durch eine Entlüftungsleitung 25 an der höchsten Stelle in eine drucklose Durchlaufleitung abgeführt. Alle Leitungen 22 bis 25 sind durch eine Ausnehmung 45 im Ring 4 der Abschirmung 2 hindurchgeführt.

Der Boden 26 der Meßkammer 14 ist trichterförmig ausgebildet und endet an seiner tiefsten Stelle mit einer Ölabführungsleitung 27, welche wiederum durch eine Ausnehmung 28 im Ring 6 der Abschirmung 2 hindurchgeführt ist. Durch diese trichterförmige Ausbildung des Bodens 26 der Meßkammer 14 und durch die tangentielle Einführung des Öls für die Drehbewegung des Öls um den Strahlungsdetektor 8 herum wird eine Ablagerung von Verschleißteilchen innerhalb der Meßkammer 14 verhindert. Der Boden 26 ist entweder auf dem Ring 6 direkt aufgesetzt oder gleichzeitig mit der Meßkammer 14 gegenüber der Abschirmung 2 über die Isolierung 39 z.B. aus Kork isoliert, damit das Blei der Abschirmung 2 nicht vom Öl der Meßkammer 14 aufgeheizt wird.

Die Bleiabschirmung 2, zusammengesetzt aus den tragbaren Ringen 3 bis 6, schirmt die Untergrundstrahlung vom Strahlungsdetektor 8 weitgehend ab. In diese Bleiabschirmung 2 und insbesondere in den Ring 4 ist in einer Ausnehmung 29, radial auf den Strahlungsdetektor 8 gerichtet, ein Probenhalter 30 eingesetzt, der aus einem runden Stab aus z.B. Plexiglas bestehen kann. Die Ausnehmung 29 bzw. die Bohrung ist zum Hohlraum 1 in der Abschirmung 2 hin offen. Der Probenhalter 30 weist auf der dem Strahlungsdetektor 8 zugewandten Seite einen flachen Aufnahmeraum 31 auf, der durch einen Schraubendeckel 32 verschließbar ist. Im Aufnahmeraum 31 ist eine radioaktive Probe 33 zur Eichung eingeschlossen. Durch axiale Verschiebung des Probenhalters 30 in der Bohrung 29 kann experimentell die günstigste Position der Probe 33 gegenüber dem Strahlungsdetektor 8 bzw. der Abschirmung 2 ermittelt werden. In dieser Endstellung kann der Probenhalter 30 durch einen Anschlag 34 am Probenhalter 30 fixiert werden, so daß bei den weiteren Messungen die richtige Festeinstellung gewährleistet ist.

Durch eine Wahl eines ganz bestimmten Haltermaterials, durch eine gezielte Gestaltung des Probenhalters 30 und eine richtige Auslegung des Abstandes der Probe 33 vom Strahlungsdetektor 8 kann trotz der komplizierten Wechselwirkungsverhältnisse mit der Umgebung (Rückstreuung, Comtoneffekte, Fotoeffekte) erreicht werden, daß die Gammaskpektren der festen Probe und einer aufgelösten Probe im Öl im Innenraum 17 des Meßkopfes 14 durch einen über den ganzen Energiebereich gleichen Ähnlichkeitsfaktor verbunden sind. Das bedeutet, daß das Verhältnis der gemessenen Impulsraten für die feste Eichprobe 33 und für in der Meßkammerflüssigkeit gelöstes aktives Material (Verschleißteilchen) gleicher Zusammensetzung im gesamten interessierenden Meßbereich (ca. 150 bis 2000 keV) konstant ist. Der Probenhalter 30 mit der festen Position zum Detektor 8 wird als Meßplatz für die spezifische Aktivität der Proben 33 verwendet.

Mit der in Figur 1 beschriebenen Detektor- bzw. Meßanlage lassen sich Gammaskpektren in Verbindung mit einem nicht näher dargestellten Mehrkanal-Impulshöhenanalysator aufnehmen. Die Impulshöhenverteilung des in Figur 2 dargestellten Spektrums ergibt sich vor allem daraus, daß die Fotoemission im Kristall bzw. Strahlungsdetektor 8, der fotoelektrische Prozeß in der Fotokathode und die Sekundäremission von Elektronen an den Dynoden des Multipliers 9 statistische Prozesse sind. Werden Gammaskpektren verschiedener Radioisotope gleichzeitig aufgenommen, so ergibt sich die in Figur 2 gezeigte Darstellung. Es ist das Gammaenergiespektrum E_γ , über die Impulse I pro Energie aufgetragen, und zwar gleichzeitig für ein ^{51}Cr -, ^{56}Co -, ^{59}Fe -Spektrum als Kurven 41, 42, 43 und das Summenspektrum als Kurve 44. Das Gammaenergiespektrum der Eichprobe 33, die nicht in Figur 2 dargestellt ist, hat einen Verlauf, der dem Summenspektrum bis auf einen Ähnlichkeitsfaktor entspricht, wenn die gleichen Radioisotope im Verschleiß enthalten sind.

Die radioaktive Markierung der auf ihren Verschleiß zu untersuchenden Teile erfolgt über eine Aktivierung mit thermischen Neutronen oder über die Aktivierung mit geladenen Teilchen aus einem Beschleuniger z.B. Zyklotron. Bei den Aktivierungen können aus dem selben Grundmaterial über verschiedene Prozesse verschiedene Radioisotope

mit Gammastrahlung entstehen. Bei der Aktivierung von Eisen mit thermischen Neutronen entstehen so z.B. neben ^{59}Fe vor allem noch ^{54}Mn aus einer (n,p)- und ^{51}Cr aus einer (n, α)- Reaktion als Gammastrahler, bei der Aktivierung von Eisen an einem Zyklotron z.B. ^{56}Co , ^{57}Co , ^{58}Co , ^{52}Mn je nach Wahl der Teilchen p, d, α und deren Anfangsenergie.

2261667

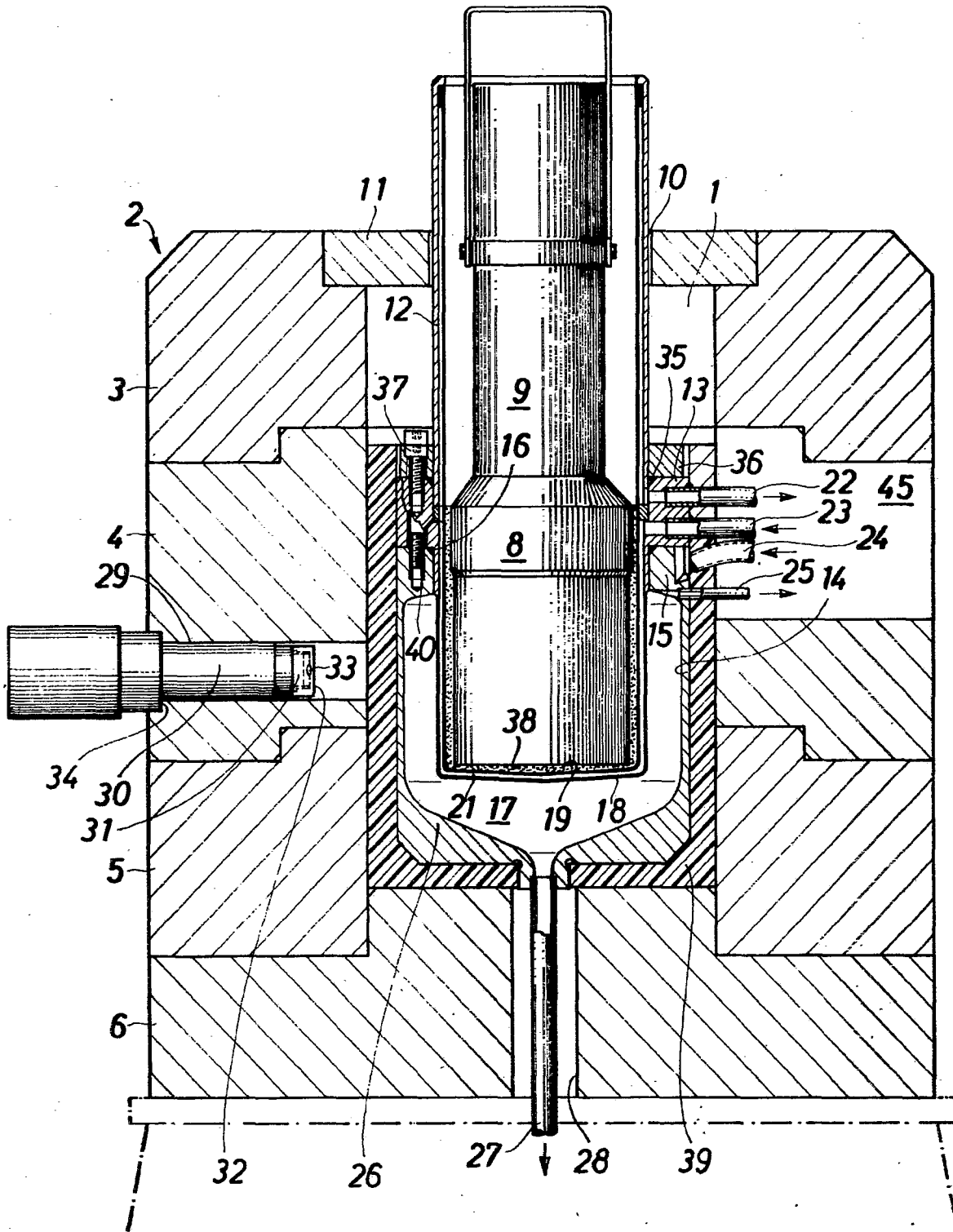
Patentansprüche:

1. Meßanlage für radioaktiv markierte Verschleißteilchen, die in Öl als Transportmittel geführt sind, das in einer Durchflußkammer an einem Strahlungsdetektor vorbeigeführt wird, wobei die Durchflußkammer den Strahlungsdetektor umgibt und selbst von einer allseitigen Abschirmung eingeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Öl in die Durchflußkammer (14, 15) durch einen Einlaß (24) in deren oberen Teil (15) tangential zu deren Umfang zuführbar ist, daß der Boden (26) der Durchflußkammer (14) trichterförmig ausgebildet ist und an seiner tiefsten Stelle einen Auslaß (27) aufweist, und daß in einer Ausnehmung (29) in der Abschirmung (2) eine Eichprobe (33) untergebracht ist.
2. Meßanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlungsdetektor (8) und der Multiplier (9) in einem doppelwandigen Gefäß (12) angeordnet sind, das einen Teil des Verschlußdeckels (13) der Durchflußkammer (14) bildet und in den Innenraum (17) der Durchflußkammer (14) ragt.
3. Meßanlage nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenraum (17) der Durchflußkammer (14) das Gefäß (12) umgibt.
4. Meßanlage nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß am oberen Teil (15) des Innenraumes (17) eine Entlüftungsleitung (25) angebracht ist.
5. Meßanlage nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß am Verschlußdeckel (13) Anschlußstutzen (22, 23) für Kühlmittel angeordnet sind, die mit dem Zwischenraum (21) des Gefäßes (12) verbunden sind.
6. Meßanlage nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung (29) eine Bohrung ist, deren Achse radial zum Strahlungsdetektor (8) verläuft und in einer Querschnittsebene des Strahlungsdetektors (8) liegt, und daß

die Bohrung (29) bis zum die Durchflußkammer (14) aufnehmenden Hohlraum (1) der Abschirmung (2) führt.

7. Meßanlage nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß in die Bohrung (29) ein stabförmiger Probenhalter (30) einführbar ist, an dessen Spitze ein Aufnahmeraum (31) für eine Eichprobe (33) angeordnet ist.
8. Meßanlage nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufnahmeraum (31) mittels eines Schraubdeckels (32) verschließbar ist.
9. Meßanlage nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Eichprobe (33) ein radioaktives Präparat ist.
10. Meßanlage nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschirmung (2) aus einzelnen, übereinanderschichtbaren Bleiringen (3 bis 6) besteht.

Fig. 1



409825/0189

Fig.2

