

(19)



österreichisches  
patentamt

(10)

AT 414 306 B 2006-12-15

(12)

## Patentschrift

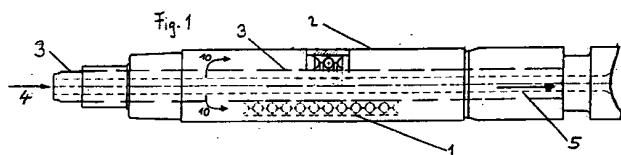
- (21) Anmeldenummer: A 1770/2002 (51) Int. Cl.<sup>7</sup>: E21B 4/00  
(22) Anmeldetag: 2002-11-26  
(42) Beginn der Patentdauer: 2006-04-15  
(45) Ausgabetag: 2006-12-15

(30) Priorität:  
19.12.2001 DE 10162473 beansprucht.

(73) Patentinhaber:  
FAG KUGELFISCHER GEORG  
SCHÄFER AG  
D-97421 SCHWEINFURT (DE).

### (54) WÄLZLAGER IN TIEFBOHREINRICHTUNG

- (57) Kugellagereinheit (1) für eine Lagerung einer Tiefbohrreinrichtung, bestehend aus Laufringen aus Stahl mit dazwischen angeordneten Kugeln, wobei in den Raum zwischen den Laufringen (6, 7) das verschmutzte Spülmedium (10) gelangt, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Laufringen (6, 7) abwechselnd Tragkugeln (8) aus Keramik und im Durchmesser (9a) kleinere Trennkugeln (9) aus Stahl angeordnet sind, um die Betriebsdauer der Kugellagereinheit deutlich zu erhöhen.



AT 414 306 B 2006-12-15

DVR 0078018

### *Gebiet der Erfindung*

Die Erfindung betrifft die Lagerung einer Hohlwelle zwischen Bohrkopf und Antriebsturbine in einer Tiefbohrreinrichtung.

5                   *Hintergrund der Erfindung*

In Tiefbohrvorrichtungen werden seit langem im Bohrloch angetriebene Bohrköpfe eingesetzt. Bei diesen angetriebenen Bohrköpfen wird über eine stehende Rohrleitung Spülflüssigkeit von außerhalb unter Druck in Richtung des Bohrkopfes gepumpt. Am Ende der Rohrleitung ist eine Turbine vorgesehen, die den Druck der Spülflüssigkeit in eine Drehbewegung umsetzt und so den Bohrkopf antreibt. Nachdem die Spülflüssigkeit die Turbine passiert hat, läuft sie über eine Hohlwelle zum Bohrkopf. Mit der Spülflüssigkeit wird der Bohrkopf geschmiert und gekühlt. Die außerhalb des Bohrkopfes zur Oberfläche zurückströmende Spülflüssigkeit führt das herausgebohrte Gestein mit sich zur Oberfläche. In die Wälzlager dringt aufgrund der rauen Umgebungsbedingungen immer wieder die Spülflüssigkeit mit Verunreinigungen ein, was zu einem zu schnellen Verschleiß der Wälzlager führt.

10                  In der DE 25 27 237 C3 wird die im Bohrkopf eingesetzte Wälzlagerung durch spezielle Dichtungen geschützt, um das Eindringen von Wasser zu verhindern. Das Wasser enthält trotz Filtern immer noch eine Vielzahl von Verunreinigungen. Das Problem dieser Dichtungen besteht darin, dass trotz der Dichtungen, das Wasser in die Wälzlagerung eindringen kann, und dann die Verunreinigungen im Wasser das Wälzlagerringe schädigen, so dass die Lebensdauer der Wälzlagerringe stark sinkt.

15                  25 Es sind auch Wälzlagerringe bekannt, bei denen vollkugelige Vierpunktrollen eingesetzt werden. Bei diesen Vierpunktrollen sind alle Wälzlagerringkomponenten aus einem verschleißfesten Wälzlagerringstahl (AISI S2) gefertigt. Trotz dieser verschleißfesten Materialien wäre eine längere Lebensdauer des Wälzlagerringes wünschenswert, da das Wechseln des Wälzlagerringes für den Betreiber der Tiefbohrreinrichtung sehr aufwendig ist.

### *Aufgabe der Erfindung*

20                  35 Es besteht also die Aufgabe ein Wälzlagerring in Tiefbohrreinrichtungen aufzuzeigen, das bei Betriebsbedingungen, bei denen das Spülwasser durch die Lagerung läuft eine möglichst große Lebensdauer aufweist.

### *Beschreibung der Erfindung*

40                  Die Lösung dieser Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruches 1 erreicht.

Der wesentliche Kern der Erfindung besteht darin, dass Tragkugeln aus Keramik eingesetzt werden, die von geringfügig kleineren Trennkugeln aus Stahl auf Abstand gehalten werden. Die Laufbahnen der Wälzlagerringe sind ebenfalls aus Stahl. Aufgrund dieser Konstruktion hat der tragende Wälzkörper aus Keramik im Wälzkontakt nur Berührung mit Flächen aus Stahl.

45                  50 Bei Verunreinigungen im Wälzlagerring sowie bei Mangelschmierung liegt ein direkter Materialkontakt beim Abwälzen vor. Dieser direkte Materialkontakt besteht in dieser besonderen Anordnung immer zwischen Keramik und Stahl. Überraschend hat sich gezeigt, dass bei Mangelschmierung der Verschleiß zwischen den Wälzpartnern (Stahl und Keramik) geringer ist, als bei den Wälzpaarungen im Stand der Technik (Stahl gegen Stahl).

55                  Der Effekt der Wälzpaarung Stahl und Keramik auf die Lebensdauer des Wälzlagerringes (z. B. Axiallagers) ist um so überraschender, da rechnerisch die Lebensdauer des erfinderischen Wälzlagerringes geringer ist als die eines vollkugeligen Axiallagers mit gleich großen Stahlkugeln im

Stand der Technik. Versuche haben gezeigt, dass der technische Nachteil der erfindungsgemäßen Lageranordnung durch den geringeren Verschleiß der Wälzpartner mehr als ausgeglichen wird. Die erfindungsgemäßen Wälzlager halten in Versuchen, mit praxisnahen Umgebungsbedingungen, deutlich länger als die herkömmlichen Lagerungen.

5 Es wurde durch die Versuche auch ein Vorurteil beseitigt, da bisher die Meinung vorherrschte, dass Keramikkugeln in einer verschmutzen Umgebung, in der auch harte Sandkörper auftreten, keine große Haltbarkeit haben. Die Versuche haben gezeigt, dass die Wälzkörper aus Keramik diese Umgebungsbedingung ohne nennenswerte Beschädigungen überstehen.

10 **Kurze Beschreibung der Zeichnungen**

Figur 1 zeigt einen Bohrkopf mit Lagerung

Figur 2 das Lagerpaket im Schnitt parallel zur Rotationsachse

15 Figur 3 den Ausschnitt eines Lagers in der Draufsicht

**Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen**

20 In der Figur 1 wird die Wälzlagereinheit der Antriebswelle des Bohrkopfes in Form einer Kugellagereinheit 1 dargestellt. Innerhalb der Wälzlagereinigung ist die Antriebswelle als Hohlwelle 3 angeordnet. Die Hohlwelle 3 wird über die Wälzlagereinigung (Lagereinheit) 1 im nicht rotierenden Gehäuse 2 abgestützt. Die Hohlwelle 3 überträgt das Antriebsmoment von der Antriebsturbine (nicht dargestellt) auf den Bohrkopf (nicht dargestellt). In der Hohlwelle 3 wird die Flüssigkeit weitergeleitet 4, mit der die Antriebsturbine betrieben wird. Vor der Wälzlagereinigung wird ein Teil dieser Flüssigkeit durch Öffnungen 10 in die Kugellagereinheit 1 geleitet, um die Wälzlagereinigung zu kühlen und zu schmieren. Mit der Flüssigkeit, die aus der Hohlwelle austritt 5, wird dann der Bohrkopf gekühlt und geschmiert. Da die Flüssigkeit immer etwas verunreinigt ist, gelangen konstant Verunreinigungen in die Kugellagereinheit 1.

30 In der Figur 2 ist die Kugellagereinheit 1, die die Hohlwelle gegenüber dem Gehäuse lagert, dargestellt. In diesem Einsatzfall werden mehrere vollkugelige radial, axial Kugellager (4-Punktlager) parallel zueinander in einer Lagereinheit 1 eingesetzt. Ein 4-Punktlager setzt sich aus zwei äußeren Laufringen 6 und zwei inneren Laufringen 7 zusammen. Zwischen den Laufringen folgt einer tragenden Keramikkugel 8 eine etwas kleinere Trennkugel 9. In der Figur 3 ist 35 die Anordnung der Kugeln 8, 9 in der Draufsicht dargestellt. In jedem einzelnen Lager dieser Kugellagereinheit 1 sind tragende Keramikkugeln 8 und trennende Stahlkugeln 9 eingesetzt. Die Laufringe 6, 7 aus Stahl oder die trennenden Stahlkugeln 9 können aus Wälzlagерstahl, aus rostfreien Wälzlagertählen oder verschleißfesten Stählen gefertigt werden. Eine bevorzugte Ausführungsform ist dabei der Stahl AISI S2.

40 In der Figur 3 ist eine Kugelreihe der Kugellagereinheit 1 in der Draufsicht dargestellt. Die tragenden Keramikkugeln 8 und die geringfügig kleineren Stahlkugeln 9 sind gezeigt. Es wird aus dieser Darstellung deutlich, dass die Keramikkugeln 8 als Wälzpartner nur Stahlteile (Stahlkugeln 9 oder die Laufringe 6, 7) haben. Die im Durchmesser 9a kleineren Stahlkugeln, müssen soviel kleiner gewählt werden, dass bei einer Maximalbelastung des Wälzlers diese trennenden Stahlkugeln 9 nicht zu tragenden Kugeln werden. Die Keramikkugeln 8 können aus Vollkeramik oder aus einem Trägermaterial, das mit Keramik beschichtet ist, bestehen. Das Keramikmaterial kann z. B. aus Siliziumnitrid oder Zirkoniumoxyd bestehen.

50 **Bezugszeichenliste**

1 Kugellagereinheit

2 Gehäuse

3 Hohlwelle

55 4 Flußrichtung der Spülflüssigkeit

- 5 Austritt der Spülflüssigkeit  
6 äußere Laufringe  
7 innere Laufringe  
8 tragende Keramikkugeln  
5 9 trennende Stahlkugeln  
8a Durchmesser der tragenden Keramikkugel  
9a Durchmesser der trennenden Stahlkugel  
10 Eintritt der Spülflüssigkeit in das Wälzlagert

10

### Patentansprüche:

1. Kugellagereinheit (1) für eine Lagerung einer Tiefbohrreinrichtung, bestehend aus Laufringen aus Stahl mit dazwischen angeordneten Kugeln, wobei in den Raum zwischen den Laufringen (6, 7) das verschmutzte Spülmedium (10) gelangt, *dadurch gekennzeichnet*, dass zwischen den Laufringen (6, 7) abwechselnd Tragkugeln (8) aus Keramik und im Durchmesser (9a) kleinere Trennkugeln (9) aus Stahl angeordnet sind.
2. Kugellagereinheit (1) nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Stahl der Laufringe aus dem Material AISI S2 (1.2890 B) besteht.
3. Kugellagereinheit (1) nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Durchmesser (9a) der kleineren Trennkugeln (9) aus Stahl nur so viel kleiner ist als der Durchmesser (8a) der tragenden Keramikkugeln (8), dass die Trennkugel (9) bei einer Maximalbelastung des Kugellagers (1) nicht zu tragenden Kugeln werden, d. h. keine Lagerlast aufnehmen.

### Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

30

35

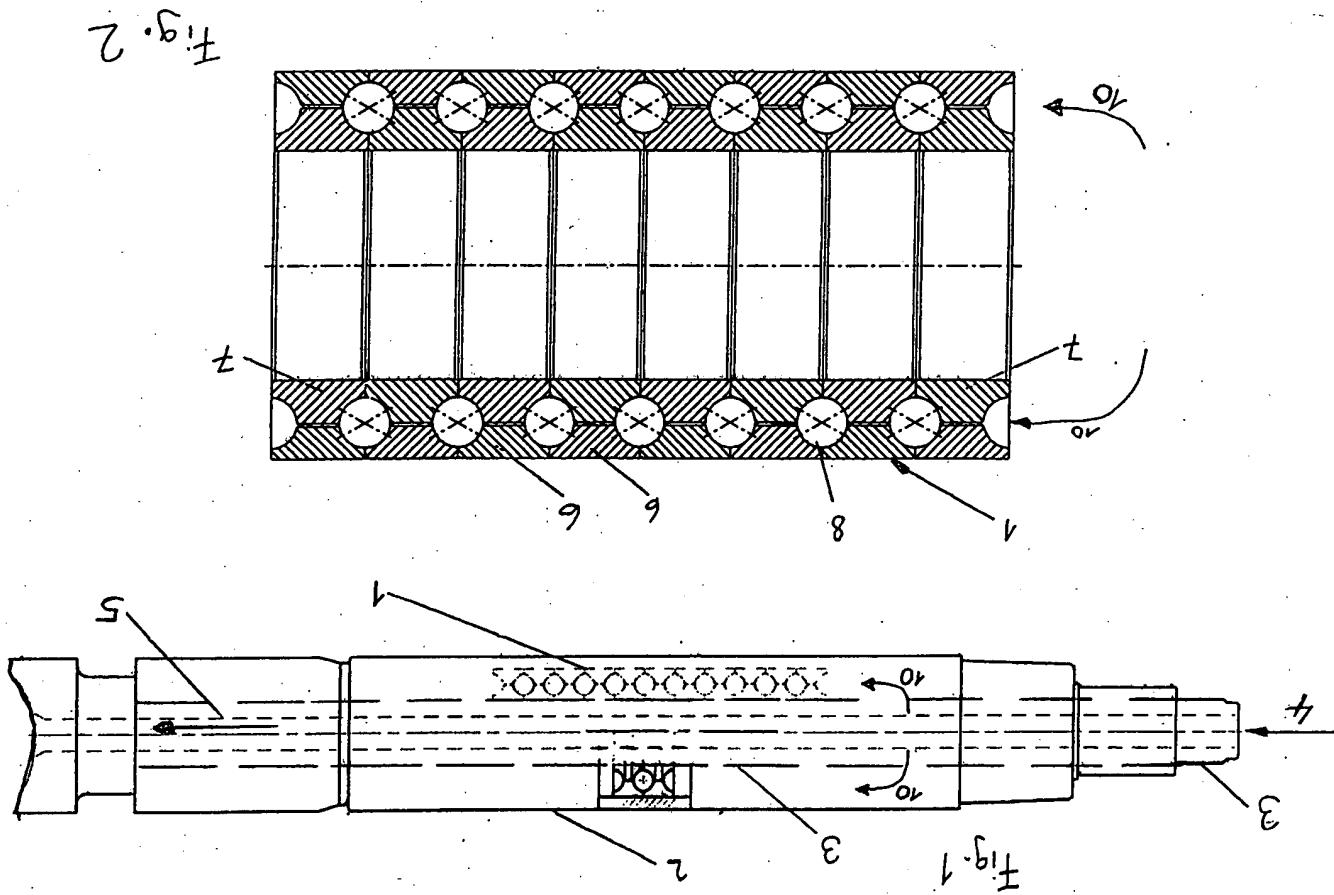
40

45

50

55

Int. Cl.<sup>7</sup>: E21B 4/00



AT 414 306 B 2006-12-15

