



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTCHRIFT

(19) **DD** (11) **220 091 A1**

4(51) E 21 B 44/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP E 21 B / 257 993 3

(22) 15.12.83

(44) 20.03.85

(71) siehe (72)

(72) Grober, Klaus-Peter, Dr.-Ing., 9400 Aue, Helmut-Just-Straße 3; Goutier, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Baldauf, Dieter, Dipl.-Ing., DD

(54) **Automatische Steuereinheit zur Durchführung eines Bohrvorganges**

(57) Die automatische Steuereinheit zur Durchführung eines Bohrvorganges bezieht sich auf das Gebiet des Bergbaues. Das Ziel, den Bohrprozeß ökonomischer zu gestalten, soll aufgabengemäß durch Beeinflussung des Bohr- und Vorschubantriebes, entsprechend der vorgegebenen Sollwerte, erreicht werden. Vorschlagsgemäß dient die Andruckkraft bzw. Bohrgeschwindigkeit als Führungsgröße zur Steuerung des Bohrvorganges. Überschreitet das Drehmoment am Bohrgestänge den zulässigen Wert, so wird das Drehmoment Führungsgröße. Zweckmäßig kommt die Erfindung bei Großlochbohrmaschinen zur Anwendung.



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 220 091 A1

4(51) E 21 B 44/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP E 21 B / 257 993 3

(22) 15.12.83

(44) 20.03.85

(71) siehe (72)

(72) Grober, Klaus-Peter, Dr.-Ing., 9400 Aue, Helmut-Just-Straße 3; Goutier, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Baldauf, Dieter, Dipl.-Ing., DD

(54) Automatische Steuereinheit zur Durchführung eines Bohrvorganges

(57) Die automatische Steuereinheit zur Durchführung eines Bohrvorganges bezieht sich auf das Gebiet des Bergbaues. Das Ziel, den Bohrprozeß ökonomischer zu gestalten, soll aufgabengemäß durch Beeinflussung des Bohr- und Vorschubantriebes, entsprechend der vorgegebenen Sollwerte, erreicht werden. Vorschlagsgemäß dient die Andruckkraft bzw. Bohrgeschwindigkeit als Führungsgröße zur Steuerung des Bohrvorganges. Überschreitet das Drehmoment am Bohrgestänge den zulässigen Wert, so wird das Drehmoment Führungsgröße. Zweckmäßig kommt die Erfindung bei Großlochbohrmaschinen zur Anwendung.

ISSN 0433-6461

11 Seiten

Zur PS Nr. *220.091*.....

ist eine Zeitschrift erschienen.

(Teilweise bestätigt gem. § 18 Abs. 1 d. Änd.Ges. z. Pat.Ges.)

Titel der Erfindung

Automatische Steuereinheit zur Durchführung eines Bohrvorganges

Anwendungsgebiet der Erfindung

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet des Bergbaues. Zweckmäßig kommt die Erfindung bei Großlochbohrmaschinen zur Anwendung. Darunter sollen solche Bohrmaschinen verstanden sein, bei denen das Ende einer Bohrstange mit dem Bohrantrieb während des Bohrens fest verbunden ist, wobei der Antrieb
10 vornehmlich hydraulisch erfolgt.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

- In der Bohrtechnik für Erd- und Gesteinsbohrungen sind eine Vielzahl von Lösungen bekannt, welche die Erfassung von Meßdaten und deren Übertragung zum Inhalt haben. So sind z. B.
15 in den DE-OS 2 433 492, 2 536 054 u. a. Lösungen bekannt gemacht, wie die Erfassung und Übertragung der Meßwerte aus dem Bohrloch durchgeführt werden kann. Eine Rückkopplung in Form einer Steuerung und Regelung auf den Bohrprozeß lassen diese Lösungen nicht zu.
20 Die DE-OS 2 129 356, 2 135 726 bieten Lösungen zur Erfassung und Übertragung von Meßwerten aus der Bohrlochsohle zum Zwecke der Steuerung und Regelung des Bohrprozesses an. Zur Übertragung der Meßwerte wird die Bohrflüssigkeit genutzt. Im genannten Anwendungsgebiet der Erfindung läßt sich die Bohrflüssigkeit als Datenträger nicht nutzen. Auch darüber hinaus sind
25 Lösungen dieser Art verwertbare Hinweise nicht zu entnehmen. Der DE-OS 2 351 364 ist eine Lösung zur selbsttätigen Optimierung des Bohrfortschrittes für Turbinenbohrverfahren zu

entnehmen. Der Vorschlag ist gebunden an den Einsatz von Elektromotoren als Antriebsorgan. Elektrohydraulische Bohrantriebe besitzen andere Kennlinien und lassen sich deswegen vorschlagsgemäß nicht regeln.

In der DE-OS 2 252 438 ist eine selbsttätige Alarm- und Stillsetzvorrichtung beschrieben. Bei zu schnellem Eindringen des Bohrmeißels in das Gestein dient ein Signal als Anlaß zur Stillsetzung der Bohrmaschine. Es werden mit diesem Vorschlag nur bestimmte Gefahrenmomente, z. B. Bohreinbrüche während des Bohrens, erfaßt und zur Auslösung für die Stillsetzung des Bohrvorganges genutzt.

Die DD-WP 37 396 beschreibt eine Nachlaßvorrichtung für Tiefbohranlagen mit automatischer Regelung. Als Antriebsmotor dient ein fremderregter Gleichstromnebenschlußmotor mit elektronischem Antriebsregler. Das Drehmoment des Antriebsmotors wird über dessen Stromaufnahme bestimmt. Diese Messung im Elektromotor als Eingangsgröße für eine exakte Regelung, wie sie der Bohrprozeß verlangt, ist zu ungenau.

Aus der Literatur ist desweiteren das Verfahren der Sigma-V-Regelung zur Führung des Bohrvorganges in der Rotary-Bohrtechnik bekannt. Mittels eines Mikrorechners erfolgt die Steuerung der Nachlaßwinde, um vor allem Brüche des Bohrgestänges bei solchen Bohrmaschinen zu vermeiden, deren Maschinenleistung über der zulässigen Belastung des Bohrgestänges liegt. Der Nachteil dieser Lösung besteht in dem hohen technisch-ökonomischen Aufwand zur Bildung des Sigma-V-Soll-/ Istwertvergleiches mittels Mikrorechner und darin, daß diese nur eine Grenzwertregelung darstellt. Für den in Anwendungsgebiet genannten Einsatz der Erfindung ist deshalb dies nicht möglich und zweckmäßig.

Zum Stand der Technik der direkten Meßverfahren der Bohrparameter, wie Andruckkraft und Drehmoment, ist zu sagen, daß diese sehr aufwendig, im praktischen Betrieb häufig störanfällig und über ein Versuchsstadium kaum hinausgekommen sind.

Eine komplexe Lösung für die automatische Fahrweise von Bohrmaschinen der genannten Art ist nicht bekannt geworden.

65 Ziel der Erfindung

Die Erfindung hat zum Ziel, durch Senkung der Stillstandszeiten, Steigerung der Arbeitsproduktivität und Erhöhung der Werkzeug- und Maschinenstandzeiten als Folge einer automatischen Regelung von Bohrmaschinen der genannten Art, den Bohrprozeß

70 ökonomischer zu gestalten.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die erfaßten Parameter des Bohrvorganges, insbesondere die Andruckkraft, die Bohrgeschwindigkeit, die Bohrdrehzahl und das Drehmoment im Bohrgestänge, in einer Steuereinheit so zu verarbeiten, daß die automatische Steuerung des Bohrvorganges durch Beeinflussung des Bohr- und Vorschubantriebes entsprechend der eingestellten Sollwerte sowie eine handgesteuerte Fahrweise möglich ist.

80 Zur Realisierung dieser Aufgabenstellung erfassen Sensoren die Bohrparameter in bekannter Weise. Der hydraulische Bohr- bzw. Vorschubantrieb ist jeweils in einen Regelkreis eingebunden, welcher der Drehzahl- bzw. Andruckregelung dient. Die Sollwerte der Drehzahl und der Andruckkraft werden aus der Kenntnis der vorliegenden lithologischen Bedingungen vorgegeben.

85 Vorschlagsgemäß dient als Führungsgröße für den automatischen Bohrvorgang die Andruckkraft bzw. Bohrgeschwindigkeit. Bei Überschreiten eines zulässigen Drehmomentes im Bohrgestänge wird das Drehmoment so lange zur Führungsgröße, bis sich durch Veränderung der Andruckkraft bzw. Bohrgeschwindigkeit und/oder der Drehzahl des Bohrgestänges das zulässige Drehmoment einstellt. Schaltungsmäßig liegt der Differenzdruck des Volumenstromes und das Fördervolumen des Vorschubantriebes als Eingangsgröße an einer zugehörigen Regeleinheit an, deren Ausgangsgröße auf ein, dem Vorschubantrieb zugeordnetes Servoventil wirkt. Vom Bohrantrieb ist die Drehzahl des Hydraulikmotors und dessen Fördervolumen als Eingangsgröße auf eine zugehörige Regeleinheit geschaltet, deren Ausgangsgröße ein Servoventil für diesen Antrieb beeinflusst. Das am Bohrgestänge anstehende Drehmoment ist äquivalent dem Druck des Volumenstromes im Bohrantrieb und liegt als diese Größe an einer Regeleinheit an, deren Ausgang auf die Regeleinheit des Vorschubantriebes geschaltet ist und diese bei unzulässigem Drehmoment beeinflusst.

95

100

In der Regeleinheit für den Vorschubantrieb gelangen die Signale des Differenzdruckes über Gleichstrommeßbrücken zu einem Summierglied, auf welches gleichfalls ein Kompensationswertgeber geschaltet ist. Das Signal des Fördervolumens gelangt über eine Trägerfrequenzmeßbrücke zu einem Umschalter, an welchem auch der Ausgang des Summiergliedes anliegt. Die Ausgänge des Umschalters und eines Sollwertgebers sind mit dem Ausgang der Regeleinheit für das Drehmoment auf einen Regler geschaltet, dessen Ausgang dem Servoventil für die Servopumpe des Vorschubantriebes zugeht. Der Ausgang des Summiergliedes liegt noch an einem Nullspannungskomparator mit anschließender Meldeleuchte und einem Analog-Digital-Wandler mit nachfolgender Digitalanzeige an.

In der Regeleinheit für den Bohrantrieb liegt das Signal der Drehzahl an einem Frequenz-Analog-Wandler an und gelangt von diesem auf einen Umschalter, an dem gleichfalls das Signal des Fördervolumens über eine Trägerfrequenzmeßbrücke ankommt. Der Ausgang des Umschalters und ein Sollwertgeber sind auf einen Regler geschaltet, dessen Ausgang auf das Servoventil für die Servopumpe des Bohrantriebes gelegt ist. Das Signal der Drehzahl geht noch einem Zähler zu. In der Regeleinheit für das Drehmoment wirkt das diesem äquivalente Signal auf eine Gleichstrommeßbrücke zu einem Extremwertregler und von diesem auf den Regler in der Regeleinheit für den Vorschubantrieb. Der Ausgang der Gleichstrommeßbrücke liegt noch an einem Analog-Digital-Wandler mit Digitalanzeige an.

Die von Sensoren erfaßten Parameter des Vorschub- und Bohrantriebes werden in den zugehörigen Regeleinheiten elektrisch verarbeitet und danach Servoventilen zugeleitet, die als Stellglieder in dem jeweiligen Regelkreis die Stellung der Schiefscheibe der Servopumpe verändern. Die zwei verketteten Regelkreise realisieren die Andruck- und Drehzahlregelung, wobei die Sollwerte von Hand eingegeben werden. Bei Überschreiten des zulässigen Drehmomentes am Bohrgestänge beeinflußt die dafür vorgesehene Regeleinheit den Ausgang der Regeleinheit für den Vorschubantrieb so lange, bis sich das Drehmoment in dem zulässigen Bereich befindet.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung ist der Baugliedplan für die Steuerung einer Großlochbohrmaschine dargestellt.

Der praktische Betrieb der Großlochbohrmaschine erfordert verschiedenartige Bedien- und Arbeitsweisen. So muß z. B. beim Gestängewechsel der Bohr- und Vorschubantrieb von Hand gefahren werden. Das Fahren in beiden Drehrichtungen ist erforderlich und beim Abdrehen der Bohrstange muß im Bohrantrieb ein steiler Druckanstieg, d. h. ein hohes Drehmoment realisiert werden können. Beim Bohrbetrieb hingegen sollte durch automatische Steuerung der Antriebe die Drehzahl des Bohrgestänges und der Andruck in beiden Richtungen konstant bleiben. Diesen Gegebenheiten trägt die vorgeschlagene Steuerung Rechnung.

Die Großlochbohrmaschine verfügt über einen Bohrantrieb A1 mit dem Hydraulikmotor M11 und der Servopumpe P11. Der Vorschubantrieb A2 der Großlochbohrmaschine besteht aus dem Hydraulikmotor M21 und der Servopumpe P21. Beide Antriebe A1 und A2 haben als gemeinsamen Antrieb einen Drehstrommotor MO1.

Auf den Bohrantrieb A1 wirkt die Regeleinheit RE1. Dabei bewirkt der Regler E10 über das elektrohydraulische Servoventil Y10 eine, entsprechend am Sollwertgeber S11 eingestellten Sollwert, proportionale Verstellung der Schiefscheibe der Servopumpe P11. Im Handbetrieb, dies entspricht der Stellung "1" des Umschalter S10, wird die über dem induktiven Wegaufnehmer B12 und die Trägerfrequenzmeßbrücke A12 erfaßte Schiefscheibenstellung als Istwert dem Regler E10 zugeführt. Im Automatikbetrieb, der Umschalter S10 ist auf die Stellung "2" gelegt, werden die über die Impulsgeber B13 und B14 gewonnenen und von dem Drehrichtungsdiskriminator A13 ausgewerteten Impulse mit dem Frequenz-Analog-Wandler A14 in ein Analogsignal umgewandelt und als Istwert dem Regler E10 aufgeschaltet. Parallel dazu gehen diese Impulse dem Zähler mit Speicherverhalten A16 zu und werden angezeigt, wobei die Impulszahl pro Zeiteinheit der Drehzahl des Bohrgestänges entspricht und somit eine Drehzahlanzeige realisiert ist.

Auf den Vorschubantrieb A2 wirkt die Regeleinheit RE2. Der Regler E20 bewirkt dabei über das elektrohydraulische Servo-

180 ventil Y20 eine, entsprechend am Sollwertgeber S21 eingestellten Sollwert, proportionale Verstellung der Schiefscheibe der Servopumpe P21. Im Handbetrieb, der Umschalter S20 liegt auf der Stellung "1" wird die über den induktiven Wegaufnehmer B23 und die Trägerfrequenzmeßbrücke A23 erfaßte Schiefscheiben-
 185 stellung der Servopumpe P21 als Istwert dem Regler E20 zugeführt. Im Automatikbetrieb, der Umschalter S20 liegt auf der Stellung "2", erfolgt die Bildung des Istwertes durch Summierung der als Signal vorliegenden Vorschubkraft und einer Kompensationsgröße, die der Masse der mit dem Bohrgestänge verbundenen Totlasten proportional ist. Die Vorschubkraft erfassen die Druckgeber B21 und B22 und die nachgeschalteten Gleichstrommeßbrücken A21 und A22. Das Ergebnis gelangt als elektrisches Signal ebenso wie die über den Kompensationswertgeber S22 bereitgestellte Kompensationsgröße auf die Eingänge des Summiergliedes A20. Die Kompensation der Masse des Bohrgestänges
 195 sowie der Totlasten erfolgt, indem im Handbetrieb der Bohrkopf von der Bohrlochsohle freigefahren und der Kompensationswertgeber S22 so lange verstellt wird, bis die Kompensationsgröße der von dem Vorschubantrieb A2 erzeugten Vorschubkraft entspricht. Dieser Zustand wird über den dem Ausgang des Summiergliedes A20 nachgeschalteten Nullspannungskomperator A24 erkannt und durch die Meldeleuchte H20 angezeigt. Über den parallel geschalteten Analog-Digital-Wandler A25 kommt die am Bohrkopf tatsächlich wirkende Andruckkraft an der Digitalanzeige A26 zur Anzeige. Nach dem Masseabgleich ist durch Umschaltung des Umschalters S20 der Automatikbetrieb möglich.
 200 Die Gleichstrommeßbrücken A21 und A22 sind so geschaltet, daß entsprechend der durch die Druckgeber B21, B22 gemessenen Werte eine elektrische Differenzbildung erfolgt, was der entsprechenden Bewegungsrichtung des Bohrgestänges entspricht. Beim drückenden Bohren wird der resultierende Istwert am Regler E20 durch Summierung der Kompensationsgröße verkleinert, so daß der Vorschubantrieb A2 bei gleichem Sollwert eine größere Vorschubkraft erzeugt. Beim ziehenden Bohren wird
 205 der Istwert des Reglers E20 vergrößert, so daß bei größerer Masse des Bohrgestänges und gleichem Sollwert vom Vorschubantrieb A2 geringere Vorschubkräfte erzeugt werden müssen. Das Drehmoment am Bohrgestänge erfaßt indirekt der Druckge-

ber B11 durch Messung des Hydraulikdruckes im Bohrantrieb A1.
220 Das gewonnene Signal wird auf die Regeleinheit RE3 geschaltet
und daselbst durch die Gleichstrommeßbrücke A11 aufbereitet.
Der Ausgang der Gleichstrommeßbrücke A11 liegt einerseits an
dem Grenzwertregler E12 und andererseits an dem Analog-Digital-
Wandler A15 an. Letzterer dient der Anzeige des Drehmomentes
225 durch die Digitalanzeige A17. Der Grenzwertregler E12 ist in
seiner Funktion so beschaltet, daß bei Überschreiten des zuläs-
sigen Drehmomentes ein Signal an den Regler E20 der Regelein-
heit RE2 erfolgt. Dieses Signal beeinflusst die Funktion des
Reglers E20 so lange, bis sich durch Verringerung der Vorschub-
230 kraft im Vorschubantrieb A2 ein Drehmoment unterhalb der zuläs-
sigen Größe einstellt.

Zur Kontrolle der Bohrgeschwindigkeit der Großlochbohrmaschine
werden über die Impulsgeber B24, B25 Drehzahlimpulse vom Vor-
schubantrieb A2 abgegriffen, über den Richtungsdiskriminator
235 A27 aufbereitet, pro Zeiteinheit gezählt und in der Digitalan-
zeige A28 angezeigt. Außerdem werden die wichtigsten Bohrpara-
meter, wie Drehzahl des Bohrgestänges, dessen Drehmoment und
Andruckkraft, welche als Analogsignale REG1, REG2, REG3 in den
zugehörigen Regeleinheiten RE1, RE2, RE3 vorliegen, mit einem
240 Schreiber registriert. Somit ist die Möglichkeit gegeben, den
Bohrprozeß zu dokumentieren. Desweiteren werden die beiden ver-
ketteten Regelkreise des Bohrantriebes A1 und des Vorschuban-
triebes A2 durch eine übergeordnete Steuerung, die in der Zeich-
nung nicht dargestellt ist, überwacht. Zu diesem Zweck werden
245 mittels Sensoren der Fülldruck und der Zustand der Filter im
Bohrantrieb A1 und Vorschubantrieb A2, die Öltemperatur und der
Ölstand im Behälter der Haupt- und Hilfshydraulik, die Schwin-
gungsparameter der Großlochbohrmaschine und die Endlagen des
Vorschubantriebes A2 überwacht. Die entsprechenden Signale wer-
250 den in einem Störungsspeicher verarbeitet, zur Störungsmeldung
genutzt, und führen im Falle einer Gefahr zur Abschaltung der
Antriebe.

Erfindungsansprüche

1. Automatische Steuereinheit zur Durchführung eines Bohrvorganges, wobei Sensoren die Bohrparameter erfassen, der Bohr- und Vorschubantrieb hydraulisch erfolgt, Regelkreise für die
5 Drehzahl- und Andruckregelung bestehen und die Vorgabe einer Drehzahl erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß als Führungsgröße für den Bohrvorgang die Andruckkraft bzw. die Bohrgeschwindigkeit vorgesehen ist und bei Überschreiten des zulässigen Drehmomentes dieses die Führungsgröße darstellt, bis
10 sich durch Veränderung der Andruckkraft bzw. der Bohrgeschwindigkeit und/oder der Drehzahl das zulässige Drehmoment einstellt, indem vom Vorschubantrieb (A2) der Differenzdruck des Volumenstromes und das Fördervolumen als Eingangsgrößen auf eine Regeleinheit (RE2) geschaltet sind, deren Ausgangsgröße
15 auf ein Servoventil (Y20) wirkt, welches auf den Vorschubantrieb (A2) regelnd eingreift, desweiteren vom Bohrantrieb (A1) die Drehzahl des Hydraulikmotors (M11) und das Fördervolumen als Eingangsgrößen auf eine Regeleinheit (RE1) geschaltet sind, deren Ausgangsgröße auf ein Servoventil (Y10) wirkt, welches
20 auf den Bohrantrieb (A1) regelnd eingreift und letztlich das anstehende Drehmoment indirekt als Größe des Druckes des Volumenstromes des Bohrantriebes (A1) als Eingangsgröße auf eine Regeleinheit (RE3) geschaltet ist, deren Ausgangsgröße auf die Regeleinheit (RE2) geschaltet ist und bei Überschreiten des
25 zulässigen Drehmomentes deren Ausgangsgröße beeinflußt.
2. Automatische Steuereinheit nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Regeleinheit (RE2) die vom induktiven Wegaufnehmer (B23) erfaßte Schiefscheibenstellung der Servopumpe (P21) über die Trägerfrequenzmeßbrücke (A23) und den Umschalter (S20)
30 am Regler (E20) anliegt, ferner, daß die von den Druckgebern (B21, B22) erfaßten Drücke des Volumenstromes des Vorschuban-

triebes (A2) über die Gleichstrommeßbrücken (A21; A22) auf die Eingänge des Summiergliedes (A20) geschaltet sind, ebenso wie der Kompensationswertgeber (S22) und die Ausgangsgröße
35 des Summiergliedes (A20) gleichfalls an dem Umschalter (S20) anliegt, wobei das Summierglied (A20) auf den Nullspannungskomperator (A24) und die Digitalanzeige (A26) wirkt und schließlich an den Eingängen des Reglers (E20) ein Sollwertgeber (S21) und der Ausgang der Regeleinheit (RE3) anstehen.

40 3. Automatische Steuereinheit nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Regeleinheit (RE1) die vom Wegaufnehmer (B12) erfaßte Schiefscheibenstellung der Servopumpe (P11) über eine Trägerfrequenzmeßbrücke (A12) und den Umschalter (S10) am Regler (E10) anliegt, daß von Impulsgebern (B13; B14) über
45 Drehrichtungsdiskriminator (A13) und Frequenz-Analog-Wandler (A14) der Impuls für die Drehzahl des Hydraulikmotors (M11) auf den Umschalter (S10) erfolgt, wobei dieser nach der Drehrichtungsdiskriminator (A13) gleichfalls auf einen Zähler (A16) wirkt und daß ferner ein Sollwertgeber (S11) auf
50 den Eingang des Reglers (E10) geschaltet ist.

4. Automatische Steuereinheit nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Regeleinheit (RE3) der von einem Druckgeber (B11) erfaßte Druck des Volumenstromes des Bohrantriebes (A1) als elektrisches Signal über eine Gleichstrommeßbrücke (A11) an einem Grenzwertgeber (E12) anliegt und nach
55 der Gleichstrommeßbrücke (A11) auf Analog-Digital-Wandler (A15) wirkt.

Hierzu 1 Blatt Zeichnung

