



(12) PATENT

(19) NO

(11) 336944

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

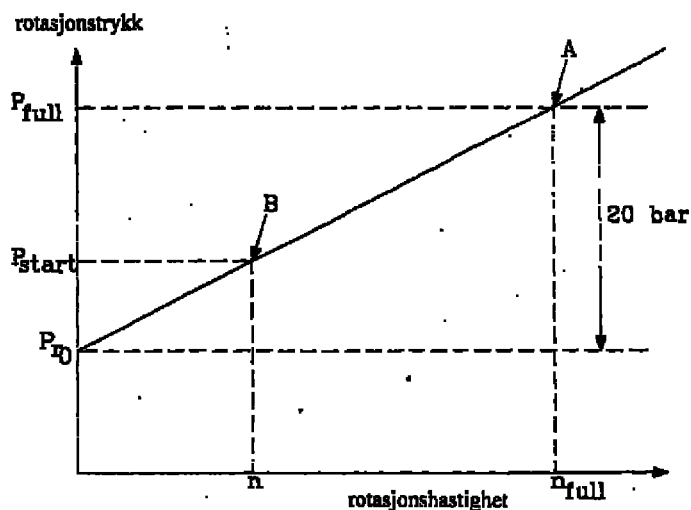
E21B 44/04 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20073545	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2005.11.29 PCT/SE2005/01790
(22)	Inng.dag	2007.07.09	(85)	Videreføringsdag	2007.07.09
(24)	Løpedag	2005.11.29	(30)	Prioritet	2004.12.10, SE, 0403009
(41)	Alm.tilgj	2007.09.06			
(45)	Meddelt	2015.11.30			
(73)	Innehaver	Atlas Copco Rock Drills AB, SE-70191 ÖREBRO, Sverige			
(72)	Oppfinner	Maria Pettersson, Bitinge 720, SE-71592 STORA MELLOSA, Sverige			
(74)	Fullmektig	Tandbergs Patentkontor AS, Postboks 1570 Vika, 0118 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Anordning og fremgangsmåte for styring av boreparametere			
(56)	Anførte publikasjoner	US 6419031 B1 EP 0112810 A2 US 4685329 A			
(57)	Sammendrag				

Oppfinnelsen angår en fremgangsmåte og en anordning for å regulere boreparametere under fjellboring. Anordningen er anordnet slik at et boreverktøy kan koples til en boremaskin ved hjelp av en eller flere borestrengkomponenter, idet anordningen omfatter en anordning for å dreie boreverktøyet under fjellboring og for å tilveiebringe et strammemoment for stramming av skjøter mellom en eller flere fra gruppen: boreverktøy, en eller flere borestrengkomponenter og en boremaskin. Anordningen er anordnet for å regulere rotasjonshastigheten av boreverktøyet basert på tilgjengelig strammemoment.



Oppfinnelsen angår en anordning og en fremgangsmåte for å regulere boreparametere under fjellboring.

Et boreverktøy tilkople en boremaskin ved hjelp av en eller flere borestrengkomponenter blir ofte brukt ved fjellboring. Boring kan utføres på flere måter, for eksempel ved rotasjonsboring hvor boreverktøyet blir skjøvet mot fjellet ved å bruke høyt trykk og deretter knuse fjellet ved å bruke hardmetallelementer, for eksempel fremstilt av wolfram karbid. En annen måte å utføre fjellboring på er å bruke lagboremaskiner hvor borestrengen er forsynt med en borestålaksel ved hvilken et stempel støter for å overføre støtpulser til boreverktøyet gjennom borestrengen og deretter videre mot fjellet. Slagboring blir kombinert med en dreining av borestrengen for å oppnå en boring og boreelementene av borkronen slår mot nytt fjell ved hvert støt (for eksempel ikke slår et hull generert av tidligere støt), noe som øker boreeffektiviteten.

Et problem i forbindelse med rotasjonsboring er at borkronen i enkelte tilfeller (borkroneelementene av borkronen) kan "sette seg fast" i fjellet hvorved dreiningen av borkronen stopper samtidig som borestrengen fortsetter å dreie på grunn av system inertia. Dette fører til en torosjonsoscillering i borestrengen som i sin tur blir årsaken til en løsning (frigjøring) av kraften som forsøker å løsne (frigjøre) skjøtene av boreverktøyet og/eller borestrengen og/eller boremaskinen ettersom disse skjøtene vanligvis består av gjengede forbindelser som kan gjenges opp av løsningskraften. Denne løsningen av skjøtene forårsaker skadelig varmegenerering og ødelegger gjengene.

Det er et formål med oppfinnelsen er å tilveiebringe en anordning for å regulere boreparametere som løser ovennevnte problem.

Et annet formål med oppfinnelsen er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å regulere boreparametere som løser ovennevnte problem.

Disse andre formål oppnås ifølge oppfinnelsen ved en anordning for å regulere boreparametere som definert i krav 1 og ved hjelp av en fremgangsmåte som definert i krav 6.

Ifølge oppfinnelsen oppnås ovennevnte formål ved en anordning for å regulere boreparametere under fjellboring hvor anordningene er anordnet slik at et boreverktøy kan koples til en boremaskin av en eller flere borestrengkomponenter. Anordningen omfatter anordninger som for eksempel en rotasjonsmotor for å dreie boreverktøyet under boring og tilveiebringe et strammemoment for å stramme til skjøtene mellom en eller flere fra gruppen:

Boreverktøyet, en eller flere borestrengkomponenter og en boremaskin. Anordningen er anordnet for å regulere rotasjonshastigheten av boreverktøyet basert på tilgjengelig stramme momenter.

Dette har den fordel at når strammemomentet som kreves for å holde skjøtene sammen, er avhengig av rotasjonshastigheten, idet rotasjonshastigheten av

borestrengen kan senkes slik at det tilgjengelig strammemoment også blir et tilstrekkelig strammemoment for å holde skjøtene sammen.

Videre har dette den fordel at oppfinnelsen lett kan tilpasses såkalt oppstartsboring eller kraging. Siden det brukes bare en redusert matekraft under oppstartsboring, vil dette også påvirke den tilgjengelige strammemoment siden dette er
5 avhengig av matekraften. Vanligvis blir det innstilt en rotasjonshastighet som blir justert til slagtrykket under full boring og som i sin tur vanligvis blir brukt sammen med matetrykket som blir brukt under full boring. Denne rotasjonshastighet vil således være basert på et bestemt tilgjengelig strammemoment som er betydelig større enn
10 under oppstartsboring og som øker risikoen for at det kan oppstå et løsende moment ifølge ovennevnte, hvorved skader på borestrengen kan oppstå. Ved å bruke oppfinnelsen kan rotasjonshastigheten på en annen side senkes og justeres til et tilgjengelig strømmemoment som således bidrar til å unngå løsning og skader på grunn av dette.

15 Det tilgjengelige rotasjonsmoment kan oppnås som en funksjon av rotasjonstrykket. Dette har den fordel at det tilgjengelige strammemoment kan oppnås på en enkel måte. Anordningen kan videre omfatte en mateanordning for å trykke boreverktøyet mot en overflate, idet anordningen videre kan være anordnet for å øke/minske tilgjengelig strammemoment ved å øke/minske matetrykket.

20 Anordningen kan videre være anordnet for å oppnå rotasjonstrykket kontinuerlig og/eller ved enkelte intervaller ved å avføle, overvåke, måle eller beregne og sammenligne det oppnådde rotasjonstrykk med rotasjonstrykket som kreves ved den gjeldende rotasjonshastighet av boreverktøyet og senke rotasjonshastigheten av boreverktøyet hvis det gjeldende trykk er lavere enn påkrevet. Sammenligningen kan
25 utføres ved å bruke et forhold mellom det nøyte nødvendige rotasjonstrykk og rotasjonshastigheten av boreverktøyet og/ ved hjelp av en oppslagstabell som omfatter et forhold mellom det påkrevde rotasjonstrykk og boreverktøyets rotasjonshastighet.

Dette har den fordel at det sikres under hele boreprosessen at rotasjonshastigheten ikke er for høy i forhold til rotasjonstrykket.

30 Anordningen kan videre brukes til matetrykket under regulering av rotasjonshastigheten.

Oppfinnelsen angår videre en slik fremgangsmåte hvor fordelene tilsvarende ovenfor vil kunne oppnås.

Andre fordeler vil kunne oppnås av de forskjellige aspekter ved oppfinnelsen
35 og vil fremgå av den følgende detaljerte beskrivelse.

Oppfinnelsen skal beskrives nærmere i det følgende, der figur 1 viser et eksempel på en boremaskin hvor oppfinnelsen kan brukes, figur 2 viser en graf av forholdet mellom nødvendig rotasjonstrykk og rotasjonshastighet, figur 3 viser et styresystem ifølge oppfinnelsen.

På figur 1 er det vist et eksempel på fjellboreapparat 10 som oppfinnelsen kan brukes med. Anordningen omfatter en boremaskin 1 som under drift er forbundet til boreverktøy for eksempel en borkrone 2 ved hjelp en borestreng 3 som består av en eller flere borestrengkomponenter 3a, 3b hvor borestrengkomponenten nærmest boremaskinen utgjør en adapter 4 anordnet i maskinen. Boremaskinen omfatter videre et hammerstempel 5 som beveger seg frem og tilbake i aksialretningen av borestrengen 3. Under boring blir energi overført fra hammerstempel 5 til borestrengen 3 via adapteren 4 og deretter for borestrengkomponent til borestrengkomponent og til slutt til fjellet 6 av borkronen 2.

Bortsett fra at borkronen 2 blir utsatt for støtpulser blir den dreiet for at borkronen alltid kan slå mot nytt fjell, hvilket øker effektiviteten av boring. Borkronen 2 blir dreiet ved å bruke borestrengen 3 som i sin tur fortrinnsvis dreies av en rotasjonsmotor 7.

En boremaskin 1 er videre bevegelig langs en matebjelke 8 ved hjelp av en matemotor eller sylinder på vanlig måte ved for eksempel ved å bruke en kjede eller en vaier for hele tiden å trykke boremaskinen 1 mot fjellet 6. For å hindre at borestrengkomponenten 3a, 3b skjøter frigjøres (løsne) under boring, omfatter boremaskinen videre en bøsning 11 som ved hjelp av et stempel blir skjøvet mot adapteren 4 og derved borestrengen 3, slik at borkronen vil få bedre kontakt med fjellet 6 og for eksempel ikke vil henge fritt i luften når det oppstår støt fra perkusjonsinnretningen. Stempelet 12 kan også brukes for å dempe reflekser for borkronen 2 når den støter mot fjell. Under boring blir rotasjonshastigheten innstilt fra borestrengen 3 og derved borkronen 2. Det er mulig å justere rotasjonshastigheten ifølge perkusjonsinnretningens frekvens hele tiden, slik at borkroneelementene av borkronen holdes i ønsket posisjon hele tiden uansett perkusjonsinnretningens frekvens. For eksempel kan borkronen ved neste støt hele tiden slå mellom kroneposisjonene av et tidligere støt.

Det nødvendige antall omdreininger n (dvs. rotasjonshastigheten) for å oppnå ønsket indeksering, z av periferien av borkronen (bit-diameter D) kan beregnes ut fra følgende ligning:

$$n = \frac{z}{\pi D} \cdot f \cdot 60 [rpm],$$

hvor f er støtfrekvensen. Antallet omdreininger ifølge ligningen kan reduseres hvis slitasjen av kronen blir for stor. Vanligvis vil det ikke være noen hastighetsendring under endring av perkusjonstrykket siden perkusjonsfrekvensen bare avhenger av kvadratroten av perkusjonstrykket. I stedet blir antallet omdreininger ifølge ovennevnte ligning beregnet for det høyeste perkusjonstrykk som blir brukt og derved tilhørende perkusjonsfrekvens.

Under boring er størrelsen av rotasjonsmomentet av borestrengen avgjørende om borestrengens komponent skjøter vil være tilstrekkelig stramme eller ikke. Vanligvis brukes rotasjonstrykket for å beregne rotasjonsmomentet. Hvis et tilstrekkelig strammemoment ikke kan oppnås under bruk i rotasjonstrykket (det nødvendige strømmoment påvirkes, utenom rotasjonshastigheten, også av fjellet og kronen), kan imidlertid matekraften økes for å oppnå et tilstrekkelig moment.

Under enkelte forhold blir det nødvendige strammemoment ikke tilstrekkelig for å sikre at borestrengskjøtene er strammet og kjøtene kan derfor løsne.

Ifølge oppfinnelsen blir dette løst ved å redusere rotasjonshastigheten slik at den blir justert til det tilgjengelige strammemoment.

Et eksempel på en situasjon hvor strammemomentet ikke kan være tilstrekkelig, som nevnt ovenfor, er under såkalt oppstartsborings eller kraging. Det er viktig at oppstarten utføres på riktig måte siden dette er da retningen av hullet ble bestemt. Både unøyaktigheter i retningen og eventuelt en bøyning fører til en stor avvikelse som i sin tur fører til en stor belastning på boreutstyret og vanskelige sprengforhold.

For å oppnå en tilfredsstillende oppstartsborings for å sikre at hullet avsluttes i en ønskeposisjon og har riktig retning, er det bl.a. ønskelig å bore en første del av hullet ved å bruke en redusert matekraft for å unngå at borestålet glipper på overflaten av fjellet som ofte er ujevnt og ikke homogent for eksempel på grunn av tidligere sprengning. Følgelig er det ikke mulig under oppstartsborings og vilkårlig øke matekraften uten å risikere at borehullets posisjonering/retning påvirkes.

Som et eksempel på en boremaskin kan matetrykket under oppstartsborings for eksempel begynne ved 130 bar for å øke til 200 bar under fullborings. Når oppstartsborings utføres ved å bruke en rotasjonshastighet for borestrengen som blir beregnet på grunn av det høyeste matetrykk og derved høyeste støtfrekvens, vil det være en vesentlig risiko for at boreverktøyet setter seg fast og på grunn av den tidligere nevnte situasjonsdreining, kan det oppstå et løsnemoment som er større enn det tilgjengelige strammemoment og som kan føre til løsnings av skjøter med ødeleggende varmegenerering og ødelagte gjenger som konsekvens.

Under oppstartsborings er det ikke nødvendig at borkronen blir dreiet i en hastighet som blir justert til optimal penetreringsrate idet det er viktigere at boringen utføres på en sikker måte. Under bruk av oppfinnelsen kan følgelig rotasjonshastigheten justeres til det tilgjengelige strammemoment.

På figur 2 er det vist en graf av det nødvendige rotasjonstrykk som øker som funksjon av rotasjonshastigheten. Som det fremgår i grafen, er det et forhold mellom rotasjonstrykket (og derved rotasjonsmomentet) og rotasjonshastigheten. p_{r0} benevner rotasjonstrykket uten last som kreves for å dreie borkronen når denne ikke er i kontakt med fjellet og forårsakes bl.a. av friksjonen i motoren, girkassen osv. I grafen benevner punktet A rotasjonshastigheten n_{full} og rotasjonstrykket p_{full} som bestemmes for

eksempel boremaskinen ved høyeste brukte trykk, for eksempel 200 bar. Også som vist på figuren er dette rotasjonstrykk større enn rotasjonstrykket ved start som er tilgjengelig ved oppstartsboring når maksimale matetrykk ikke kan brukes uten å risikere at det oppstår problemer med retningen/posisjonen av hullet. Hvis således n_{full} ble brukt under oppstartsboring ville det være en stor risiko for at skjøtene løsnes ved ovennevnte problem som resultat. Hvis rotasjonshastigheten på en annen side senkes til det som er benevnt med punkt B på figur 2, kan borestrengen dreies ved å bruke et rotasjonstrykk/strammemoment som er tilstrekkelig for å holde skjøtene sammen siden det nødvendige rotasjonstrykk er lavere enn det som er tilgjengelig. Som vist på figur 2 kan forskjellen mellom trykket uten last og rotasjonstrykket ved høyeste hastighet være 20 bar. Dette trykket er bare ment som eksempel og kan naturligvis tilpasses for det spesifikke boreutstyr som oppfinnelsen skal implementeres med.

På figur 3 er det vist et styresystem for å regulere rotasjonshastigheten. Styresystemet omfatter en styreenhet 30 til hvilken en føler 31 for rotasjonsmotorens 7 trykk og en føler for borestrengens rotasjonshastighet kan være forbundet. Rotasjonshastigheten av borestrengen kan for eksempel fremstilles av strømmen gjennom rotasjonsmotoren eller oppnås ved direkte måling av borestrengens rotasjon. Alternativt kan rotasjonshastigheten fremstilles av rotasjonsmotorens spenning. En bestemt spenning vil normalt føre til en bestemt rotasjonshastighet som i sin tur fører til en bestemt strøm. Ved å måle spenningen kan strømmen således beregnes og det er en fordel at det ikke blir nødvendig med en strømningsmåler for dette formål. Styreenheten 30 kan videre være anordnet for å regulere et antall ventiler 33, 34 for eksempel kan regulere strømmen gjennom rotasjonsmotoren 7 og matetrykket. Alternativt kan styreenheten anordnes for å tilveiebringe verdier til en annen styreenhet som i sin tur regulerer forskjellige trykk.

Reguleringen utføres ved å oppnå gjeldende rotasjonshastighet og rotasjonstrykk, for eksempel ved måling, avføling eller overvåkning. Det målte rotasjonstrykk blir så sammenlignet med et bestemt forhold mellom rotasjonstrykket og rotasjonshastigheten som vist i graf på figur 2. Denne sammenligning kan for eksempel utføres ved hjelp av en oppslagstabell hvor det nødvendige rotasjonstrykk for forskjellige rotasjonshastigheter er lagret i. Basert på sammenligningen kan strømmen i rotasjonsmotoren 7 og følgelig rotasjonshastigheten reguleres. I stedet for å bruk en oppslagstabell kan et matisk forhold mellom rotasjonshastigheten og det nødvendige dreiningstrykk brukes for å beregne det nødvendige rotasjonstrykk.

Hvis det maksimale rotasjonstrykk ikke er tilstrekkelig forsikret borestrengskjøtene holdes sammen, kan styreenheten øke matetrykket for derved å øke rotasjonstrykket. Hvis på en annen side rotasjonstrykket allerede er ved en maksimum eller hvis matetrykkbegrensningen er tilstede, som for eksempel under oppstartsboring, kan rotasjonshastigheten i stedet senkes. Styreenheten kan regulere matetrykket enten

ved direkte å regulere en ventil 34 som regulerer strøm og trykk til matemotoren/sylindere eller ved å tilveiebringe verdier til en annen styreenhet som i sin tur regulerer trykket/strømmen til matemotoren/sylindere. Hvis oppfinnelsen blir brukt under oppstartsboring med perkusjonstrykk- og matetrykkoverganger fra en
5 første redusert nivå til et vesentlig fullt borenivå, vil det tilgjengelige matetrykk endres hele tiden, hvorved rotasjonshastigheten også vil endres (øke) hele tiden tilsvarende.

Oppfinnelsen er beskrevet ovenfor i forbindelse med oppstartsboring. Oppfinnelsen kan imidlertid anvendes ved normal boring. Hvis for eksempel fjellet inneholder en mengde sprekker eller hvis fjellet holder tett varierer vesentlig, kan det oppstå
10 situasjoner hvor det tilgjengelige rammemoment ikke er tilstrekkelig for å sikre at skjøtene mellom borkronen/borestrengkomponentene/boremaskinen holder sammen. Ved å bruke reguleringsprinsippet ifølge oppfinnelsen blir rotasjonshastigheten umiddelbart nedsatt, slik at det nødvendige strammemoment blir minsket. For eksempel kan rotasjonshastigheten ved et slikt tilfelle blir redusert til nøyaktig rotasjonshastigheten
15 som tilsvarer det tilgjengelige strammemoment.

Oppfinnelsen har blitt beskrevet ovenfor under henvisning til en spesifikk type boremaskin. Oppfinnelsen kan naturligvis brukes til andre typer boremaskiner, for eksempel boremaskiner uten demper og bøssing.

P a t e n t k r a v

5 1. Anordning for å regulere boreparametere under fjellboring, idet anordningen er anordnet slik at et boreverktøy (2) kan forbindes til en boremaskin (1) ved hjelp av en eller flere borestrengkomponenter (3a, 3b), idet anordningen omfatter en anordning for å dreie boreverktøyet (2) under boring og for å tilveiebringe et strammemoment for å stramme skjøter mellom en eller flere fra gruppen:

10 Boreverktøy (2), en eller flere borestrengkomponenter (3a, 3b) og boremaskin (1), **karakterisert ved** at anordningen kan regulere rotasjonshastigheten av boreverktøyet (2) basert på tilgjengelig strammemoment.

 2. Anordning ifølge krav 1, **karakterisert ved** at anordningen omfatter en rotasjonsmotor (7).

15 3. Anordning ifølge krav 2, **karakterisert ved** at den er anordnet for å oppnå det tilgjengelige rotasjonsmoment som en funksjon av rotasjonstrykket.

 4. Anordning ifølge krav 3, **karakterisert ved** at den videre er anordnet for å: kontinuerlig og/eller ved bestemte intervaller, oppnå rotasjonstrykket ved avføling, overvåkning, måling eller beregning og

20 sammenligne det tilveiebrakte rotasjonstrykk med rotasjonstrykket som kreves ved gjeldende rotasjonshastighet av boremaskinen (1), og minske rotasjonshastigheten av boreverktøyet (2) hvis det gjeldende trykk er lavere enn det nødvendige trykk.

 5. Anordning ifølge krav 4, **karakterisert ved** at den videre er anordnet for å utføre sammenligningen ved å bruke et forhold, for eksempel matematisk, mellom det 25 påkrevde rotasjonstrykk og rotasjonshastigheten av boreverktøyet (2) og/eller en oppslagstabell som omfatter et forhold mellom de påkrevde rotasjonstrykk og rotasjonshastigheten av boreverktøyet (2).

 6. Fremgangsmåte for å regulere boreparametere under fjellboring hvor boreverktøyet (2) er forbundet til en boremaskin (1) ved hjelp av en eller flere 30 borestrengkomponenter (3a, 3b), idet boreverktøyet (2) blir dreiet under boring, og et strammemoment er tilveiebrakt for å stramme skjøtene mellom en eller flere fra gruppen:

 Boreverktøy (2), en eller flere borestrengkomponenter (3a, 3b) og boremaskin (1), **karakterisert ved** trinnet med å regulere rotasjonshastigheten av boreverktøyet (2) 35 basert på tilgjengelig strammemoment.

 7. Fremgangsmåte ifølge krav 6, **karakterisert ved** at det tilgjengelige rotasjonsmoment oppnås som funksjon av rotasjonstrykket.

 8. Fremgangsmåte ifølge krav 7, **karakterisert ved** de ytterligere trinn med:

kontinuerlig og/eller ved bestemte intervaller, å oppnå rotasjonstrykket ved avføling, overvåkning, måling eller beregning, og

å sammenligne det oppnådde rotasjonstrykk med rotasjonstrykket som kreves ved gjeldende rotasjonshastighet for boremaskinen, og minske rotasjonshastigheten av
5 boreverktøyet (2) hvis det gjeldende trykket er lavere enn det påkrevde trykk.

9. Fremgangsmåte ifølge krav 8, **karakterisert ved** at trinnet med å utføre sammenligning ved hjelp av et forhold, for eksempel matematisk, mellom det påkrevde rotasjonstrykk og rotasjonshastigheten av boreverktøyet (2) og/eller ved hjelp av en oppslagstabell, omfatter et forhold mellom påkrevd rotasjonstrykk og rotasjonshastig-
10 heten for boreverktøyet (2).

1/2

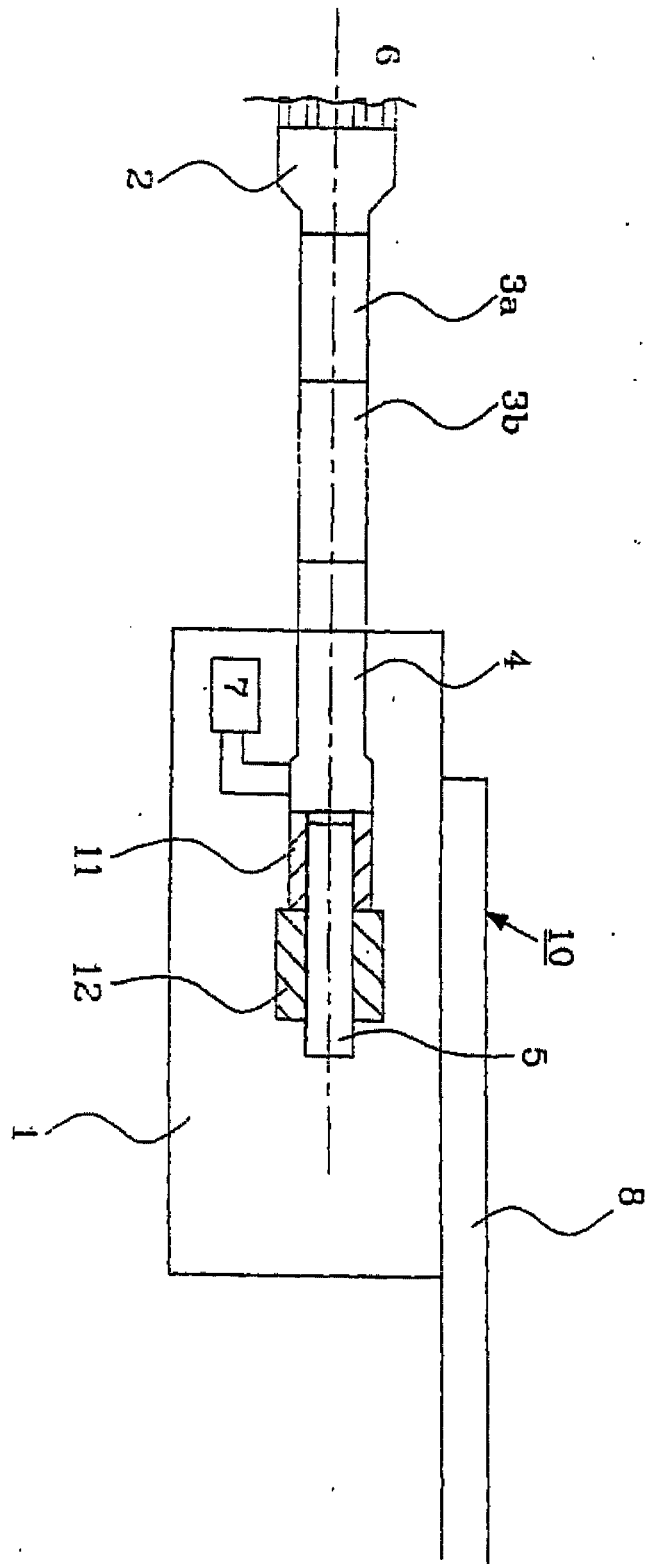


Fig. 1

2/2

Fig. 2

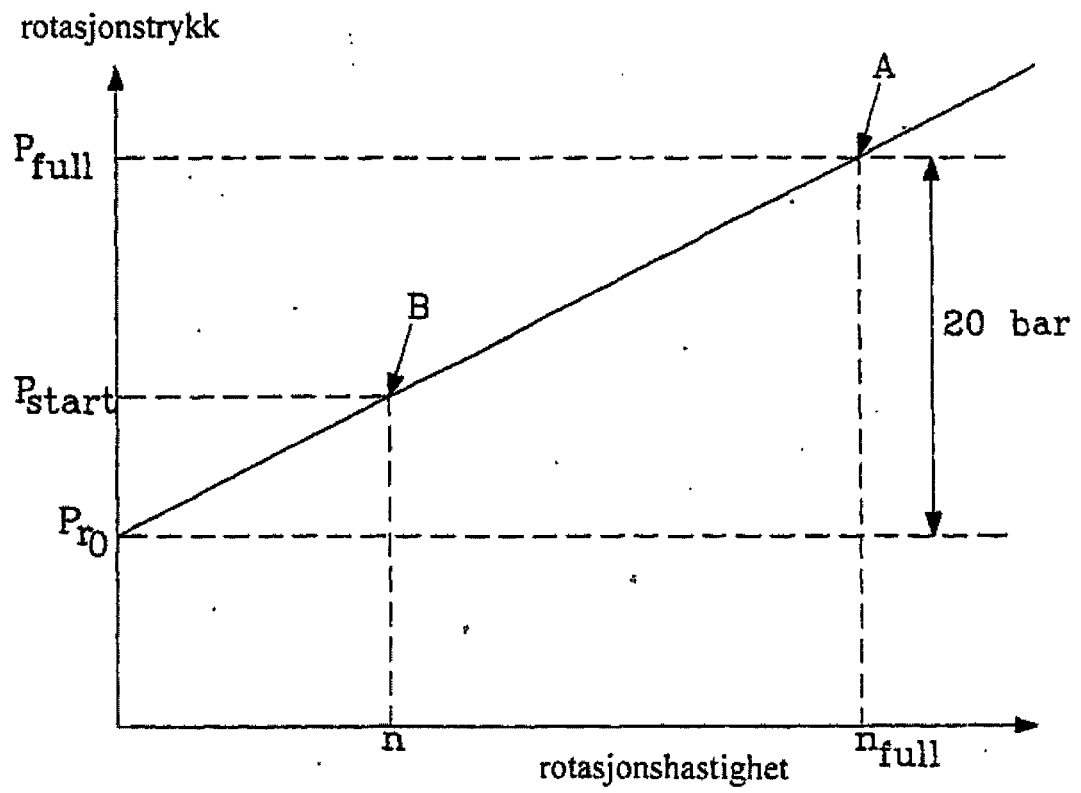


Fig. 3

