



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **315580**

(13) B1

(51) Int Cl⁷

E 21 B 43/12, 36/00

Patentstyret

(21) Søknadsnr	19984079	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	1997.03.05, PCT/EP97/01145
(22) Inng. dag	1998.09.04	(85) Videreføringsdag	1998.09.04
(24) Løpedag	1997.03.05	(30) Prioritet	1996.03.05, EP, 96200589
(41) Alm. tilgj.	1998.09.04		
(45) Meddelt dato	2003.09.22		

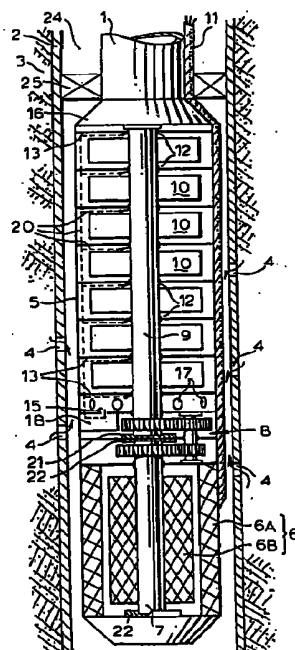
(71) Patenthaver	Shell Internationale Research Maatschappij BV, Postbus 302, NL-2596 HR Haag, NL
(72) Oppfinner	Wilhelmus Petrus Henricus de Boer, NL-2288 GD Rijswijk, NL Peter John Collins, Chester, Cheshire, CH1 3SH England, GB Egbert Leonardus Cox, NL-2288 GD Rijswijk, NL Vyvian Anthony Cox, Chester, Cheshire CH1 3SH, England, GB Marinus Carolus Adrianus Maria Peters, NL-2288 GD Rijswijk, NL
(74) Fullmektig	Tandbergs Patentkontor AS, 0306 Oslo

(54) Benevnelse **Fremgangsmåte og innretning for økning av fluidstrøm i en gassbrønn**

(56) Anførte publikasjoner EP A1 480501

(57) Sammendrag

Fluistømning i en naturgassbrønn stimuleres ved hjelp av en nede i brønnen anordnet flertrinns-rotasjonskompressor (10) som drives av en elektrisk motor (6). Kompressorakselen (9) er fortrinnsvis utstyrt med gasslagre (12), motoren er en børsteløs permanentmagnetmotor som er i stand til å arbeide med en hastighet over 5000 omdreininger pr. minutt, og som direkte driver kompressorakselen (9), og produksjonsrøret (1) er varmeisolerert ved å evakuere det omgivende ringrom.



Oppfinnelsen angår en fremgangsmåte og en innretning for økning av fluidstrøm i en naturgassbrønn.

Når naturgass produseres fra et aldrende gassfelt i hvilket formasjonstrykket er avtakende, vil også hastigheten av den produserte gass avta. Dette fører ofte til en situasjon hvor hastigheten av gassen blir utilstrekkelig til å transportere væsker som er til stede i eller kondenserer fra den produserte gass, oppover gjennom produksjonsrøret mot overflaten.

På dette stadium opptrer problemet med væskebelastning. Ved begynnelsen av væskebelastning begynner gassproduksjonshastigheten typisk å falle med ganske rask hastighet, hvilket er en manifestasjon av vekten av det kondenserte vann og andre kondensater som samler seg i produksjonsrøret. Etter at væskebelastningen har vedvart i en viss tid kan den gradvis økende vekt av væskesøylen i produksjonsrøret til slutt utbalansere formasjonstrykket, hvorefter fluidproduksjon stanses og brønnen dør.

US patentskrift nr. 3 887 008 viser at den oppadrettede fluidhastighet i et konvensjonelt dimensjonert produksjonsrør bør opprettholdes på ca. 1,5 - 3 m/s for å drive væskedråper gjennom røret mot tyngdekraftvirkningen. Denne tidligere kjente publikasjon viser videre at fluidhastigheten i et produksjonsrør kan økes ved å resirkulere tørket gass inn i brønnen og benytte den resirkulerte gass til å drive en strålepumpe nede i brønnen. En ulempe med denne kjente teknikk er at en strålepumpe har en forholdsvis lav effektivitet, slik at en forholdsvis stor andel av den produserte gass må resirkuleres.

US patentskrift nr. 5 105 889 viser en annen strålepumpekonstruksjon ved hjelp av hvilken kondenserte væsker kan løftes fra en gassbrønn. US patentskrift nr. 5 211 242 viser at et væskeoppsamlingskammer nede i brønnen kan benyttes når væskebelastning opptrer i en gassbrønn, og at væsken med mellomrom kan løftes ut av brønnen ved med mellomrom å sprøyte høytrykksgass inn i kammeret via et gassinjeksjonsrør som er parallelt med produksjonsrøret. Denne tidligere kjente publikasjon viser videre at produksjonsrøret kan oppvarmes for å minimere kondensasjon og væskeutfall.

Ulemper ved de teknikker som er vist i denne tidligere kjente publikasjon, er at oppvarming av produksjonsrøret er kostbart, og at den intermitterende innsprøyting av høytrykksgass for å fjerne væske fra oppsamlingskammeret blir kostbart dersom det må gjøres på hyppig basis dersom gassen har et høyt væskeinnhold.

Innretningen ifølge innledningen til krav 1 og fremgangsmåten ifølge innledningen til krav 5 er kjent fra EP-A-480 501. Den i brønnen beliggende, elektrisk drevne rotasjonskompressor som er vist i denne tidligere kjente publikasjon, omfatter et skrueformet skrueblad og antas å være uegnet for pumping av store volumer av gass ved en slik høy hastighet gjennom produksjonsrøret at problemet med væskebelastning ville bli effektivt redusert.

Det er et formål med oppfinnelsen å tilveiebringe en fremgangsmåte og en innretning for strømningsstimulering nede i en gassbrønn, hvor fremgangsmåten og innretningen muliggjør en kontinuerlig reduksjon av væskebelastning uten behov for avbrutt eller kontinuerlig reinjeksjon av produsert gass, og videre kan benyttes på effektiv måte selv om den produserte gass har et høyt væskeinnhold og formasjonstrykket er lavt.

Innretningen ifølge oppfinnelsen omfatter en rotasjonskompressor som drives av en elektrisk motor, og er kjennetegnet ved at kompressoren er en flertrinns rotasjonskompressor med en aksel som er utstyrt med gasslagre, og at kompressoren er forsynt med en separat gasskompresjonsenhet for tilførsel av en liten del av produktgassen til gasslagrene for frembringelse av en gassfilm mellom en statordel og en rotordel av hvert lager når kompressoren er i bruk.

Det foretrekkes at den elektriske motor er en børsteløs motor med en rotor som omfatter permanentmagneter som frembringer et første magnetfelt, og en stator som omfatter en ankervikling som kan tilkoples til en kilde for elektrisk strøm for å frembringe et andre magnetfelt, idet de første og andre magnetfelter er i stand til å vekselvirke for å frembringe et elektromagnetisk dreiemoment som får rotoren til å rotere i forhold til statoren.

Motorer av denne type, for bruk ved forskjellige anvendelser, er vist i for eksempel US-patentskriftene 4 125 792, 4 276 490, 4 443 906 og 5 428 522 og i europeisk patentskrift nr. 533 359.

De kjente motorer er imidlertid ikke konstruert for anvendelse nede i et borehull ved hydrokarbonfluid-produksjonsoperasjoner, og en overraskende fordel ved disse motorer for bruk nede i et borehull er at de kan konstrueres som en drivenhet med liten diameter som arbeider med mye høyere rotasjonshastigheter enn andre elektriske motorer, slik at motorakselen kan tilkoples direkte til kompressorakselen og tilstedeværelsen av en girboks mellom disse aksler kan elimineres.

Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen omfatter økning av gasshastigheten i et produksjonsrør nede i en gassbrønn ved hjelp av en flertrinns rotasjonskompressor med en aksel som er utstyrt med gasslagre, hvor en liten del av den produserte gass komprimeres ved hjelp av en separat gasskompresjonsenhet og tilføres til gasslagrene for å frembringe en gassfilm mellom stator- og rotordeler av disse gasslagre, hvilken gasskompressor drives av en elektrisk motor som styres av effektstyreanordninger som begrenser effekt som utøves av motorakselen på kompressoren, slik at utløpstemperaturen til gassen som komprimeres av kompressoren, opprettholdes under 250 °C.

Kompressoren vil vanligvis være installert på en slik dybde i brønnen at kondensasjon er ubetydelig på den relevante dybde.

Det foretrekkes at produksjonsrøret langs en del av sin lengde er forsynt med en varmeisolasjon, og at denne varmeisolasjon er tilveiebrakt ved å fylle et ringformet rom

som omgir produksjonsrøret langs i det minste en del av sin lengde, med et gassfluid, og ved i det minste delvis å evakuere det nevnte rom.

Da reservoartemperaturen til underjordiske, gassførende formasjoner er ca. 100 °C, og temperaturen på formasjonslag som omgir gassbrønnen, gradvis vil avta mot den atmosfæriske temperatur ved overflaten, vil den produserte gass bli gradvis avkjølt. Ved å isolere produksjonsrøret reduseres reduksjonen av temperaturen på det produserte fluid, slik at man dermed reduserer den hastighetsreduksjon som skriver seg fra varmekomprimering, og også forsinker starten av væskebelastning.

Disse og andre særtrekk, formål og fordeler med fremgangsmåten og innretningen ifølge oppfinnelsen vil bli åpenbare ut fra den etterfølgende beskrivelse og tegningen som viser et skjematisk, delvis gjennomskåret, langsgående riss av innretningen ifølge oppfinnelsen.

Idet det nå henvises til tegningen, er det der vist en pumpeinnretning ifølge oppfinnelsen som er opphengt ved den nedre ende av et produksjonsrør 1 inne i en gassproduksjonsbrønn. Et føringsrør eller en produksjonsføring 2 er anordnet ved den indre omkrets av borehullet for å hindre sammenrasing av den omgivende formasjon 3. Føringsrøret eller produksjonsføringen 2 inneholder perforeringer 4 for å tillate innstrømning av fluider fra den gassførende formasjon 3 inn i borehullet.

Innretningen ifølge oppfinnelsen omfatter et sylindrisk hus 5, en elektrisk motor 6 med en statordel 6A og en rotordel 6B som er montert på en motoraksel 7, en girboks 8 for overføring av effekt fra motorakselen 7 til en kompressoraksel 9, og en flertrinns rotasjonskompressor 10 som er montert på kompressorakselen 9.

Elektrisk effekt tilføres til motoren 6 via en navlestreng eller kontrollkabel 11. Motorrommet og girboksrommet i huset 5 er fylt av olje, og kontrollkabelen 11 kan omfatte oljetilførselsledninger for tilførsel av smøremiddel under drift av innretningen.

På grunn av den begrensede bredde av borehullet har flertrinns-rotasjonskompressoren 10 en langstrakt form og inneholder et stort antall trinn. Kompressorakselen 9 er følgelig også så lang at den må understøttes av en rekke bærelagre 12 som er montert mellom i det minste noen av kompressortrinnene.

Disse bærelagre 12 er understøttet av støtteskiver 13 som er perforert (ikke vist) for å tillate den produserte gass å strøme fra en innløpsseksjon 15 av kompressoren via det første og senere trinn av kompressoren 10 i retning mot utløpsseksjonen 16.

Huset 5 inneholder en rekke åpninger 17 ved kompressorens 10 innløpsseksjon 15 for å tillate innstrømning av gass fra borehullet inn i huset 5.

På grunn av den betydelige mengde av bærelagre 12 og den høye temperatur og det høye trykk av den produserte gass, ville det være upraktisk å smøre bærelagrene 12 med et flytende smøremiddel, særlig på grunn av at den store mengde tetninger som ville være nødvendig for å tilveiebringe en fluidbarriere på hver side av bærelagrene 12, ville

frembringe en betydelig friksjon som ville øke smøremiddeltemperaturen ytterligere og som også ville kreve et betydelig ekstra effektbehov for motoren.

Det er derfor fordelaktig å smøre bærelagrene 12 med den produserte gass. Gassen tilføres til bærelagrene via en liten kompressorenhet 18 som er montert i en
 5 fordypning eller utsparing i girboksseksjonen 8, og en avgrenet høytrykksgass-tilførselsledning 20 som er vist med stiplede linjer.

Gasskompressorenheten 18 kan drives av den elektriske motor 6. Alternativt kan enheten 18 drives av en separat elektrisk motor som tilfører gassen til bærelagrene 12 med konstant trykk, selv under oppstarting eller nedkjøling av
 10 flertrinnsrotasjonskompressoren.

Bærelagrene 12 kan være gasslagre av dreiepute- eller vinkelspor-typen (herringbone groove type). Lagre av denne type er i og for seg kjent, og er beskrevet for eksempel i Mechanical Engineers Handbook, utgave 1986, side 488-567, publisert av John Wiley & Sons, og er derfor ikke nærmere beskrevet her.

15 I den konfigurasjon som er vist på fig. 1, er trykklageret 21 for kompressorakselen 9 montert ved bunnen av girboksseksjonen 8 og er derfor et konvensjonelt, oljesmurt trykklager. Om ønsket, kunne imidlertid trykklageret også være montert inne i kompressorens 10 gassinnløp 15, i hvilket tilfelle trykklageret også kunne være et gasslager.

20 Lagrene 22 for den elektriske motor 6 er konvensjonelle, oljesmurte lagre.

I innretningen ifølge oppfinnelsen foretrekkes det å benytte gasslagre for pumpeakselens 9 bærelagre 12, da dette - slik som ovenfor beskrevet - unngår behovet for en stor mengde akseltetninger, og dessuten på grunn av at gasslagre er i stand til å løpe ved mye høyere temperaturer enn oljesmurte lagre.

25 Dette er en vesentlig fordel for en borehulls-gasskompressor da det ville være vanskelig og kostbart å avkjøle innretningen. Da det imidlertid fremdeles er nødvendig å benytte flytende smøremidler i girboksen 8 og motoren 6, foretrekkes det å utstyre den elektriske motor 6 med effektstyreanordninger som begrenser den effekt som utøves på pumpeakselen 9, slik at utløpstemperaturen til den komprimerte gass ved utløpet 16
 30 opprettholdes under 250 °C.

Temperaturøkningen til den komprimerte gass er gunstig for reduksjon av væskebelastning i produksjonsrøret 1. Produksjonsrøret kan imidlertid være flere kilometer langt, slik at en vesentlig avkjøling av gassen virkelig opptrer.

35 For å redusere avkjølingen av den produserte gass i produksjonsrøret 1, foretrekkes det å isolere røret 1 ved å frembringe et lavt gasstrykk i det ringformede rom 24 som strekker seg mellom produksjonsrøret 1 og brønnføringsrøret 2 fra en pakning 25 i retning mot brønnhodet (ikke vist).

Det ringformede rom 24 fylles fortrinnsvis først med en inertgass, så som nitrogen, og blir deretter evakuert. På denne måte virker det ringformede rom 24 som en effektiv varmeisolator som reduserer avkjølingen av den produserte gass og kondensasjonen av vannholdige væsker som kan være til stede i gassen i betydelig grad.

5 Man vil forstå at produksjonsrøret 1, i stedet for eller i tillegg til tilstedeværelsen av en vakuumisolasjon i det ringformede rom 24, også kan isoleres ved hjelp av en annen isolasjonsanordning, så som en konvensjonell skumisolasjonshylse.

Det foretrekkes at den elektriske motor 6 er en børsteløs motor med en rotordel 6B som omfatter en roterbar permanentmagnet som frembringer et første magnetfelt, og med 10 en statordel 6A som omfatter en ankervikling (ikke vist) som er koplet til en kilde for elektrisk strøm for å frembringe et andre magnetfelt, hvilke første og andre magnetfelter er i stand til å samvirke for å frembringe et elektromagnetisk felt som ved bruk roterer rotordelen 6B i forhold til statordelen 6A av motoren 6.

En elektrisk motor 6 av den ovenfor beskrevne type er i stand til å avgi et 15 optimalt dreiemoment ved rotorhastigheter som ligger godt over 5000 omdreininger pr. minutt, hvilket vil gjøre tilstedeværelsen av girboksen 8 foreldet.

Fraværet av en girboks 8 og anvendelsen av gasslagre som bærelagre 12 er attraktivt da det frembringer en kompakt motor- og kompressormontasje med et minimum av oljefylte rom som ville kreve regelmessig utskifting av olje og vedlikehold og inspeksjon 20 av slitasjetilbøyelige komponenter, så som tetninger og pakninger.

Patentkrav

5 1. Innretning for økning av fluidstrøm på et sted nede i en gassbrønn, hvilken innretning omfatter en rotasjonskompressor (10) som drives av en elektrisk motor (6), **karakterisert ved at kompressoren (10) er en flertrinns rotasjonskompressor med en aksel** (9) som er utstyrt med gasslagre (12), og at kompressoren (10) er forsynt med en separat gasskompresjonsenhet (18) for tilførsel av en liten del av produktgassen til gasslagrene (12)
10 for frembringelse av en gassfilm mellom en statordel og en rotordel av hvert lager når kompressoren er i bruk.

2. Innretning ifølge krav 1, **karakterisert ved at den elektriske motor (6) er en** børsteløs motor med en rotor (6B) som omfatter permanentmagneter som frembringer et første magnetfelt, og en stator (6A) som omfatter en ankervikling som kan tilkoples til en
15 kilde for elektrisk strøm for å frembringe et andre magnetfelt, idet de første og andre magnetfelter er i stand til å vekselvirke for å frembringe et elektromagnetisk dreiemoment som får rotoren til å rotere i forhold til statoren.

3. Innretning ifølge krav 2, **karakterisert ved at den elektriske motor (6) har** en aksel (7) som er direkte forbundet med kompressorens (10) aksel (9).

20 4. Innretning ifølge krav 3, **karakterisert ved at den elektriske motor er i stand** til å arbeide med en hastighet på mer enn 5000 omdreininger pr. minutt.

5. Fremgangsmåte for økning av fluidstrøm i en gassbrønn, ved hvilken gasshastigheten i et produksjonsrør i brønnen økes ved hjelp av en rotasjonskompressor som drives av en elektrisk motor, **karakterisert ved at kompressoren er en flertrinns** rotasjonskompressor ifølge krav 1 som er montert på et sted nede i brønnen, og at
25 gasskompressoren drives av en elektrisk motor som styres av effektstyreanordninger som begrenser effekt som utøves av motorakselen på kompressoren, slik at utløpstemperaturen til gassen som komprimeres av kompressoren, opprettholdes under 250 °C.

6. Fremgangsmåte ifølge krav 5, **karakterisert ved at gasshastigheten økes til**
30 et slikt nivå at gasshastigheten over hele produksjonsrørets lengde opprettholdes over det nivå ved hvilket væskebelastning ville inntreffe.

7. Fremgangsmåte ifølge krav 6, **karakterisert ved at produksjonsrøret langs i** det minste en del av sin lengde forsynes med en varmeisolasjon.

8. Fremgangsmåte ifølge krav 7, **karakterisert ved at varmeisolasjonen**
35 tilveiebringes ved å fylle et ringformet rom som omgir produksjonsrøret langs i det minste en del av dets lengde, med et gassfluid, og ved i det minste delvis å evakuere det nevnte rom.

1/1

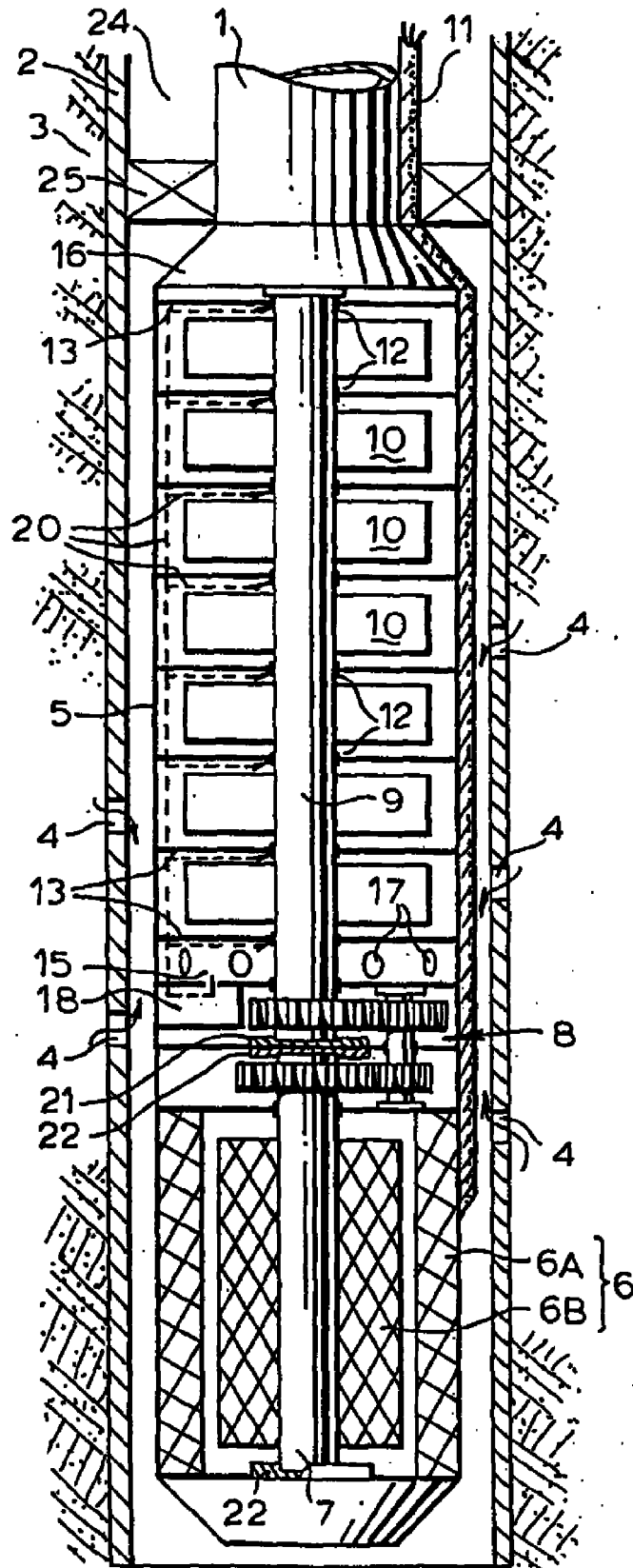


Fig. 1