



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(11) 321438

(13) B1

(51) Int Cl.

E21B 43/12 (2006.01)

E21B 34/08 (2006.01)

F03G 7/04 (2006.01)

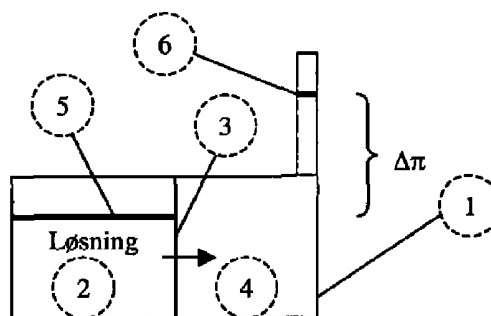
Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20040774	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2004.02.20	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2004.02.20	(30)	Prioritet	Ingen
(41)	Alm.tilgj	2005.08.22			
(45)	Meddelt	2006.05.08			
(73)	Innehaver	Norsk Hydro ASA , 0240 OSLO, NO			
(72)	Oppfinner	Haavard Aakre, Einaren 48B, 3744 SKIEN, NO			
(74)	Fullmektig	Norsk Hydro ASA , 0240 OSLO, NO			

(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte og anordning ved en aktuator
(56)	Anførte publikasjoner	D1: US 4.637.101, D2: EP A2 1 050 338, D3: WO A2 03/072941

(57) Sammendrag

Fremgangsmåte og anordning ved en aktuator som er tenkt anvendt i forbindelse med en fluidstrøm eller fluidreservoar, spesielt en aktuator som er innrettet til å anvendes i forbindelse med dreneringsrør for produksjon av olje- og/eller gass i et olje- og/eller gassreservoar. For drift av aktuatoren benyttes en osmotisk celle som plasseres i fluidstrømmen, idet den nødvendige kraft og bevegelse for aktuatoren oppnås ved å utnytte den osmotiske trykkforskjellen mellom løsningen i cellen og den i forhold til cellen, utvendige fluidstrøm/reservoaret.



5

10

- 15 Foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte og anordning ved en aktuator, spesielt en trykkaktuator som er innrettet til å anvendes i forbindelse med dreneringsrør for produksjon av olje- og/eller gass i et olje- og/eller gassreservoar.

- 20 Dreneringsrør av ovennevnte art er normalt inndelt i et antall seksjoner med en eller flere innstrømnings- begrensingsanordninger som regulerer innstrømningen til dreneringsrøret.

- Fra US patentutskrifter nr. 4,821,801, 4,858,691, 4,577,691 og GB patentutskrift nr.2169018 er det kjent anordninger for utvinning av olje eller gass i lange horisontale og vertikale brønner. Disse kjente anordningene omfatter et perforert dreneringsrør med
- 25 f.eks et filter for sandkontroll rundt røret. En vesentlig ulempe ved de kjente anordningene ved olje- og/eller gassproduksjon i høypermeable geologiske formasjoner er at trykket i dreneringsrøret øker eksponensielt i oppstrømsretning som følge av strømningsfriksjon i røret. Ved at trykkdifferansen mellom reservoaret og dreneringsrøret som følge av dette minsker oppstrøms, vil også innstrømningsmengden av olje og/eller gass fra reservoaret
- 30 til dreneringsrøret avta tilsvarende. Den totale olje- og/eller gassproduksjon vil derfor ved en slik løsning være lav. For tynne oljesoner og høy permeabilitet i den geologiske formasjonen er det stor risiko for innkoning, dvs. innstrømning av uønsket vann eller gass i dreneringsrøret nedstrøms der hastigheten til oljestrømmen fra reservoaret til røret er størst. For å unngå slik innkoning må derfor produksjonen settes ytterligere ned.

35

Noe høyere produksjon enn de ovennevnte kjente løsningene oppnås ved bruk av Stinger-metoden som er omtalt i norsk patentsøknad nr. 902544. Den består av to

dreneringsrør hvorav det ytre er perforert, samt et indre rør (Stinger) uten perforering som strekker seg inn i det ytre røret til en ønsket posisjon. Trykkprofilen og dermed produktiviteten for Stinger-metoden er noe bedre enn for andre kjente metoder. I tynne oljesoner med høy permeabilitet kan det imidlertid også med denne metoden oppstå innkoning av uønsket vann eller gass med nedsatt produktivitet som resultat.

Fra World Oil, vol. 212, N. 11 (11/91), side 23-78, er det tidligere kjent å dele opp et dreneringsrør i seksjoner med en eller flere innstrømningsbegrensningsanordninger i form av forskyvbare hylser eller strupningsanordninger. Denne publikasjonen er imidlertid i hovedsak opptatt av innstrømningskontroll for å begrense innstrømningen fra soner oppstrøms i røret for å hindre vann- og gasskoning.

WO-A-9208875 viser videre et horisontalt produksjonsrør omfattende et antall produksjonssoner som hver er forbundet med blandekammer som har større innvendig diameter enn produksjonssonene. Produksjonssonene innbefatter et utvendig perforeringsrør som kan oppfattes som et filter. Imidlertid, er sekvensen med seksjoner som har forskjellig diameter uheldig idet de skaper strømningsturbulens gjennom røret og hindrer anvendelse av redskap som normalt blir innført ved hjelp av nedihull traktorer eller "coiled tubing" system.

Teknologien for boring av horisontale brønner var kjent allerede i 1920, men likevel er det mange i dag som oppfatter den som pionerteknologi. I de siste tyve årene er det stadig pågått utviklingsarbeide for å kunne bore horisontale brønner på en forsvarlig og effektiv måte. I dag har man nådd en teknologistatus der boresikkerheten er høy, kostnadene er ca. 50% høyere enn for vertikalbrønner, men horisontale brønner produserer tre- til firedobbelte mengde avhengig av reservoarets karakteristikk.

Det er blitt påvist at horisontale brønner er en økonomisk forutsetning for eksploatering av f.eks. olje i geologiske formasjoner der oljesonen er tynn, permeabiliteten høy og der innkoning av uønsket vann eller gass ofte inntreffer. Man regner med at horisontale brønner blir aktuelle i enda større grad i fremtiden for eksploatering av mindre, og økonomisk sett marginale olje- eller gassfelt.

Fra søkerens eget EP patent nr. 0 588 421 er det tidligere kjent å forbedre trykkprofilen i dreneringsrøret utover det som er kjent fra ovennevnte løsninger ved å innføre restriksjoner som begrenser trykk- differansen mellom reservoaret og ringrommet utenfor dreneringsrøret, og derved utbalansere trykkprofilen langs brønnen umiddelbart utenfor dreneringsrøret. Dette er gjort ved at innstrømningsbegrensningsanordninger for hver

rørseksjon er anordnet slik at deres innløp står i forbindelse med et ringrom mellom den geologiske formasjonen og dreneringsrøret eller et ringrom mellom et filter og dreneringsrøret og at utløpet står i forbindelse med dreneringsrørets strømningsrom. Denne løsningen innbefatter innstrømningsbegrensningsanordninger med fast innstilling (fast gjennomstrømning), noe som er en ulempe.

Det er videre tidligere, bl. a. Fra US patent nr. 4.637.101, generelt kjent løsninger der en osmotisk celle benyttes for drift av en aktuator. Nærmer bestemt viser det amerikanske patentet en celle der et kammer rommer en væske med lavere konsentrasjon enn en væske som befinner seg utenfor kammeret og der en membran som har osmotiske egenskaper skiller de to væskene, hvorved væsken utenfor kammeret påvirker væsken innenfor slik at det dannes et lavere trykk i kammeret som utnyttes til å påvirke aktuatoren.

Etter hvert som brønnboringsteknologien ble utviklet ble også kravet til reservoardrenerings- teknologien forsterket. Dagens kjente dreneringsteknologi har ikke tilfredsstillende løsninger for kontrollert drenering fra reservoaret som til enhver tid er tilpasset den foreliggende vanninnstrømning fra reservoaret.

Med foreliggende oppfinnelse er det kommet frem til en løsning som gir slik kontroll, der innstrømningen for hver seksjon eller område for dreneringsrøret automatisk innstiller seg i forhold til den mengde vann som strømmer inn og som holder vannproduksjonen på et lavest mulig nivå.

Frengangsmåten i henhold til oppfinnelsen er karakterisert ved at det for drift av aktuatoren benyttes en osmotisk celle som plasseres i fluidstrømmen, idet den nødvendige kraft og bevegelse for aktuatoren for å styre en ventil eller lignende oppnås ved å utnytte den osmotiske trykkforskjellen mellom løsningen i cellen og den i forhold til cellen, utvendige fluidstrøm/reservoar, som angitt i vedføyde krav 1.

Det selvstendige kravet knyttet til anordningen ved aktuatoren i henhold til oppfinnelsen er videre karakterisert ved at aktuatoren innbefatter en osmotisk celle som er innrettet til å plasseres i fluidstrømmen, idet den nødvendige kraft og bevegelse for aktuatoren for å styre en ventil eller lignende oppnås ved å utnytte den osmotiske trykkforskjellen mellom løsningen i cellen og den i forhold til cellen, utvendige fluidstrøm/reservoar, som angitt i vedføyde krav 4.

De selvstendige kravene 2 – 3 og 5 – 9 angir fordelaktige trekk ved oppfinnelsen.

Oppfinnelsen skal beskrives nærmere i det etterfølgende med henvisning til vedføyde tegninger der.

- 5 Fig. 1 viser en prinsippskisse av en membrancelle som skiller to løsninger og som antyder prinsippet for oppfinnelsen,

Fig. 2 viser en prinsippskisse av en løsning der en aktuator i henhold til oppfinnelsen benyttes i sammenheng med en innstrømningsbegrensningsanordning eller
10 ventilinnretning i et dreneringsrør for utvinning av olje og gass fra formasjoner (en brønn) under jordoverflaten.

Foreliggende oppfinnelse bygger på prinsippet med å utnytte den osmotiske trykkforskjellen i en celle som "drivmekanisme" eller drivenhet for en aktuator.

- 15 Nærmere bestemt bygger oppfinnelsen på at det til drift av aktuatoren benyttes en osmotisk celle som plasseres i fluidstrømmen, idet den nødvendige kraft og bevegelse for aktuatoren oppnås ved å utnytte den osmotiske trykkforskjellen mellom løsningen i cellen og den i forhold til cellen, utvendige fluidstrøm.

- 20 Den prinsipielle virkemåten for en celle i henhold til oppfinnelsen kan illustreres som vist i Fig. 1 med en "lukket" beholder 1 med to kammer 2, 4 hvor den ene av veggene utgjøres av en semipermeabel membran 3. Den semipermeable membranen 3 er permeabel i forhold til løsningen, hensiktsmessig en vann-/saltløsning, som befinner seg i det ene kammeret 2, men impermeabel i forhold til det oppløste middelet, hensiktsmessig et
25 saltet. Vannet kan altså fritt bevege seg fra kammer 2 i cellen, forbi membranen 3 og til vannet eller en vannløsning med lavere saltnivå i det andre kammeret 4. Transporten av vann forbi membranen vil forårsake en trykkforskjell over membranen, som kalles den osmotiske trykkdifferansen. Den tykke linjen i hver av kamrene 5, 6 angir væskeniåene i disse.

30

Det osmotiske trykket kan defineres ved hjelp av klassiske termodynamiske ligninger, hvor man antar likevekt over membranen. Det kjemiske potensialet av løsningen vil være det samme på hver side av membranen når likevekt er oppnådd, idet det forutsettes isoterme forhold. Med henvisning til Fig. 1 vil det kjemiske potensialet for de to fasene i

- 35 respektive kammer 2 og 4 være gitt ved:

$$\mu_{i,1} = \mu_{i,1}^{\circ} + RT \ln a_{i,1} + V_i P_i \quad (1)$$

$$\mu_{i,2} = \mu_{i,2}^{\circ} + RT \ln a_{i,2} + V_i P_2 \quad (2)$$

hvor R er den universelle gasskonstanten, T er temperaturen, V er det molare volumet, P er trykket og a er konsentrasjonen til løsningen. Løsningsmolekylene i den utvannede fasen har høyere (more negativ) kjemisk potensiale enn molekylene i den konsentrerte fasen. Denne kjemiske ulikevekten forårsaker en strøm av løsningsmolekyler (vann) fra den mindre konsentrerte til den mer konsentrerte fasen. Denne strømmen fortsetter til osmotisk likevekt er oppnådd og

$$\mu_{i,1} = \mu_{i,2} \quad (3)$$

Alle parametrene i uttrykket for det kjemiske potensialet (ligningene 1 og 2 ovenfor) kan endres, for eksempel temperatur, konsentrasjon og trykk. Med andre ord, henført til en vann/salt løsning; vannet vil hurtig forflytte seg til den mer konsentrerte siden for å utvanne løsningen, mens saltet hurtig vil søke å forflytte seg i den andre retningen for å søke å øke konsentrasjonen. Transporten av salt vil kun finne sted dersom membranen ikke er en perfekt semipermeabel membran.

Ved å kombinere ligningene (1), (2) og (3) fåes:

$$RT (\ln a_{i,2} - \ln a_{i,1}) = (P_1 - P_2) V_i = \Delta \pi V_i \quad (4)$$

Den hydrodynamiske trykkdifferansen ($P_1 - P_2$) kalles den osmotiske trykkdifferansen $\Delta \pi = \pi_1 - \pi_2$. Dersom bare ren løsning (vann) benyttes i fase 2 ($a_{i,2}=1$ i kammer 4) blir ligning (4), trykket:

$$\pi = -\frac{RT}{V_i} \ln a_{i,1}$$

Fig. 2 viser som nevnt en prinsippskisse av en løsning der en aktuator 10 i henhold til oppfinnelsen benyttes i sammenheng med et dreneringsrør 8 for utvinning av olje og gass fra formasjoner (en brønn, ikke nærmere vist) under jordoverflaten. Aktuatoren inngår i det her viste eksempel som en integrert del av en ventil eller

innstrømningsbegrensningsanordning i dreneringsrøret.

Aktuatoren 10 består som vist i Fig. 2 av et hus 7 med en innvendig osmosecelle 9. Huset 7 med cellen 9 er plassert innvendig i og festet til røret 8, like overfor et hull 11. Olje, gass og/eller vann er innrettet til å strømme fra formasjonen og inn i røret 8 via hullet 11, derfra forbi cellen 9 og videre via åpninger eller hull 12 i huset, forbi en stengeplate eller

lignende 13 og inn i røret 8. Cellen 9 i sin tur utgjøres av et hult legeme eller kammer der endesiden som vender mot rørvæggen i røret 8 utgjøres av en semipermeabel membran

- 14, mens veggen på motsatt side utgjøres av en fleksibel, ugjennomtrengelig membran 15. Stengeplaten 13 som er plassert overfor hullene 12 er festet til den fleksible membranen 15. Cellen 9 er innvendig i hulrommet forsynt med en vann-/saltløsning, og hensiktsmessig for å holde løsningen til enhver tid mettet, er det anordnet saltblokker 16.
- 5 Aktuatoren med cellen 9 virker på den måten at når det bare strømmer olje og/eller gass forbi membranen 14, så vil den fleksible membranen 15 med stengeplaten 13 være inntrukket og passasjen mellom hullene 12 og stengeplaten vil fri (åpen). Når vann sammen med oljen/gassen begynner å strømme forbi membranen vil vannet gradvis trenge igjennom membranen 14 og inn i kammeret slik at volumet for løsningen inne i
- 10 kammeret øker og den fleksible membranen 15 med platen 13 beveges utad og gradvis stenge for gjennomstrømning i hullene 12. Således vil den fleksibel membranen med platen ved mye vann, for eksempel ved vannkoning som nevnt innledningsvis, beveges fullstendig ut og stenge helt for gjennomstrømning. På denne måten kan aktuatoren i henhold til foreliggende oppfinnelse, avhengig av mengden medfølgende vann, benyttes
- 15 til å regulere innstrømningen av olje og eller gass, delvis eller helt.

- Det skal bemerkes at oppfinnelsen slik den er definert i de vedføyde krav ikke er begrenset til eksempelet vist i det ovenstående. Således kan det i stedet for en fleksibel membran benyttes en syllinder-/stempel-anordning der stempelet beveger stengeplaten.
- 20 Eller det kan i stedet for en hull-/plate-løsning 12, 13 benyttes en nål-/dyseløsning der nålen beveges av en fleksibel membran eller stempel.

- Foreliggende oppfinnelse kan ellers med fordel benyttes i tilknytning til en innstrømningsbegrensningsanordning som vist i søkerens eget EP patent nr. 0 588 421.

Patentkrav

1. Fremgangsmåte ved en aktuator (7) i forbindelse med en fluidstrøm eller
5 fluidreservoar, spesielt en aktuator som er innrettet til å anvendes i forbindelse med innstrømning av olje og/eller gass og vann i et dreneringsrør (8) for produksjon av olje- og/eller gass fra et olje- og/eller gassreservoar, karakterisert ved at det for drift av aktuatoren (10) benyttes en osmotisk celle (9) som plasseres i fluidstrømmen, idet den nødvendige kraft og bevegelse
10 for aktuatoren (10) for å styre en ventil eller lignende oppnås ved å utnytte den osmotiske trykkforskjellen mellom løsningen i cellen (9) og den i forhold til cellen, utvendige fluidstrøm/reservoar.
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1,
15 karakterisert ved at det som løsning i cellen benyttes av en vann-/saltløsning.
3. Fremgangsmåte ifølge kravene 1 og 2,
20 karakterisert ved at aktuatoren (7) anvendes til drift av en ventil (13, 7) som regulerer innstrømningen av fluid gjennom innstrøminingsåpninger i dreneringsrøret (8).
4. Anordning ved en aktuator (7) i forbindelse med en fluidstrøm, spesielt en
25 aktuator som er innrettet til å anvendes i forbindelse med innstrømning av olje og/eller gass og vann i et dreneringsrør (8) for produksjon av olje- og/eller gass fra et olje- og/eller gassreservoar, karakterisert ved at aktuatoren (10) innbefatter en osmotisk celle (9) som er innrettet til å plasseres i fluidstrømmen, idet den nødvendige kraft og bevegelse for aktuatoren (10) for å styre en ventil eller lignende oppnås ved å
30 utnytte den osmotiske trykkforskjellen mellom løsningen i cellen (9) og den i forhold til cellen, utvendige fluidstrøm/reservoar.
5. Anordning ifølge krav 4,
35 karakterisert ved at løsningen i cellen er en vann-/saltløsning.

6. Anordning ifølge kravene 4 og 5,

karakterisert ved at aktuatoren (10) utgjør en integrert del av en ventil idet cellen (9) er anordnet i et hus (7) som er festet innvendig til veggen i dreneringsrøret (8) i tilknytning til minst ett hull (11) i rørvæggen, hvorved fluid fra formasjonen utenfor dreneringsrøret er innrettet til å strømme gjennom hullet/ene (11), videre gjennom huset (7) og ut gjennom åpninger (12) i dette, idet en ventilplate (13) er innrettet til å lukke eller åpne åpningene (12) ved hjelp av cellen (9).

7. Anordning ifølge krav 6,

karakterisert ved at ventilplaten (13) er innrettet til å beveges ved hjelp av en fleksibel membran (5) som utgjør hele eller deler av den ene veggen i cellen (9).

8. Anordning ifølge krav 6,

karakterisert ved at ventilplaten (13) er innrettet til å beveges av et stempel, idet cellen utgjøres av en stempel-/syllinderinnretning hvor den ene veggen er formet som et bevegbart stempel i cellehuset.

9. Anordning ifølge de foregående krav 5 - 8,

karakterisert ved at det innvendig i celle er anordnet saltblokker (16).

Fig.1

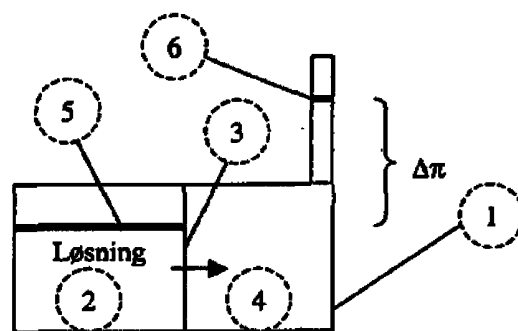


Fig.2

