



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **329268**

(13) **B1**

NORGE

(51) **Int Cl.**

E21B 43/04 (2006.01)

C09K 8/62 (2006.01)

E21B 43/267 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19995460	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	1999.11.08	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	1999.11.08	(30)	Prioritet	1998.11.09, US, 188880
(41)	Alm.tilgj	2000.05.10			
(45)	Meddelt	2010.09.20			

(73)	Innehaver	Halliburton Energy Services Inc, P O Box 1431, US-OK73536-0431 DUNCAN, USA
(72)	Oppfinner	Jimmie D Weaver, Route 4, Box 230 B1, US-OK73533 DUNCAN, USA Philip D Nguyen, 2001 Overland Drive, Duncan, OK 73533, US-, USA James R Stanford, 4949 West Seminole Road, Duncan, OK 73533, US-, USA Brahmadeo T. Dewprashad, Norman, OK, US-, USA
(74)	Fullmektig	Zacco Norway AS, Postboks 2003 Vika, 0125 OSLO, Norge

(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte for kontroll av partikulær tilbakestrøm i underjordiske brønner
(56)	Anførte publikasjoner	EP 853186 A2
(57)	Sammendrag	

Den foreliggende oppfinnelsen tilveiebringer en fremgangsmåte for behandling av en underjordisk formasjon med et partikulært mettet fluid hvorved partikulær tilbakestrøm reduseres eller hindres. Fremgangsmåten omfatter trinnene med å tilveiebringe en fluidsuspensjon som omfatter en blanding av et partikulært materiale, en klebriggjørende forbindelse og et multifunksjonelt materiale, pumpe suspensjonen inn i den underjordiske formasjonen og avsette blandingen inne i formasjonen hvorved den klebriggjørende forbindelsen retarderer bevegelse av i det minste en del av det partikulære materialet inne i formasjonen ved strøm av fluider fra den underjordiske formasjonen og nevnte multifunksjonelle materiale etterfølgende reagerer med nevnte klebriggjørende forbindelse for å konsolidere i det minste en del av nevnte partikulære materiale inne i nevnte formasjon.

Oppfinnelsen angår løsning for utvinning av hydrokarboner fra en underjordisk formasjon, og nærmere bestemt en fremgangsmåte for kontroll partikulær tilbakestrøm i en underjordisk formasjon.

- 5 Transport av partikulært fast materiale i løpet av produksjonen av hydrokarboner fra en underjordisk formasjon er et vedvarende problem. Transportert fast stoff kan erodere eller forårsake signifikant slitasje på hydrokarbonproduksjonsutstyr anvendt i utvinningsprosessen. Det faste stoffet kan også plugge igjen borehullet og dermed begrense eller fullstendig stoppe fluidproduksjonen. Videre må det transporterte
10 partikulære materialet separeres fra de utvunnede hydrokarbonene hvilket fører til ytterligere kostnader ved bearbeidingen.

- Det partikulære materialet som er tilgjengelig for transport kan være tilstede på grunn av en ukonsolidert beskaftenhet av en underjordisk formasjon og/eller som resultat av
15 brønnbehandlinger som tilsetter partikulære materialer i et borehull eller formasjon, slik som gruspakking eller proppet frakturering.

- Ved behandling av underjordiske formasjoner er det vanlig å tilsette partikulære materialer som et filtermedium og/eller et proppemiddel i nærheten av borehullområdet
20 og i frakturene som strekker seg utover fra borehullet. I fraktureringsoperasjoner blir proppemidlet tilsatt frakturene som dannes når hydraulisk trykk pålegges disse underjordiske stenformasjoner på et sted hvor frakturene utvikles. Proppemidlet suspendert i et viskøst fraktureringsfluid tilsettes på utsiden bort fra borehullet inne i frakturene, idet de blir dannet og utvides ved fortsatt pumping. Ved frigivelse av
25 pumpetrykk forblir proppematerialene i frakturene og holder den separerte stenfasen i en åpen posisjon som danner en kanal for strøm av formasjonsfluider tilbake til borehullet.

- Proppemiddeltilbakestrøm betyr transport av proppemidler tilbake til borehullet ved
30 produksjon av formasjonsfluider etterfølgende frakturering. Dette uønskede resultatet forårsaker unødvendig slitasje på produksjonsutstyr, behov for separasjon av faste stoffer fra produserte hydrokarboner og til tider også nedsettelse av effektiviteten av fraktureringsoperasjonen siden proppemidlet ikke holdes i frakturen og kan begrense størrelsen eller konduktiviteten på den dannede strømningskanalen.
- 35 Proppemiddeltilbakestrøm kan ofte være forstyrrende ved det som er beskrevet som "aggressiv" tilbakestrøm av brønnen etter en stimuleringsbehandling. Aggressiv tilbakestrøm medfører generelt tilbakestrøm av behandlingsfluidet i en hastighet på ca.

- 0,001 til ca. 0,1 fat pr. minutt (BPM) eller perforering av behandlingsfluidene som ble introdusert til den underjordiske formasjonen. Slike tilbakestrøms hastigheter akselerer eller tvinger frem lukking av formasjonen etter at proppemidlet er blitt tilsatt formasjonen. Den raske tilbakestrømmen kan resultere i store mengder proppemiddel
- 5 som strømmer tilbake til borehullet før lukking finner sted eller hvor det finner sted utilfredsstillende brodannelse inne i formasjonen. Den raske tilbakestrømmen er svært ønskelig for operatøren gir et borehull for produksjon av hydrokarboner signifikant raskere enn hva som ville vært resultatet fra andre teknikker.
- 10 I dag er den primære måten for å imøtekomme proppemiddeltilbakestrømsproblemet å anvende harpiksbelagte proppemidler eller harpikskonsolidering av proppemidlet som ikke kan anvendes i aggressive tilbakestrøms situasjoner. Videre er harpiksbelagte proppemidler dyre og anvendes derfor bare de siste fem til tjue prosentene av proppemiddeltilsetningen. Harpiksbelagt proppemiddel er ikke alltid effektivt siden det
- 15 er noen problemer ved tilsetning av det enhetlig inne i frakturene. En annen metode som viser rimelig effektivitet har vært gradvis å frigi fraktureringstrykket, idet fraktureringsoperasjonen er ferdig slik at frakturlukningstrykket som virker mot proppemidlet bygges forsiktig og gjør at proppemiddelpartiklene stabiliseres før tilbakestrømmen av fraktureringsfluidet og starten på hydrokarbonproduksjon. Slik
- 20 langsom returnering er imidlertid uønsket siden det reduserer produksjonen fra borehullet inntil behandlingsfluidet er fjernet.
- I ukonsoliderte formasjoner er det vanlig å tilsette et filtreringssjikt av grus i det nære borehullområdet for å gi en fysisk barriere mot transport av ukonsoliderte
- 25 formasjonspartikler ved produksjon av hydrokarboner. Typisk omfatter slike såkalte "gruspakkingsoperasjoner" pumping og tilsetning av en mengde grus og/eller sand som har en mesh-størrelse mellom ca. 10 og 60 mesh på U.S. standard siktserien til den ukonsoliderte formasjonen tilstøtende borehullet. Det er noen ganger også ønskelig å binde gruspartiklene sammen for å danne en porøs matriks gjennom hvilken
- 30 formasjonsfluider kan passere samtidig med at bulken av ukonsolidert sand og/eller finpartikler skilles ut og holdes tilbake og transporteres til det nære borehullsområdet av formasjonsfluidene. Gruspartiklene kan bestå av en harpiksbelagt grus som er enten delvis herdet eller blir etterfølgende herdet eller kan herdes av en overstrøm av et kjemisk bindemiddel, idet grusen er på plass. Det er også kjent å tilsette forskjellige
- 35 herdebindinger eller herdende lim direkte til en overstrøm av ukonsolidert grus for å binde partiklene sammen.

US-patentene 5.330.005, 5.439.055 og 5.501.275 beskriver en fremgangsmåte for å overvinne problemene med harpikksbelagte proppemidler eller gruspakninger ved tilsetning av et fibermateriale i fluidet sammen med det partikulære materialet som tilsettes den underjordiske formasjonen. Fibrene har vanligvis en lengde som varierer
5 fra ca. 2 mm og en diameter på ca. 6 til ca. 200 mikron. Fibrillerte fibre av mindre diametre kan også anvendes. Fibrene antas å tjene som broer over konstruksjoner og åpninger i proppemiddelpakningen og danner en matte eller gitter som holder det partikulære materialet på plass og dermed begrenser partikulær tilbakestrøm. Fibrene resulterer typisk i et 25 prosent eller større tap i permeabilitet av
10 proppemiddelpakningen som dannes sammenlignet med pakning uten fibrene.

Mens denne teknikken kan tjene til å begrense noe tilbakestrøm, sikrer den ikke det partikulære materialet ovenfor hverandre på samme måte som oppnås ved anvendelse av harpikksbelagt partikulært materiale.

15 EP 0853186 A2, tilhørende samme søker som foreliggende patentsøknad, beskriver en annen fremgangsmåte for kontroll av partikulær tilbakestrømning i produksjonsbrønner.

US-patent 5.501.274 beskriver en fremgangsmåte for reduksjon av
20 proppemiddeltilbakestrøm ved tilsetning av et termoplastisk materiale i form av partikler, bånd eller flak med proppemidlet. Ved avsetning av proppemidlet og termoplastisk materiale i formasjonen mykner det termoplastiske materialet og forårsaker at materialet tilstøtende det partikulære materialet festes til det termoplastiske og på den måten danner agglomerater. Agglomeratene danner deretter broer til andre
25 agglomerater og andre partikler for å hindre tilbakestrøm fra formasjonen.

Det ville være ønskelig å tilveiebringe en mer permanent fremgangsmåte som vil binde større mengder partikler av det partikulære materialet til hverandre og dermed danne agglomerater som videre vil tjene til å hindre bevegelse eller tilbakestrøm av partikulært
30 materiale fra borehullet eller formasjonen uten signifikant å redusere permeabiliteten til den partikulære pakningen i løpet av aggressiv tilbakestrøm av behandlingsfluider.

Den foreliggende oppfinnelsen tilveiebringer en fremgangsmåte for behandling av en underjordisk formasjon og en resulterende porøs partikulær pakning som hindrer
35 strømmen av partikulært materiale tilbake gjennom borehullet i løpet av produksjon av hydrokarboner uten signifikante effekter på permeabiliteten av den partikulære pakningen.

Foreliggende oppfinnelse tilveiebringer følgelig en fremgangsmåte som omfatter trinnene med innføring av et behandlingsfluid i en underjordisk formasjon; sammenblanding med minst en del av nevnte fluid av et partikkelformig materiale som innføres i, og avsettes inne i, formasjonen, sammenblanding med minst en del av det partikkelformige materialet av en væske eller en oppløsning av en klebriggjørende forbindelse, hvorved minst en del av nevnte partikkelmateriale minst delvis belegges med nevnte forbindelse slik at den kritiske resuspensjonshastigheten av nevnte i det minste delvis belagte partikkelmateriale økes med minst ca. 50% når det testes ved et nivå på 0,5 vekt-% aktivt materiale sammenlignet med det partikkelformige materialet alene med vann; avsetning av det partikkelformige materialet belagt med klebriggjørende forbindelse i den underjordiske formasjonen; og tilbakestrømning av fluid fra formasjonen; hvorved det partikkelformige materialet belagt med klebriggjørende forbindelse retarderer bevegelsen av minst en del av det partikkelformige materialet inne i formasjonen.

Det belagte materialet er effektivt til å hindre tilbakestrømmen av partikulært materiale i en porøs pakning som har en størrelse som varierer fra ca. 2 til ca. 400 mesh godt sammenblandet med det partikulære materialet belagt med klebriggjørende forbindelse.

Det belagte materialet er effektivt til å konsolidere partikulært materiale i form av agglomerater i en formasjon som et resultat av en frakturerings- eller gruspakkingsbehandling utført på en underjordisk formasjon i løpet av aggressiv tilbakestrøm av behandlingsfluidet.

I henhold til den foreliggende oppfinnelsen blir en væske eller løsning av en klebriggjørende forbindelse tilsatt godt sammenblandet med et partikulært materiale slik som vanlige proppemidler eller gruspakningsmaterialer og tilsettes en underjordisk formasjon.

Slik det anvendes i denne beskrivelsen, er begrepet "godt sammenblandet" å forstå som en i det vesentlige enhetlig dispersjon av komponenter i blandingen. Begrepet "simultanblanding" vil være å forstå som en blanding av komponenter som er blandet sammen i det begynnende trinnet av den underjordiske formasjonsbehandlingsprosessen eller klargjøringen for utførelsen av behandlingsprosessen.

Det belagte partikulære materialet eller proppemiddelaterialet kan innbefatte i det vesentlige et hvilket som helst substratmateriale som ikke på en uheldig måte reagerer kjemisk med andre komponenter anvendt ved behandling av den underjordiske formasjonen. Materialet kan innbefatte sand, keramikk, glass, sintret bauxitt,

5 harpiksbelagt sand, harpikssjikt, metallsjikt og lignende. Det belagte materialet kan også innbefatte et ytterligere materiale som blandes sammen med et partikulært materiale og tilsettes en underjordisk formasjon for å redusere partikulær tilbakestrøm. I dette tilfellet kan ytterligere substratmateriale innbefatte glass, keramikk, karbonkompositter, naturlige eller syntetiske polymerer eller metall og lignende i form av fibre, flak, bånd,

10 sjikt, spon, plater og lignende. I dette tilfellet vil det ytterligere substratmaterialet vanligvis være sammenblandet med det partikulære materialet i en mengde i fra ca. 0,1 vektprosent til ca. 5 vektprosent av det partikulære materialet. Den klebriggjørende forbindelsen innbefatter en væske eller en løsning av en forbindelse i stand til å danne minst en delvis belegging av substratmaterialet med hvilket det blir blandet sammen

15 med før eller etter tilsetning til den underjordiske formasjonen. I noen tilfeller kan den klebriggjørende forbindelsen være et fast stoff ved omgivelsesoverflatebetingelser og etter begynnende sammenblanding med det partikulære materialet og etter oppvarming etter tilsetning til borehullet for introduksjon inn i den underjordiske formasjonen, bli en smeltet væske som minst delvis belegger en del av det partikulære materialet.

20 Forbindelser som er egnet for anvendelse som en klebriggjørende forbindelse innbefatter i det vesentlige en hvilken som helst forbindelse som når den er i væskeform eller i en løsemiddelløsning, vil danne et ikke-herdende belegg, av seg selv, på det partikulære materialet som gir agglomerering og vil øke den vedvarende kritiske resuspensjonshastigheten av det partikulære materialet når det bringes i kontakt med en

25 strøm av vann som heretter beskrives i eksempel I ved minst ca. 50 prosent over det partikulære materialet alene når det er tilstede i en 0,5 vektprosent konsentrasjon av aktivt materiale og øke den begynnende kritiske resuspensjonshastigheten ved minst ca. 50 prosent over det partikulære materialet alene. Foretrukket blir den vedvarende kritiske resuspensjonshastigheten økt med minst 100 prosent over det partikulære

30 materialet alene, og mest foretrukket minst ca. 150 prosent over det partikulære materialet alene, og den begynnende kritiske resuspensjonshastigheten økes med minst 75 prosent og mest foretrukket minst 100 prosent over det partikulære materialet alene. En særlig foretrukket gruppe av klebriggjørende forbindelser innbefatter polyamider som er væsker eller i løsemiddelløsning ved temperaturen til den underjordiske

35 formasjonen som skal behandles slik at polyamidene er i seg selv ikke-herdende når de er tilstede på de partikulære materialene som tilsettes den underjordiske formasjonen. Et særlig foretrukket produkt er et kondensasjonsreaksjonsprodukt som består av

kommersielt tilgjengelige polysyrer og et polyamin. Slike kommersielle produkter omfatter forbindelser slik som blandinger av C_{36} dibasiske syrer som inneholder noen trimerer og høyere oligomerer og også små mengder av monomersyrer som er reagert med polyaminer. Andre polysyrer omfatter trimersyrer, syntetiske syrer produsert fra
 5 fettsyrer, maleinsyreanhydrid og akrylsyre og lignende. Slike syreforbindelser er tilgjengelige fra selskaper slik som Witco, Union Camp, Chemtall og Emery Industries. Reaksjonsproduktene er tilgjengelige fra, for eksempel, Champion Chemicals, Inc. og Witco.

- 10 Generelt blir polyamidene anvendt i forbindelse med oppfinnelsen kommersielt produsert ved batchvis behandling av polysyrer, som for det meste har to eller flere syrefunksjonaliteter pr. molekyl, med et polyamin. Som godt kjent innen produksjonsindustrien, blir polysyrer og polyfunksjonelle aminer tilsatt en reaktor hvor det, under røring, dannes aminsalter som en svak eksoterm reaksjon. Etter
 15 sammenblanding følger oppvarming for å fremme endoterm dehydrering og dannelsen av polymersmelten ved polykondensasjon. Vannet i reaksjonen kondenseres og fjernes og gir polyamidet. Molekylvekten og slutttegenskapene til polymeren kontrolleres ved valg av andel fødemateriale, oppvarmingshastighet og skjønnsom anvendelse av monofunksjonelle syrer og aminer for å terminere kjedepropagering. Generelt er et
 20 overskudd av polyamin til stede for å hindre ukontrollert kjedepropagering. Ureagerte aminer kan fjernes ved destillasjon, hvis ønskelig. Ofte blir et løsemiddel, slik som en alkohol, sammenblandet med slutt-kondensasjonsreaksjonsproduktet for å gi en væskeløsning som er lett å håndtere. Kondensasjonsreaksjonen utføres vanligvis ved en temperatur på fra ca. 107°C til ca. 232°C under en nitrogenstrøm for å fjerne det
 25 kondenserte vannet fra reaksjonen. Polyaminer kan innbefatte for eksempel etylendiamin, dietylentriamin, trietylentetraamin, aminoetylpipezazin og lignende.

- Polyamidene kan omdannes til kvaternære forbindelser ved omsetning med metylenklorid, dimetylsulfat, benzyklorid, dietylsulfat og lignende. Typisk bevirkes
 30 kvaterniseringsreaksjonen ved en temperatur på fra ca. 38°C til ca. 93°C over en tidsperiode på fra ca. 4 til 6 timer.

- Kvaterniseringsreaksjonen kan utføres for å forbedre den kjemiske kompatibiliteten til den klebriggjørende forbindelsen med andre kjemikalier anvendt i behandlingsfluidene.
 35 Kvaternisering av den klebriggjørende forbindelsen kan redusere effektene av brytere i fluidene og redusere eller minimalisere buffereffektene av forbindelsene når de er tilstede i forskjellige fluidier.

Ytterligere forbindelser som kan anvendes som klebriggjørende forbindelser omfatter væsker og løsninger av for eksempel polyestere, polyetere og polykarbamater, polykarbonater, naturlige harpikser slik som skjellakk og lignende.

5

Den klebriggjørende forbindelsen blandes med det partikulære materialet i en mengde på fra ca. 0,1 vektprosent til ca. 3,0 vektprosent av aktivt materiale av det belagte partikulære materialet. Det er å forstå at større mengder kan anvendes, men større mengder øker imidlertid ikke vanligvis ytelsen signifikant og kan uønsket redusere permeabiliteten av den partikulære pakningen. Foretrukket blir den klebriggjørende forbindelsen blandet sammen med det partikulære materialet som tilsettes den underjordiske formasjonen i en mengde på fra ca. 0,25 vektprosent til ca. 2,0 vektprosent av det belagte partikulære materialet.

10

Når den klebriggjørende forbindelsen anvendes med andre materialer som skal blandes med det partikulære materialet og som i det minste delvis skal belegges med den klebriggjørende forbindelsen, slik som glassfibre og lignende, er forbindelsen tilstede i en mengde på fra ca. 10 vektprosent til ca. 250 vektprosent aktivt materiale av glassfibrene eller andre tilsatte materialer og vanligvis fra ca. 0,1 vektprosent til ca. 3 vektprosent aktivt materiale av mengden av partikulært materiale med hvilket det belagte materialet blandes godt sammen. Foretrukket er den klebriggjørende forbindelsen til stede i en mengde på fra ca. 50 vektprosent til ca. 150 vektprosent av materialet som i det minste delvis skal belegges med den klebriggjørende forbindelsen og deretter tilsettes det partikulære materialet. Minst en del av den klebriggjørende forbindelsen som tilsettes det ytterligere materialet vil bringes i kontakt med og belegge minst en porsjon av det partikulære materialet med hvilket det blir blandet sammen.

20

25

30

Væsken eller løsningen av klebriggjørende forbindelse samvirker mekanisk med partiklene til det partikulære materialet som tilsettes den underjordiske formasjonen for å begrense eller hindre tilbakestrømmen av partikulært materiale til borehullet.

35

Væsken eller løsningen av klebriggjørende forbindelse tilsettes generelt det partikulære materialet i en hvilken som helst av de vanlige frakturering- eller gruspakningsfluider som omfattes av et vandig fluid, et vandig skum, et hydrokarbonfluid eller en emulsjon, et viskositetsmiddel og en hvilken som helst av de forskjellige kjente bryterne, bufrene, surfaktantene, leirestabilisatorene eller lignende.

Generelt kan den klebriggjørende forbindelsen tilsettes fluider som har en pH i området fra ca. 3 til ca. 12 for tilsetning til en underjordisk formasjon. Forbindelsene er anvendelige til å redusere bevegelse av det partikulære materialet inne i formasjonen ved temperaturer fra ca. omgivelsestemperatur til over 149°C. Det er å forstå at ikke alle klebriggjørende forbindelser vil være anvendelige over hele pH eller

5 temperaturområdet, men hver forbindelse er anvendelig over minst en del av området og det kan lett velges ut det anvendelige operasjonsområdet for forskjellige produkter ved anvendelse av godt kjente tester og uten mye eksperimentering.

- 10 Væsken eller løsningen av klebriggjørende forbindelse tilsettes generelt det partikulære materialet som en simultan blanding ved tilsetning til frakturings- eller gruspakkingsfluidet sammen med det partikulære materialet. Frakturingsfluidslurryene tilsettes den underjordiske formasjonen i en hastighet og ved et trykk tilstrekkelig til å danne minst en fraktur i formasjonen inn i hvilken
- 15 partikulært materiale deretter tilsettes for å proppe den dannede frakturen åpen for å gjøre hydrokarbonproduksjon letter. Gruspakkingsbehandling blir vanligvis utført ved langsommere hastigheter og trykk hvorved fluidet kan introduseres til formasjonen for å danne en kontrollert partikkelstørrelsespakning som omgir en sil posisjonert i borehullet hvor frakturering av formasjonen kan eller ikke kan finne sted. Den partikulære
- 20 pakningen som omgir borehullet vil da fungere til å hindre finpartikler eller formasjonspartikulært materiale fra å migrere inn i borehullet ved produksjon av hydrokarboner fra den underjordiske formasjonen.

- Den klebriggjørende forbindelsen kan tilsettes fluidet før, etter eller simultant med
- 25 tilsetning av det partikulære materialet til fluidet. Væsken eller løsningen kan blandes sammen med hele mengden av partikulært materiale som tilsettes den underjordiske formasjonen eller den kan tilsettes bare med en del av det partikulære materialet, slik som i sluttstadiet av behandlingen for å tilsette den godt blandede løsningen til formasjonen i nærheten av borehullet. For eksempel kan den klebriggjørende
- 30 forbindelsen tilsettes bare til de siste 20 til 30 prosentene av det partikulært mettede fluidet tilsatt formasjonen og den herdbare harpiksen kan tilsettes bare til de siste 10 til 20 prosentene av det partikulært mettede fluidet. I dette tilfellet vil den godt sammenblandede blandingen danne en sluttbehandling som etter interaksjon inne i formasjonen med det partikulære materialet vil gjøre at partiklene brodanner på
- 35 agglomeratene dannet deri og hindrer bevegelse av partiklene inn i borehullet med de produserte fluidene. Den klebriggjørende forbindelsen kan tilsettes til blanderen eller til et hvilket som helst strømningsrør hvori de vil bringes i kontakt med materialet for i det

minste delvis å bli belagt med forbindelsene. Forbindelsene kan tilsettes med metriske pumper eller lignende før behandlingsfluidet kommer inn i den underjordiske formasjonen.

- 5 I en alternativ utførelsesform kan det partikulære materialet først blandes sammen med enten den klebriggjørende forbindelsen før den blandes sammen med et behandlingsfluid for anvendelse i en underjordisk formasjon.

For ytterligere å illustrere den foreliggende oppfinnelsen er følgende eksempler
10 tilveiebrakt.

EKSEMPEL 1

- Evaluerings av en væske eller løsning av en forbindelse for anvendelse som en
- 15 klebriggjørende forbindelse blir utført ved følgende test. En kritisk resuspensjonshastighet blir først bestemt for materialet som den klebriggjørende forbindelsen skal belegge. Apparatet innbefatter et ½" glassrør som er forbundet med en innløpskilde med vann og en utløpsavløpsledning er blokkert for fluidstrøm. En vannslurry av partikulært materiale suges inn i røret gjennom innløpet og samles opp i
 - 20 en lavere del av nevnte rør ved filtrering gjennom en sil. Når den laveste delen er full, blir vakuumbilden fjernet og en plugg anvendes for å forsegle enden av den laveste delen av røret. Strømningskanalen fra innløpet til utløpet blir deretter skrubbet ren og en volumetrisk kontrollert pumpe, slik som en "MOYNO"-pumpe, forbindes med innløpet og en kontrollert strøm av vann initieres. Hastigheten til fluidet blir forsiktig økt
 - 25 gjennom innløpet til den første partikkelen av det partikulære materialet blir plukket opp av den strømmende vannstrømmen. Dette bestemmer grunnlinjen for starten av resuspensjonshastigheten. Strømningshastigheten blir deretter videre økt til fjerningen av partikler blir vedvarende. Dette bestemmer grunnlinjen for den vedvarende resuspensjonshastigheten. Testen blir deretter avsluttet og apparatet fylles en gang til
 - 30 med partikulært materiale som har et belegg tilsvarende ca. 0,5 vektprosent aktivt materiale av det partikulære materialet som påføres dertil. Tilsvarende tendenser observeres generelt i resultatene når konsentrasjonene som testes er fra ca. 0,1 vektprosent til ca. 3 vektprosent, imidlertid er 0,5 vektprosent-nivået som er innenfor det foretrukne anvendelsesområdet, foretrukket for standardisering av prosedyren.
 - 35 Testen gjentas for å bestemme utgangspunktet for fjerning av partikulært materiale og hastigheten hvorved fjerningen blir vedvarende. Prosenten av hastighetsøkning (eller minkning) blir deretter bestemt basert på begynnende eller vedvarende grunnlinjeveder.

Resultatene av flere tester ved anvendelse av det foretrukne polyamidet ifølge oppfinnelsen, og vanlig epoksy og fenoliske harpikser kjente for anvendelse ved konsolideringsbehandlinger i underjordiske formasjoner med 12/20 og 20/40 mesh sand er angitt i tabell I nedenfor.

5

TABELL I

Test nr.	Størrelse av partikulært materiale	Beleggingsmiddel, % v/ vekt Partikulært materiale	Prosent hatighetsforandring ved:	
			Sandpartikkel-transportstart	Vedvarende sandtransport
1	20/40/mesh sand	Ingen	0	
2	20/40/mesh sand	½ prosent polyamid	192	222
3	20/40/mesh sand	1 prosent polyamid	271	391
4	20/40/mesh sand	½ prosent fenolisk	-0,5	6,5
5	20/40/mesh sand	1 prosent fenolisk	-9	-6,8
6	20/40/mesh sand	½ prosent epoksy	-9	-1,2
7	20/40/mesh sand	1 prosent epoksy	5,2	12,2
8	12/20/mesh sand	½ prosent polyamid	228	173
9	12/20/mesh sand	1 prosent polyamid	367	242
10	12/20/mesh sand	½ prosent fenolisk	42	22
11	12/20/mesh sand	1 prosent fenolisk	42	13
12	12/20/mesh sand	½ prosent epoksy	48	30
13	12/20/mesh sand	1 prosent epoksy	38	15

10 Dataene viser klart den substansielle økningen i den kritiske resuspensjonshastigheten av et partikulært materiale belagt med den klebriggjørende forbindelsen sammenlignet med andre, kjente formasjonskonsolideringsmidler som krever herding for å være effektive.

15 Testresultatene viser klart de fordelaktige resultatene som oppnås ved utførelse av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen med hensyn til proppemiddelproduksjon fra en simulert formasjon.

EKSEMPEL II

- Stabiliseringsegenskapene til fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen bestemmes ved sammenligning av ubehandlet sand og sand som omfatter en klebriggjørende
- 5 forbindelse. Tilbakestrømhastigheten måles i en American Petroleum Institute-godkjent simulert frakturstrømningscelle. Cellen inneholder Ohio sandstenkjerner som har en proppemiddelsjiktstørrelse på ca. 1,1" i høyde, ca. 7" i lengde og ca. 0,25" i bredde mellom kjernene. Sjiktet er til å begynne med forhåndspakket med 20/40 mesh sand ved tilsetning av sanden til cellen i en vandig slurry eller et gelert fluid som
- 10 inneholder 40 pund guar pr. 1000 gallon vandig fluid. Cellen utstyres med et 0,3" hull ved en ende for å simulere en perforering. Hullet er synlig gjennom et sikteglass slik at proppemiddelproduksjonen gjennom hullet kan bestemmes visuelt.

Cellen blir deretter vasket og pakkes med en annen proppemiddelpakning for testing.

- 15 Testmaterialene er angitt i tabell II, nedenfor.

TABELL II

PRØVE	PAKNINGS- FLUID	ADDITIVER TIL SAND, VEKT-% I FORHOLD TIL SAND	STRØMNINGSHASTIGHET ml/min. HVORVED BRUDD FINNER STED
1	Vann	Ingen	84
2	Gel	Ingen	90
3	Gel	1 vekt-% polyamid	180
4	Gel	2 vekt-% polyamid	384
5	Gel	1 vekt-% polyamid og 1 vekt-% Bakelite 9282 FP harpiks	> 3000 ¹
6	Gel	1 vekt-% polyamid og 1 vekt-% Bakelite 9282 FP harpiks	> 2600 ²

¹ pakking varmet til 121°C i 72 timer før testing, ingen sandproduksjon i løpet av test

² pakking varmet til 82°C i 4 timer før testing, ingen sandproduksjon i løpet av test

P a t e n t k r a v

1.

Fremgangsmåte for behandling av en underjordisk formasjon, hvorved fremgangsmåten
5 omfatter trinnene med innføring av et behandlingsfluid i en underjordisk formasjon;
sammenblanding med minst en del av nevnte fluid av et partikkelformig materiale som
innføres i, og avsettes inne i, formasjonen, sammenblanding med minst en del av det
partikkelformige materialet av en væske eller en oppløsning av en klebriggjørende
10 forbindelse, hvorved minst en del av nevnte partikkelmateriale minst delvis belegges
med nevnte forbindelse slik at den kritiske resuspensjonshastigheten av nevnte i det
minste delvis belagte partikkelmateriale økes med minst ca. 50% når det testes ved et
nivå på 0,5 vekt-% aktivt materiale sammenlignet med det partikkelformige materialet
alene med vann; avsetning av det partikkelformige materialet belagt med
15 klebriggjørende forbindelse i den underjordiske formasjonen; og tilbakestrømning av
fluid fra formasjonen; hvorved det partikkelformige materialet belagt med
klebriggjørende forbindelse retarderer bevegelsen av minst en del av det
partikkelformige materialet inne i formasjonen.

2.

20 Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvorved nevnte klebriggjørende forbindelse
sammenblandes med nevnte partikkelformige materiale i en mengde på fra 0,1 til 3,0
vekt-% av nevnte partikkelformige materiale.

3.

25 Fremgangsmåte ifølge krav 2, hvorved nevnte klebriggjørende forbindelse
sammenblandes med nevnte partikkelformige materiale i en mengde på fra 0,25 til 2
vekt-% av nevnte partikkelformige materiale.

4.

30 Fremgangsmåte ifølge krav 1, 2 eller 3, hvorved nevnte belagte partikkelformige
materiale har en kritisk resuspensjonshastighet på mer enn 100 prosent over nevnte
partikkelformige materiale alene.

5.

35 Fremgangsmåte ifølge krav 1, 2, 3 eller 4, hvorved nevnte klebriggjørende forbindelse
omfatter en væske, eller en oppløsning, av et polyamid.

6.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, 2, 3 eller 4, hvorved nevnte klebriggjørende forbindelse hovedsakelig omfatter et kondensasjonsreaksjonsprodukt av en dimer syre inneholdende noe trimer og høyere oligomerer og noe monomere syrer, med et polyamin.

5

7.

Fremgangsmåte ifølge krav 6, hvorved nevnte polyamin omfatter minst en av etylendiamin, dietylentriamin, trietylentetramin, tetraetylenpentamin, aminoethylpiperazin.

10

8.

Fremgangsmåte ifølge krav 6 eller 7, hvorved nevnte klebriggjørende forbindelse er kvaternisert.

15

9.

Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av krav 1 til 8, hvorved nevnte partikkelformige materiale omfatter minst en av sand, keramisk materiale, harpiksbelagt sand, herdede harpiksperler, sintret bauxitt, metallpartikler, glasspartikler.

20

10.

Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av krav 1 til 4, hvorved den klebriggjørende forbindelsen er minst en av en væske, eller en oppløsning, av en polyester, et polykarbonat, en naturlig harpiks.