



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(11) 320955

(13) B1

(51) Int Cl.

E21B 43/267 (2006.01)

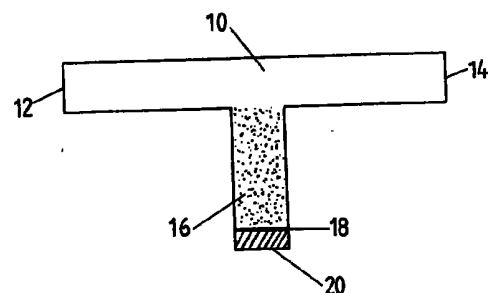
E21B 43/02 (2006.01)

C09K 8/56 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19974554	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	1997.10.02	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	1997.10.02	(30)	Prioritet	1997.01.14, US, 783050
(41)	Alm.tilgj	1998.07.15			
(45)	Meddelt	2006.02.20			
(73)	Innehaver	Halliburton Energy Services Inc, P O Box 1431, OK73536-0431 DUNCAN, US			
(72)	Oppfinner	Jimmie D Weaver, Route 4, P O Box 230 BI, OK73533 DUNCAN, US Philip D Nguyen, 2001 Overland Drive, Duncan, OK 73533, US R Clay Cole, 2325 Hidden Oak, Duncan, OK 73533, US Steven F. Wilson, Duncan, OK, US Bobby K Bowles, Route #2, Box 142, Comanche, OK 73529, US James R Stanford, 4949 West Seminole Road, Duncan, OK 73533, US Mark A Parker, 702 North 9th Street, Duncan, OK 73533, US Brahmadeo T. Dewprashad, , Norman, OK, US			
(74)	Fullmektig	Zacco Norway AS, Postboks 2003 Vik, 0125 OSLO, NO			
(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte for behandling av en underjordisk formasjon			
(56)	Anførte publikasjoner	US 5501274, US 5501275			
(57)	Sammendrag				

Foreliggende oppfinnelse angir en fremgangsmåte for behandling av en underjordisk formasjon med et fluid ladet med et partikkelmateriale hvorved den partikulære tilbakestrømningen er redusert eller forhindret. Fremgangsmåten innbefatter å frembringe en blanding av et partikkelmateriale, en klebelig forbindelse og et herdbart resin, pumping av blandingen inn i en underjordisk formasjon og avsetning av blandingen i formasjonen hvorved den klebrige forbindelse begrenser bevegelse av i det minste en del av partikkelmaterialet i formasjonen ved strømming av fluider fra den underjordiske formasjon og det nevnte herdbare resin konsoliderer derpå i det minste en del av det nevnte partikkelmaterialet i den nevnte formasjon.



Foreliggende oppfinnelse vedrører midler for utvinning av hydrokarboner fra en underjordisk formasjon og særlig fremgangsmåte og middel for styring av transport av faste partikler ved produksjon av hydrokarboner fra en underjordisk formasjon.

- 5 Transport av faste partikler ved produksjon av hydrokarboner fra en underjordisk formasjon er et kontinuerlig problem. De transporterte faste stoffer kan erodere eller forårsake betydelig slitasje på utstyr som benyttes i utvinningsprosessen ved produksjon av hydrokarboner. De faste stoffer kan også tette eller plugge igjen borehullet og derved begrense eller fullstendig stoppe fluidproduksjonen. Videre, må de transporterte
10 partikler separeres fra de utvunne hydrokarboner hvilket tilfører ytterligere kostnader til prosessen.

- De partikler som er tilgjengelige for transport kan være til stede på grunn av en ukonsolidert beskaffenhet i den underjordiske formasjon og/eller som et resultat av
15 brønnbehandling med plassering av partikler i et borehull eller en formasjon, slik som ved pakking av grus eller proppet sprekkdannelse.

- Ved behandling av underjordiske formasjoner er det vanlig å plassere partikkelmaterialer som et filtermedium og/eller et proppemateriale i det nære området
20 ved borehullet og i sprekker som strekker seg utad fra borehullet. I sprekkdannelsesoperasjoner føres proppematerialet inn i sprekker som dannes når hydraulisk trykk påføres disse underjordiske fjellformasjonene på et punkt hvor sprekker er utviklet. Proppematerialet oppløst i et viskøst sprekkdannelsesfluid føres utad fra borehullet i sprekkene ettersom de dannes og sprer seg ved kontinuerlig pumping. Ved
25 frigjøring av pumpetrykket forblir proppematerialet i sprekkene og holder de separerte bergflatene i en åpen posisjon som danner en kanal for tilbakestrømning av formasjonsfluid til borehullet.

- Tilbakestrømning av proppematerialet er transporten av proppematerialet tilbake inn i
30 borehullet med produksjonen av formasjonsfluid som etterfølger sprekkdannelsen. Dette uønskede resultatet forårsaker unødige slitasjer av produksjonsutstyret, behov for separasjon av faste partikler fra de produserte hydrokarboner og reduserer også til tider effektiviteten av sprekkdannelsesoperasjonen da proppematerialet ikke forblir i sprekkene hvilket kan begrense åpningen eller ledeevnen til den dannede
35 strømningskanal. Tilbakestrømning av proppematerialet økes ofte av det som beskrives som "aggressiv" tilbakestrømning av brønnen etter en stimulerende behandling. Aggressiv tilbakestrømning medfører hovedsakelig tilbakestrømning av

behandlingsfluidet med en hastighet fra omtrentlig 0,001 til omtrentlig 0,1 fat pr. minutt (BPM) pr. sprekk av behandlingsfluidet som ble innført i den underjordiske formasjon.

5 Slike tilbakestrømningshastigheter akselererer eller fremtvinger lukning av formasjonen på proppematerialet som er innført i formasjonen. Den høye strømningshastigheten kan resultere i at store mengder av proppematerialet strømmer tilbake inn i borehullet før lukning oppstår eller at det oppstår utilstrekkelig brodannelse i formasjonen. Den raske tilbakestrømningen er svært ønskelig for operatøren ettersom den returnerer et borehull til produksjon av hydrokarboner betydelig tidligere enn hva tilfellet er med andre
10 teknikker.

Det middel som hovedsakelig benyttes for å møte problemet med tilbakestrømning av proppematerialet er å tilsette harpiksdekkede proppematerialer eller harpikskonsolidering av proppematerialet hvilket ikke er mulig å benytte i aggressive
15 tilbakestrømningssituasjoner. Videre er kostnaden ved harpiksdekkede proppematerialer høy, og dette benyttes derfor kun i de siste 5 til 25 % av proppematerialplasseringen. Harpiksdekket proppemateriale er ikke alltid effektivt da det er vanskeligheter med å plassere dette jevnt i sprekkene. Et ytterligere middel som oppviser akseptabel effektivitet har vært å gradvis avlaste sprekkdannelsestrykket når
20 sprekkdannelsesoperasjonen er ferdig slik at sprekkens lukketrykk som virker mot proppematerialet bygges opp sakte og tillater at proppematerialets partikler stabiliseres før tilbakestrømning av sprekkfluidet og begynnelsen av hydrokarbonproduksjonen. Slik langsom retur er imidlertid uønskelig, da det reduserer produksjonen fra borehullet til behandlingsfluidet er fjernet.

25 I ukonsoliderte formasjoner er det vanlig å plassere et filtreringslag av grus i området nær borehullet som representerer en fysisk barriere for transporten av fine partikler av ukonsoliderte formasjoner med produksjonen av hydrokarboner. Vanligvis innbefatter såkalte "gruspakkeoperasjoner" pumping og plassering av en mengde grus og/eller sand
30 med en maskestørrelse mellom 10 og 60 "mesh" i U.S. Standard Sieve Series inn i den ukonsoliderte formasjon i umiddelbar nærhet av borehullet. Det er noen ganger også ønskelig å binde gruspartiklene sammen for å danne en porøs matrise gjennom hvilken formasjonsfluidet kan passere, mens hovedmengden av de ukonsoliderte sand- og/eller fine partikler transport til området i nærheten av borehullet av formasjonsfluidene,
35 filtreres ut og holdes tilbake. Gruspartiklene kan bestå av resinbelagt grus som enten er delvis herdet og som etterfølgende herder fullstendig eller som kan herdes ved en overstrømning av et kjemisk bindemiddel når grusen er på plass. Det er også kjent å

tilsette ulike herdbare bindemidler eller herdbare klebemidler direkte til en overstrømning av ukonsolidert grus for å binde partiklene sammen.

- US-patenter nr. 5330005, 5439055 og 5501275 beskriver en fremgangsmåte for å
- 5 overkomme vanskelighetene med resinbelagte proppematerialer eller gruspakker ved innblanding av et fibrøst materiale i det fluid som partiklene innføres med i den underjordiske formasjon. Fibrene har vanligvis en lengde over omtrentlig 2 mm og en diameter fra omtrent 6 til omtrent 200 mikron. Fiberdannede fibre med mindre diameter kan også benyttes. Fibrene antas å fungere som brobygger over hindringer og åpninger i
- 10 det pakkede proppematerialet og danner en matte eller rammeverk som holder partiklene på plass hvilket begrenser partikulær tilbakestrømning. Fibrene resulterer vanligvis i et 25% eller større tap i permeabiliteten til proppematerialpakken som dannes sammenlignet med en pakke uten fibre.
- 15 Mens denne teknikken kan begrense noe tilbakestrømning, vil den ikke sikre partiklene til hverandre på en slik måte som oppnås ved bruk av resinbelagte partikler.

- US-patent nr. 5501274 beskriver en fremgangsmåte for å redusere tilbakestrømning av proppematerialet ved innføring av termoplastisk materiale i partikkel, bånd eller
- 20 flakform med proppematerialet. Ved avsetning av proppematerialet og termoplastisk materiale i formasjonen mykgjøres det termoplastiske materialet og forårsaker at de til materialet nærliggende partikler fester seg til det termoplastiske materialet og danner agglomerater. Agglomeratene danner deretter bro med andre agglomerater og andre partikler for å hindre tilbakestrømning fra formasjonen.

- 25 Det ville være ønskelig å frembringe en fremgangsmåte som vil binde større antall partikler til hverandre hvorved agglomerater kan dannes som videre vil bidra til å forhindre bevegelse eller tilbakestrømning av partikler fra et borehull eller en formasjon uten å betydelig redusere permeabiliteten til partikkelpakken under aggressiv
- 30 tilbakestrømning av behandlingsfluid.

- Ifølge oppfinnelsen er det således tilveiebragt en fremgangsmåte for behandling av en underjordisk formasjon som angitt i innledningen til de medfølgende kravene 1 til 10. Fremgangsmåten er kjennetegnet ved innblanding av en væske eller oppløsning av en
- 35 klebrig forbindelse med i det minste en del av det nevnte partikkelmaterialet hvorved i det minste en del av det nevnte partikkelmaterialet i det minste er delvis dekket av den nevnte forbindelse slik at den kritiske gjenoppløsningshastigheten til det nevnte, i det

minste delvis dekkede, partikkelmaterialet økes med i det minste omtrent 50 % under forsøk ved et 0,5 vekt-% nivå med aktivt aktivt materiale i forhold til partikkelmaterialet alene med vann; innblanding av et herdbart resin med i det minste en del av det nevnte partikkelmaterialet i det nevnte behandlingsfluid hvorved i det minste en del av det
5 nevnte partikkelmaterialet er i det minste delvis dekket av det nevnte resin; avsetning av den klebrige forbindelsen og partikkelmaterialet dekket med den herdbare resin i den underjordiske formasjon; og tilbakestrømning av fluid fra formasjonen hvorved partikkelmaterialet dekket med den klebrige forbindelse holder tilbake bevegelse av i det minste en del av partikkelmaterialet i den nevnte formasjonen, og hvorpå det nevnte
10 herdbare resin konsoliderer i det minste en del av partikkelmaterialet i den nevnte formasjon.

De foretrukne trekk ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen fremgår av de medfølgende uselvstendige kravene 2 til 10.

15

Det beskrives en fremgangsmåte og et fluid for behandling av underjordiske formasjoner og en resulterende porøs partikkelpakke som forhindrer strømmen av partikler tilbake gjennom borehullet med produksjonen av hydrokarboner uten betydelig påvirkning av permeabiliteten til partikkelpakken.

20

I overensstemmelse med oppfinnelsen er det gitt en fremgangsmåte for behandling av underjordiske formasjoner gjennom boret av et borehull, omfattende at det er tilveiebrakt en fluidoppløsning innbefattende en blanding av partikkelmateriale, et materiale innbefattende en væske eller oppløsning av en klebelig forbindelse, som dekker i det
25 minste en del av partikkelmaterialet ved blanding med dette, og en herdbar resin, som dekker eller er belagt på i det minste en del av partikkelmaterialet, pumping av fluidoppløsningen med det dekkede partikkelmaterialet gjennom borehullet og avsetning av blandingen i formasjonen. Ved avsetning av proppematerialet som er dekket med den klebelige forbindelsen og resinmaterialblanding i formasjonen
30 forårsaker tildekningen at partikkelmaterialet i nærheten av det dekkede materialet fester seg til det dekkede materialet, hvorved det dannes proppematerialagglomerater som danner bro mot andre partikler i formasjonen for å minimere initiell partikulær tilbakestrømning og den herdbare resin konsoliderer etterfølgende partiklene før og under tilbakestrømning.

35

Det dekkede materialet hindrer effektivt den partikulære tilbakestrømningen i en porøs pakke med en størrelse fra omtrent 2 til omtrent 400 mesh i intim blanding med de

partikler som er dekket med den klebelige bestanddel, og partikkelmaterialet dekket med herdbar resin.

Det dekkede materialet konsoliderer effektivt partiklene i form av agglomerater i formasjonen som et resultat av en sprekkdannelse eller gruspakkebehandling utført i en underjordisk formasjon under aggressiv tilbakestrømning av behandlingsfluidet.

Fig. 1 viser en skjematisk illustrasjon av testanordningen som benyttes for å bestemme den kritiske gjenoppløsningshastigheten for et dekket substratmateriale.

10

I overensstemmelse med foreliggende oppfinnelse blandes en væske eller oppløsning av en klebelig forbindelse i en intim blanding med et partikulært materiale slik som vanlige proppematerialer eller gruspakke materialer sammen med et herdbart resin, og innføres i en underjordisk formasjon.

15

Benyttet i denne beskrivelse skal uttrykket “intim blanding” forstås som en hovedsakelig uniform fordeling av komponenter i blandingen. Uttrykket “simultan blanding” forstås som en blanding av komponenter som føres sammen i det første trinnet av behandlingsprosessen i den underjordiske formasjon eller i forberedelsene for utføringen av behandlingsprosessen.

20

Det dekkede partikulære eller proppematerialet kan inneholde hovedsakelig ethvert substratmateriale som ikke uønskelig reagerer kjemisk med andre komponenter benyttet i behandlingen av den underjordiske formasjon. Materialet kan innbefatte sand, keramer, glass, sintret bauxitt, resindekket sand, resinperler, metallperler o.l. Det dekkede materialet kan også innbefatte et ytterligere materiale som er blandet med et partikkelmateriale og innført i en underjordisk formasjon for å redusere den partikulære tilbakestrømning. I dette tilfellet kan det ytterligere substratmaterialet innbefatte glass, keramikk, karbonkompositter, naturlige eller syntetiske polymerer eller metaller og lignende i form av fibre, flak, bånd, perler, spon, små plater og lignende. I dette tilfellet vil det ytterligere substratmaterialet hovedsakelig bli blandet med det partikulære materialet i en mengde av omtrentlig 0,1 til omtrent 5 vekt-% av partikkelmaterialet. Den klebelige forbindelsen innbefatter en væske eller en oppløsning av en forbindelse i stand til å danne i det minste et delvis belegg på substratmaterialet ved hvilket det er blandet før eller etter plassering i den underjordiske formasjon. I enkelte tilfeller kan den klebelige bestanddel være et fast stoff ved omgivende overflateforhold og ved innblanding med det partikulære materialet og som etter oppvarming ved innføring i

35

borehullet for innføring inn i den underjordiske formasjon, blir en smeltet væske som i det minste delvis dekker en del av partikkelmaterialet. Forbindelser som er egnede for bruk som en klebelig forbindelse innbefatter hovedsakelig enhver forbindelse som, når den er i flytende form eller i en oppløsning vil danne et ikke-herdende belegg, av seg selv, på partikkelmaterialet, hvilket frembringer agglomerdannelse, og vil øke den kontinuerlige kritiske gjenoppløsningshastigheten til partikkelmaterialet ved kontakt med en vannstrøm som heretter beskrevet i eksempel I ved i det minste omtrent 50% i forhold til partikkelmaterialet alene når dette er tilstede i en 0,5 vekt-% aktiv materialkonsentrasjon og øker den initielle kritiske gjenoppløsningshastigheten med i det minste omtrentlig 50% i forhold til partikkelmaterialet alene. Fortrinnsvis økes den kontinuerlige kritiske gjenoppløsningshastigheten med i det minste 100% i forhold til partikkelmaterialet alene og ytterligere foretrukket i det minste omtrent 150% i forhold til partikkelmaterialet alene og den initielle kritiske gjenoppløsningshastigheten økes med i det minste 75% og ytterligere foretrukket i det minste 100% i forhold til partikkelmaterialet alene. En særlig foretrukket gruppe av klebelige forbindelser innbefatter polyamider som er flytende eller i oppløsning ved temperaturen til den underjordiske formasjon som behandles slik at polyamidene er, av seg selv, ikke-herdende når de er tilstede på partiklene innført i den underjordiske formasjon. Et særlig foretrukket produkt er et kondensasjonsreaksjonsprodukt innbefattende kommersielt tilgjengelige polysyrer og et polyamin. Slike kommersielle produkter inkluderer forbindelser slik som blandinger av C₃₆ dibasiske syrer inneholdende enkelte trimerer og høyere oligomerer og også små mengder av monomersyrer som er reagert med polyaminer. Andre polysyrer inkluderer trimersyrer, syntetiske syrer produsert fra fettsyrer, maleinsyreanhydrid og akrylsyre o.l. Slike syreforbindelser er tilgjengelige fra selskaper slik som Witco, Union Camp, Chemtall og Emery Industries.

Reaksjonsproduktene er tilgjengelige fra, f.eks. Champion Chemicals, Inc. og Witco.

Hovedsakelig produseres polyamidene i foreliggende oppfinnelse porsjonsvis ved prosessering av polysyrer hovedsakelig med to eller flere syrefunksjoner pr. molekyl med et polyamin. Det er velkjent i fremstillingsindustrien at polysyrer og polyfunksjonelle aminer innføres i en reaktor hvor, med omrøring, den mildt eksoterme dannelsen av amidsalter oppstår. Etter blanding tilføres varme for å frembringe endoterm dehydrering og dannelse av smeltet polymer ved polykondensasjon. Vannet i reaksjonen kondenserer og fjernes fra polyamidet. Den molekylære vekt og endelige egenskaper til polymeren styres ved valg og sammensetning av råstoff, oppvarmingshastighet og skjønnsom bruk av monofunksjonelle syrer og aminer for å avslutte kjededannelse. Hovedsakelig er et overskudd av polyamin tilstede for å

forhindre ukontrollert kjededannelse. Ureagerte aminer kan fjernes ved destillasjon, om ønskelig. Ofte blandes et løsemiddel, slik som en alkohol med det siste kondensasjonsreaksjonsproduktet for å frembringe en flytende oppløsning som enkelt kan håndteres. Kondensasjonsreaksjonen oppnås hovedsakelig ved en temperatur av
5 omtrent 225°F til omtrent 450°F under et nitrogensveip for å fjerne det kondenserte vann fra reaksjonen. Polyaminene kan, f.eks., innbefatte etylendiamin, dietyltriemin, trietyltetraamin, aminoetylpipezazin o.l.

Polyamidene kan konverteres til kvaterner sammensetninger ved reaksjon med
10 metylenklorid, dimetylsulfat, benzylklorid, dietylsulfat o.l. Vanligvis vil kvaterniseringsreaksjonen bli påvirket ved en temperatur på omtrent 100 til omtrent 200°F over en periode på omtrent 4 til 6 timer.

Kvaterniseringsreaksjonen kan benyttes for å forbedre den kjemiske kompatibiliteten til
15 den klebrige forbindelsen med de andre kjemikaliene benyttet i behandlingsfluidene. Kvaternisering av den klebrige forbindelsen kan redusere effektene på brytningsmaterialet i fluidet og redusere eller minimere buffereffektene av forbindelsene når disse er tilstede i ulike fluider.

20 Ytterligere forbindelser som kan benyttes som klebelige forbindelser inkluderer væsker og løsninger av, f.eks. polyestre og polykarbamater, polykarbonater, naturlige resiner slik som skjellakk o.l.

Den klebelige forbindelse er blandet med partikkelmaterialet i en mengde av omtrent
25 0,1 til omtrent 3,0 vekt-% aktivt materiale av det dekkede partikkelmaterialet. Det skal bemerkes at større mengder kan benyttes, imidlertid øker hovedsakelig ikke større mengder ytelsen vesentlig, og dette kan uønsket redusere permeabiliteten til partikkelpakken. Den klebelige forbindelse er fortrinnsvis blandet med partikkelmaterialet innført i den underjordiske formasjon i en mengde av omtrentlig
30 0,25 til omtrent 2 vekt-% av det dekkede partikkelmaterialet.

Når den klebelige forbindelse benyttes med et annet materiale som skal blandes med partikkelmaterialet og som skal være i det minste delvis dekket med den klebelige forbindelse, slik som glassfiber eller lignende, er forbindelsen tilstede i en mengde av
35 omtrentlig 10 til omtrentlig 250% aktivt materiale etter vekten av glassfibre eller andre tilsatte materialer og hovedsakelig fra omtrentlig 0,1 til omtrent 3 vekt-% aktivt materiale av mengden partikkelmateriale ved hvilket det dekkede materialet er intimt

blandet. Den klebelige forbindelse er fortrinnsvis tilstede i en mengde av omtrentlig 50 til omtrentlig 150% av det materialet som skal være i det minste delvis dekket med den klebelige forbindelse og deretter tilsatt partikkelmateriale. I det minste en del av den klebelige forbindelse innført med det ytterligere materialet vil komme i kontakt med og
 5 dekke i det minste en del av partikkelmaterialet hvilket er blandet inn.

Den herdbare resin innbefatter en epoksy eller fenolresin eller andre forbindelser i stand til i det minste å delvis være belagt på et partikulært substrat og deretter herdet til en høyere grad av polymerisasjon. Eksempler på slike resiner inkluderer
 10 fenolaldehydresiner av både resol og novalakktype, urea-aldehydresiner, melaminaldehydresiner, epoksyresiner, furfurylalkoholresiner og lignende. Herdingen kan komme fra oppvarming av resinet til en høyere temperatur slik som kan forekomme med resolresiner eller ved tilsetning av en katalysator eller tverrforbinder til det resin som initierer polymerisasjon. Blandinger av resiner slik som resolet og novalakkresinet.
 15 Ulike resiner er beskrevet f.eks. i US-patenter 5420174, 5218038, 5425994 og 4888240, hvilke her er brakt til kjenne ved referanse. Særlig foretrukne resiner inkluderer epoksyresiner slik som "EPON 828" epoksyresin fra Shell Chemical Company, Houston, Texas, USA. Fenolresiner slik som "Resin 1866" fra Acme Resin Corporation, Borden Division, Forrest Park, Illinois, USA, furanresiner slik som "ARS-1500" resin
 20 fra Advanced Resin Systems, Des Plains, Illinois, USA, og novalakkresiner slik som "Bakelite 9282 FP" resin som også er tilgjengelig fra Advanced Resin Systems.

Resinet er blandet med partikkelmateriale i en mengde fra omtrent 0,01 til omtrent 5,0 vekt-% av partikkelmaterialet. Resinet er fortrinnsvis blandet med partikkelmaterialet i
 25 en mengde av fra omtrent 0,05 til omtrent 1,0 vekt-% av partikkelmaterialet. Herdemiddel, katalysator eller tverrforbindere valgt blant de som er velkjente på området kan benyttes med resinet for å herde resinet og danne en konsolidert matrise av partikkelmaterialet.

30 Væsken eller oppløsningen av klebelig forbindelse samvirker mekanisk med partiklene i partikkelmaterialet innført i den underjordiske formasjon for å begrense eller hindre tilbakestrømning av partikkelmateriale til borehullet under initiell tilbakestrømning før herding og konsolidering av partiklene ved den herdbare resin.

35 I en utførelsesform kan den klebelige forbindelse, når den besto av polyamider, være blandet og i kontakt med et materiale som har multifunksjonelle reaktive seter som er i stand til å reagere med den klebelige forbindelse for å danne et hardt reaksjonsprodukt

- som konsoliderer agglomeratene dannet av den klebelige forbindelse. Et "hardt reaksjonsprodukt" som benyttet her betyr at reaksjonen av den klebelige forbindelse med det multifunksjonelle materialet vil resultere i et hovedsakelig ikke-strømbart reaksjonsprodukt som oppviser en høyere kompresjonsstyrke i et konsolidert agglomerat
- 5 enn den klebelige forbindelse alene med partikkelmaterialet. Et middel for å evaluere det konsoliderte agglomerat for å bestemme hvorvidt en økning i kompresjonsstyrke har oppstått, er gjennomtesting med et penetrometer. Prøver kan forberedes bestående av partikkelmateriale dekket med den klebelige forbindelse, multifunksjonelt materiale og en blanding som beskrevet i foreliggende søknad og penetrometeravlesninger kan
- 10 foretas ved bruk av utstyr slik som PWG Penetrometer fra Precision Scientific Company, Chicago, Illinois, USA. Sammenligning av penetrometeravlesningene demonstrerer tydelig den endring som har forekommet som et resultat av reaksjonen. I dette tilfellet fungerer den klebelige forbindelse som det herdbare resin. Materialet som har flerfunksjonale reaktive seter inkluderer forbindelser slik som aldehyder slik som
- 15 formaldehyd, dialdehyder slik som glutaraldehyd, hemiacetaler eller aldehydfrigjørende forbindelser, disyrehalider, dihalider slik som diklorider og dibromider, polysyreanhydrider slik som sitrussyre, epoksyer og lignende. Foretrukne bestanddeler for bruk med polyamider innbefatter furfuraldehyd, glutaraldehyd eller aldehydkondensater og lignende. Den flerfunksjonelle forbindelse er blandet med den
- 20 klebelige forbindelse i en mengde av fra omtrent 0,01 til omtrent 50 vekt-% av den klebelige forbindelse for å frembringe dannelsen av reaksjonsproduktet. Forbindelsen er fortrinnsvis tilstede i en mengde av fra omtrent 0,5 til omtrent 1 vekt-% av den klebelige forbindelse.
- 25 Væsken eller oppløsningen av klebelig forbindelse og herdbar resin er vanligvis innført med partikkelmaterialet i ethvert av de konvensjonelle sprekkdannelses- eller gruspakkefluider innbefattende et vannholdig fluid, et vannholdig skum, et hydrokarbonfluid eller en emulsjon, et viskodannende middel og en av de ulike kjente brytematerialer, buffre, overflateaktive stoffer, leirestabilisatorer eller lignende.
- 30 Hovedsakelig kan den klebelige forbindelse og herdbare resin føyes inn i fluider med en pH i området fra omtrent 3 til omtrent 12 for innføring i en underjordisk formasjon. Forbindelsene kan benyttes til å redusere partikkelbevegelse i formasjonen ved temperaturer fra omtrent omgivelsestemperatur til i overkant av 300°F. Det skal
- 35 bemerkes at ikke alle herdbare resiner eller klebelige forbindelser vil være benyttbare i hele pH- eller temperaturområdet, men hver forbindelse er benyttbar over i det minste

en del av området og individer kan enkelt bestemme det benyttbare operasjonsområdet for ulike produkter ved benyttelse av velkjente forsøk og uten unødig eksperimentering.

- Væsken eller oppløsningen av klebelig forbindelse og den herdbare resin føyes
- 5 hovedsakelig inn med partikkelmaterialet som en simultan blanding ved innføring i sprekkdannelsen eller gruspakkefluidet sammen med partikkelmaterialet.

- Sprekkdannelsesfluidblandinger innføres i den underjordiske formasjon med en hastighet og et trykk tilstrekkelig til å danne i det minste en sprekk i formasjonen i
- 10 hvilken partikkelmaterialet deretter innføres for å proppe den dannede sprekk åpen og muliggjøre hydrokarbonproduksjon. Gruspakkebehandlinger utføres hovedsakelig ved lavere hastigheter og trykk hvorved fluidet kan innføres i en formasjon for å danne en kontrollert partikkelstørrelsespakke omgivende en skjerm plassert i borehullet hvor sprekkdannelse i formasjonen kan eller kan ikke oppstå. Partikkelpakken som omgir
- 15 borehullet fungerer derved for å forhindre fine partikler eller formasjonspartikler i å slippe inn i borehullet med produksjon av hydrokarboner fra den underjordiske formasjon.

- Gruspakkebehandling kan også utføres uten en skjerm i borehullet. I en slik skjermløs
- 20 utførelse føres fluidet hovedsakelig inn i borehullet for å fylle perforeringene og borehullet til et nivå over perforeringene og tillates deretter å konsolidere. Den konsoliderte pakken kan deretter bores eller freses ut for å reåpne borehullet mens det gis en konsolidert pakke for å stenge fine partikler og formasjonspartikkelmaterialet fra å slippe inn i borehullet.

- 25 Den klebelige forbindelse kan innføres i fluidet før, etter eller samtidig med innføringen av partikkelmaterialet i fluidet. Væsken eller oppløsningen kan føyes sammen med hele mengden av partikkelmateriale innført i den underjordiske formasjon eller den kan innføres med kun en del av partikkelmaterialet, slik som i de siste trinn av behandlingen
- 30 for å plassere den intime blandingen i formasjonen i nærheten av borehullet. F.eks. kan den klebelige forbindelse tilsettes til kun de siste 20 til 30% av det partikkelladede fluid innført i formasjonen og den herdbare resin kan tilsettes til kun de siste 10 til 20% av det partikkelmaterialladede fluid. I dette tilfellet vil den intime blandingen danne et etterslep til behandlingen som ved samvirkning i formasjonen med partikkelmaterialet
- 35 vil forårsake at partiklene danner broer til agglomeratene dannet der inne og forhindre bevegelse av partikkelmaterialet inn i borehullet sammen med ethvert produsert fluid. Den klebelige forbindelse og herdbare resin kan innføres i en blander eller i enhver

strømningslinje hvor de vil komme i kontakt med det material som i det minste delvis skal dekkes av forbindelsene. Forbindelsene kan innføres med målepumper eller lignende før innløp av behandlingsfluidet i den underjordiske formasjon.

- 5 I en alternativ utførelsesform kan partikkelmaterialet være forhåndsblandet med enten den klebelige forbindelse eller den herdbare resin før innblanding med behandlingsfluidet og de andre elementer for bruk i en underjordisk formasjon. I enkelte tilfeller kan partikkelmaterialet forhåndsbelagt med resin benyttes og den klebelige forbindelse vil derved bli tilsatt under utførelse av den underjordiske
- 10 formasjonsbehandling. Avhengig av typen av resinbelegg som benyttes, vil en katalysator bli tilsatt til behandlingsfluidet eller innført i et spylefluid eller lignende.

Det har overraskende vist seg at bruk av fremgangsmåten i foreliggende oppfinnelse kan frembringe tunneler med høy permeabilitet som strekker seg fra borehullsp perforeringen og inn i proppepakkede sprekkdannelser i den underjordiske formasjon hvilke deretter

15 kan konsolideres. Styring av tilbakestrømningshastigheten for behandlings- eller formasjonsfluider fra borehullet kan benyttes til å gi en kontrollert erosjon av det behandlede partikkelmaterialet i nærheten av perforeringene i borehullet. Tilbakestrømningshastigheten styres slik at den holdes på et nivå over den initielle

20 kritiske gjenoppløsningshastigheten til den klebelige forbindelse, men hovedsakelig holdes den under den kontinuerlige kritiske gjenoppløsningshastigheten. Dette resulterer i styrt produksjon av partikkelmaterialet fra formasjonen. Erosjonen er overraskende funnet å være svært enhetlig av natur og danner en tunnel inn i partikkelmaterialet i formasjonen hovedsakelig korresponderende til størrelsen og fasongen til perforeringen

25 i borehullet. Etter at tunnelen er dannet, konsoliderer det herdbare resin de gjenværende partikler for å gi en passasje eller tunnel med høy permeabilitet fra formasjonen til borehullet.

For ytterligere å illustrere den foreliggende oppfinnelse uten å være begrensende, angis

30 de etterfølgende eksempler.

EKSEMPEL I

Evalueringen av en væske eller oppløsning av en forbindelse for bruk som en klebrig

35 forbindelse oppnås ved følgende forsøk. En kritisk gjenoppløsningshastighet bestemmes først for materialet som den klebrige forbindelse skal tildekke. Med henvisning til fig. 1, er en forsøksanordning illustrert for utførelse av forsøket. Anordningen innbefatter et

- 1/2" T-glass 10 som er tilkoblet en innløpskilde 12 med vann og en utløpende avløpslinje 14 er blokkert for fluidstrømning. En vannblanding av partikler suges opp inn i T-en 10 gjennom innløpet 12 og samles i delen 16 ved filtrering mot en skjerm 18. Når delen 16 av T'en 10 er full, fjernes vakuumkilden og en plugg 20 benyttes for å
- 5 forsegle enden av delen 16. Strømningskanalen fra innløpet 12 til utløpet 14 svabres ren og en volumetrisk styrt pumpe, slik som en "MOYNO"-pumpe, kobles til innløpet 12 og en styrt strømning av vann initieres. Fluidets hastighet økes sakte gjennom innløpet 12 til de første partiklene av partikkelmaterialet plukkes opp av den passerende vannstrømmen. Dette bestemmer den nedre grense for begynnelsen av
- 10 gjenoppløsningshastigheten. Strømningshastigheten økes deretter videre til partikkelfjerningen blir kontinuerlig. Dette bestemmer den nedre grense for kontinuerlig gjenoppløsningshastighet. Forsøket avsluttes deretter og anordningen fylles opp med partikler med et belegg korresponderende til omtrentlig 0,5 vekt-% aktivt materiale av partikkelen tilført til denne. Lignende tendenser kan vanligvis observeres i resultatene
- 15 når den konsentrasjon som testes er fra omtrentlig 0,1 til omtrent 3%, imidlertid foretrekkes 0,5%-nivået som er innenfor det foretrukne området for standardisering av prosedyren. Forsøket gjentas for å bestemme begynnelsen av partikkelfjerning og hastigheten hvor fjerningen blir kontinuerlig.
- 20 Den prosentvise økningen av hastigheten (eller reduksjonen) bestemmes deretter basert på den initielle eller kontinuerlige nedre grenseverdi. Resultatet av flere forsøk ved benyttelse av det foretrukne polyamid i foreliggende oppfinnelse, og konvensjonelle epoksy- og fenolresiner kjent for bruk i konsolideringsbehandlinger i underjordiske formasjoner med 12/20 og 20/40 mesh sand er fremsatt nedenunder i tabell I.

TABELL I

Partikkel- størrelse	Forsøk nr.	Dekkmiddel, % volum/vekt Partikkelmateriale	Prosentvis hastighets- endring ved:	
			start av sand- partikkeltransport	Kontinuerlig sandtransport
20/40 mesh sand	1	Ingen	0	
20/40 mesh sand	2	1/2% polyamid	191	222
20/40 mesh sand	3	1% polyamid	271	391
20/40 mesh sand	4	1/2% fenol	-0,5	6,5
20/40 mesh sand	5	1% fenol	-9	-6,8
20/40 mesh sand	6	1/2% epoksy	-9	-1,2
20/40 mesh sand	7	1% epoksy	5,2	12,2
12/20 mesh sand	8	1/2% polyamdid	228	173
12/20 mesh sand	9	1% polyamid	367	242
12/20 mesh sand	10	1/2% fenol	42	22
12/20 mesh sand	11	1% fenol	42	13
12/20 mesh sand	12	1/2% epoksy1	48	30
12/20 mesh sand	13	1% epoksy	38	15

Verdiene illustrerer klart den betydelige økningen i kritisk gjenoppløsningshastighet for et partikkeldekke med den klebrige forbindelse i sammenligning med andre kjente formasjonskonsoliderende midler som krever herding for å være effektiv.

- 5 Forsøksresultatene viser tydelig de fordelaktige resultater oppnådd ved bruk av fremgangsmåten i foreliggende oppfinnelse i forhold til proppeproduksjon fra en simulert formasjon.

EKSEMPEL II

10

- Stabiliseringsegenskapene til fremgangsmåten i foreliggende oppfinnelse bestemmes ved sammenligning med ubehandlet sand og sand innbefattende en klebelig forbindelse. Tilbakestrømningshastigheten er målt i en simulert sprekkstrømningscelle godkjent fra American Petroleum Institute. Cellen inneholder Ohio sandstenkjerner med et
- 15 proppemateriallag i en størrelse av omtrent 1,5" i høyde, 7" i lengde og omtrent 0,25" i bredde mellom kjernene. Laget er i utgangspunktet på forhånd pakket med 20/40 mesh sand ved innføring av sanden i cellen i en vannholdig blanding eller et gelefluid inneholdende 40 ld med guar pr. 1000 gallons av vannholdig fluid. Cellen har et 0,3" hull i en ende for å simulere en perforering. Hullet er synlig gjennom et seglass slik at
- 20 proppematerialproduksjon kan bestemmes visuelt gjennom hullet.

Cellen ble deretter rengjort og pakket med et annet proppemateriale for nytt forsøk. Forsøksmaterialene er fremsatt i tabell II under.

- 25 Foreliggende oppfinnelse er beskrevet med henblikk på de foretrukne utførelsesformer av oppfinnelsen som til nå er vurdert, mens andre utførelsesformer er foreslått og ytterligere utførelsesformer vil fremkomme for en fagmann på området ved mottagelse av den foregående beskrivelse. Intensjonen er at alle slike utførelsesformer skal innbefattes i omfanget av foreliggende oppfinnelse som angitt i de etterfølgende krav.

TABELL II

PRØVE	PAKKEFLUID	TILSETNINGER TIL SAND, I VEKT-% AV SAND	STRØMNINGSFART, ml/min. HVOR SVIKT OPPSTÅR
1	vann	ingen	84
2	gele	ingen	90
3	gele	1 vekt-% polyamid	180
4	gele	2 vekt-% polyamid	384
5	gele	1 vekt-% polyamid og 1% ut Bakelite 9282 FP resin	>3000 ¹
6	gele	1 vekt-% polyamid og 1 vekt-% Bakelite 9282 FP resin	>2600 ²

5

1. Pakken ble oppvarmet til 250°F i 72 timer før forsøket, ingen sandproduksjon under forsøk.
2. Pakken ble oppvarmet til 180°F i 4 timer før forsøket, ingen sandproduksjon under forsøk.

10

P a t e n t k r a v

1.

Fremgangsmåte for behandling av en underjordisk formasjon, k a r a k -
5 t e r i s e r t v e d :

innføring av et behandlingsfluid i en underjordisk formasjon;

innblanding av et partikkelmateriale med i det minste en del av det nevnte fluid, hvilket
innføres i og avsettes inne i den underjordiske formasjonen;

10 innblanding av en væske eller oppløsning av en klebrig forbindelse med i det minste en
del av det nevnte partikkelmateriale hvorved i det minste en del av det nevnte
partikkelmateriale i det minste er delvis dekket av den nevnte forbindelse slik at den
kritiske gjenoppløsningshastigheten til det nevnte, i det minste delvis dekkede,
partikkelmateriale økes med i det minste omtrent 50 % under forsøk ved et 0,5 vekt-%
15 nivå med aktivt aktivt materiale i forhold til partikkelmateriale alene med vann;
innblanding av et herdbart resin med i det minste en del av det nevnte
partikkelmateriale i det nevnte behandlingsfluid hvorved i det minste en del av det
nevnte partikkelmateriale er i det minste delvis dekket av det nevnte resin;
avsetning av den klebrige forbindelsen og partikkelmateriale dekket med den herdbare
20 resin i den underjordiske formasjon; og
tilbakestrømning av fluid fra formasjonen hvorved partikkelmateriale dekket med den
klebrige forbindelse holder tilbake bevegelse av i det minste en del av
partikkelmateriale i den nevnte formasjonen, og hvorpå det nevnte herdbare resin
konsoliderer i det minste en del av partikkelmateriale i den nevnte formasjon.

25

2.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at den
nevnte klebrige forbindelse blandes med det nevnte partikkelmateriale i en mengde fra
omtrent 0,1 til omtrent 3 vekt-% av det nevnte partikkelmateriale.

30

3.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at den
nevnte klebrige forbindelsen blandes med det nevnte partikkelmateriale i en mengde fra
omtrent 0,25 til omtrent 2 vekt-% av det nevnte partikkelmateriale.

4.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det nevnte dekkede partikkelmaterialet har en kritisk gjenoppløsningshastighet som er over 100% høyere enn for det nevnte partikkelmaterialet alene.

5

5.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at den nevnte klebrige forbindelsen innbefatter en væske eller oppløsning av et polyamid.

10 6.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at den nevnte klebrige forbindelsen innbefatter hovedsakelig et kondensasjonsreaksjonsprodukt av en dimersyre inneholdende enkelte trimerer og høyere oligomerer og enkelte monomersyrer med et polyamin.

15

7.

Fremgangsmåte ifølge krav 6, k a r a k t e r i s e r t v e d at det nevnte polyamin innbefatter i det minste et element valgt fra gruppen av etylendiamin, dietylentriamin, trietylentetraamin, tetraetylenpentaamin og aminoetylpipezazin.

20

8.

Fremgangsmåte ifølge krav 6, k a r a k t e r i s e r t v e d at den nevnte klebrige forbindelse er kvaternisert.

25 9.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det nevnte herdbare resin innbefatter i det minste et element valgt fra gruppen av fenolaldehydresiner, urea-aldehydresinr, melaminaldehydresiner, epoksyresiner og furfurylalkoholresiner.

30

10.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det nevnte herdbare resin er et reaksjonsprodukt av den klebrige forbindelse og et multifunksjonelt materiale innbefattende i det minste et element valgt fra gruppen av dialdehyder, disyrehalider, dihalider og polysyreanhydridrider.

35

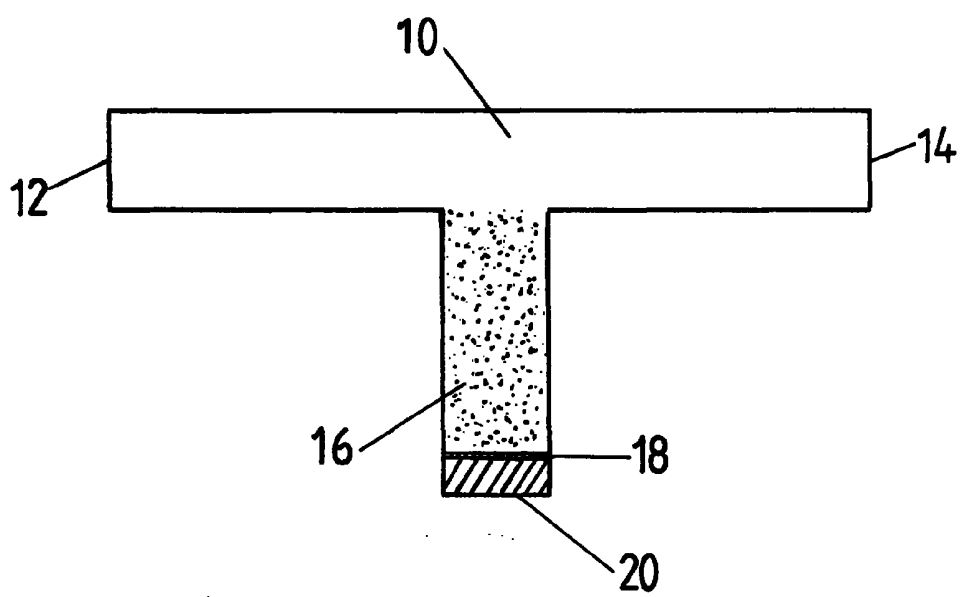


FIG. 1