



## (12) PATENT

(11) 344411

(13) B1

NORGE

(19) NO

(51) Int Cl.

*C09K 8/68 (2006.01)**C09K 8/72 (2006.01)**C09K 8/74 (2006.01)**F17D 1/17 (2006.01)***Patentstyret**

(21)	Søknadsnr	20044777	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2003.04.03
(22)	Inng.dag	2004.11.03	(85)	Videreføringsdag	2004.11.03
(24)	Løpedag	2003.04.03	(30)	Prioritet	2002.04.03, US, 115852
(41)	Alm.tilgj	2004.12.30			
(45)	Meddeleit	2019.12.02			
(73)	Innehaver	Nalco Energy Services LP, 7701 Highway 90-A, TX77475 SUGAR LAND, USA			
(72)	Oppfinnere	Kin-Tai Chang, 1126 Misty Lake Drive, TX77478 SUGAR LAND, USA Cecil C Blair, 911 River Oaks Court, TX77435 EAST BERNARD, USA Duane S Treybig, 1715 Heddon Falls Drive, TX77479 SUGAR LAND, USA Kurt S Gerken, 1714 Hearthside Court, TX77469 RICHMOND, USA			
(74)	Fullmektig	OSLO PATENTKONTOR AS, Hoffsveien 1A, 0275 OSLO, Norge			
(54)	Benevnelse	<b>Anvendelse av dispersjonspolymerer som friksjonsreduksjonsmiddel i vanndige bruddfluider</b>			
(56)	Anførte publikasjoner	US 4152274 A, US 4752404 A, US 4323123 A, US 3254719 A, US 3562226 A, US 5939362 A			
(57)	Sammendrag				

Fremgangsmåte for å redusere friksjon som følger av turbulent strøm i et vandig bruddfluid i en oljefeltbruddprosess som omfatter å tilsette til det vandige bruddfluidet en effektiv friksjonsreduserende mengde av én eller flere dispersjonspolymerer, hvori dispersjonspolymeren er sammensatt av fra omtrent 5 til omtrent 95 mol% av én eller flere ikke-ioniske monomerer og fra omtrent 95 til omtrent 5 mol% av én eller flere kationiske eller anioniske monomerer og har en molekylvekt på minst 100 000.

## Teknisk område

Denne oppfinnelsen vedrører en fremgangsmåte for å redusere friksjonen som resulterer fra turbulent strøm i et veldig bruddfluid i en oljefeltbruddprosess hvor den pumpes ved høy hastighet gjennom et oljebrønnhus eller rørstrekning. Fremgangsmåten er særpreget ved de trekk som går frem av krav 1's karakteriserende del.

## Bakgrunn for oppfinnelsen

I en brønnsimuleringsprosess pumpes et stort antall bruddfluider ned et brønnborehull under høyt trykk ved høye strømningshastigheter til en dybde fra omrent 500 meter til 6 kilometer eller mer, noe som forårsaker fjellformasjonen som omgir brønnboringen å sprekke. Trykketlettes deretter for å tillate oljen å sive gjennom bruddene inn i brønnboringen der den pumpes til overflaten.

Turbulensen produsert ettersom bruddfluid pumpes gjennom ledningen under trykk resulterer i produksjonen av friksjon, som derved øker mengden av energi som er nødvendig for å fjerne mengden av fluid ved den samme hastigheten.

- Vanligvis anvendes høymolekylvekt lineære polymerer for å endre de reologiske egenskaper av fluidet slik at den turbulente strømmen minimeres, som derved hindrer konsekvent energitap i fluidet ettersom det pumpes gjennom ledningen. En god friksjonssenker bør forårsake en stor senking i friksjon ved små konsentrasjoner, bør være rimelig, og bør ha høy skjær-, temperatur- og trykkstabilitet.
- Til tross for å ha egnede molekylvekter, er standard lateks emulsjonspolymerer, der polymerfaststoffene er dispergert i et hydrokarbonløsemiddel og stabilisert med surfaktanter, av begrenset anvendbarhet grunnet miljøfiendtligheten av hydrokarboner og surfaktanter i tilfelle sør og utslipp på land eller på en offshore plattform og de potensielle brannfarer assosiert med hydrokarbonløsemidlene. Latekspolymerer må også inverteres før bruk, som involverer anvendelsen av tilleggssurfaktanter.

Tørre polymerer anvendes konvensjonelt i disse anvendelsene grunnet den høye polymerkonsentrasjonen tilgjengelig i denne formen sammenlignet med løsningspolymerer. Derimot er tørre polymerer vanskelige å oppløse, krever spesialutstyr samt en betydelig energi og vannforbruk for å sikre tilstrekkelig blanding av den

tørre polymeren til en aktiv fortynnet form. I avsides boresteder er utstyr, energi og vann ofte i knapp tilførsel og krever betydelig finansiell tilførsel for sikring.

Anvendelsen av kopolymerer av akrylamid med forskjellige kationiske og anioniske monomerer for å redusere friksjonstap i brønnbrudd prosesser er beskrevet i US

5 patent nr. 3.254.719. Foretrukne polymersammensetninger er de hvor 20-40 prosent av amidgruppene har blitt hydrolysert anvendende alkalisk stoff.

Anvendelsen av kopolymerer av akrylamid med kvarternære salter av dimetyl-aminoetyl metakrylamid eller dimethylaminopropyl metakrylamid for å redusere friksjonstap i brønnbrudd prosesser er beskrevet i US patent nr. 4.152.274.

10 En fremgangsmåte for å anvende dispersjonspolymerer i kombinasjon med nitrogenholdige korrosjonsinhibitorer for å hindre korrosjon i en rørledning i kontakt med råolje emulsjoner som transporteres under turbulente strømningsforhold er beskrevet i US patent 5.939.362.

Verken 3.254.719 og 4.154.274 adresserer håndteringen av sikkerhetsproblemer  
15 assosiert med anvendelsen av tørre polymerer inneholdende surfaktanter og hydrokarbonløsemidler, mens 5.939.362 ikke adresserer anvendelsen av polymerer i vandige bruddfluider. Følgelig er det et pågående behov for å utvikle friksjonsreduserende midler for anvendelse i bruddfluider som løser håndteringen, sikkerheten og miljøtemaer beskrevet over.

20 **Oppsummering av oppfinnelsen**

Denne oppfinnelsen er rettet mot en fremgangsmåte for å redusere friksjon som følger av turbulent strøm i et veldig bruddfluid i en oljefeltbruddprosess ved tilsetting til det vandige bruddfluidet av én eller flere dispersjonspolymerer, hvor dispersjonspolymeren er sammensatt av fra 5 til 95 mol% av én eller flere ikke-ioniske monomerer og fra 95 til 5 mol% av én eller flere anioniske monomerer valgt fra gruppen bestående av akrylsyre, metakrylsyre og 2-akrylamido-2-metylpropansulfonsyre og salter derav og har en molekylvekt på minst 100.000, hvor dispersjonspolymeren er akrylamid/akrylsyre/akrylsyre natriumsalt terpolymer, hvor bruddfluidet omfatter ferskvann.

Polymeren benyttet i fremgangsmåten ifølge denne oppfinnelsen resulterer i et miljøvennlig behandlingssystem som adresserer miljøproblemer for petroleumsproduserende industrier.

### **Detaljert beskrivelse av oppfinnelsen**

#### 5    Definisjon av betegnelser

"Anionisk monomer" betyr en monomer som definert heri som innehar en negativ ladning. Representative anioniske monomerer inkluderer (met)akrylsyre, og dets salter inkluderer akrylsyre, natriumakrylat, ammoniumakrylat, metakrylsyre, natriummetakrylat, og ammoniummetakrylat; 2-akrylamido-2-metylpropansulfon-  
10 syre (AMPS) og dets natriumsalt; vinylsulfonsyre og dets salter inkludert natrium-vinylsulfonat; styrensulfonsyre og dets salter; maleinsyre og dets salter, inkludert natriumsaltet og ammoniumsaltet; sulfopropylakrylat eller metakrylat eller andre vannløselige former av disse eller andre polymeriserbare karboksyl- eller sulfonsyrer; sulfometylert akrylamid; allylsulfonat; itakonsyre, akrylamidometylbutansyre; fumarsyre; vinylfosfonsyre; allylfosfonsyre, fosfonometylert akrylamid og lignende.  
15

"Kationisk monomer" betyr en monomer som definert heri som innehar en positiv ladning. Representative kationiske monomerer inkluderer dialkylaminoalkylakrylater og metakrylater og deres kvarternære eller syrlige salter, dimethylaminoethylakrylat-metylkloridkvarternært salt, dimethylaminoethylakrylatmethylsulfat-kvarternært salt, dimyleminoethylakrylatbenzylklorid-kvarternært salt, dimethylaminoethylakrylat svovelsyresalt, dimethylaminoethylakrylat saltsyresalt, diethylaminoethylakrylat, methylklorid kvarternært salt, dimethylaminoethylmetakrylatmethylklorid-kvarternært salt, dimethylaminoethylmetakrylatmethylsulfat-kvarternært salt, dimethylaminoethylmetakry-  
20 latbenzylkloridkvarternært salt, dimethylaminoethylmetakrylat svovelsyresalt, dimethylaminoethyl metakrylatsaltsyresalt, dimethylaminoethylmetakryloyl saltsyresalt, dialkylaminoalkylakrylamider eller metakrylamider og deres kvarternære eller sure salter så som akrylamidopropyltrimethylammoniumklorid, dimethylaminopropyl-  
25 akrylamid-methylsulfat-kvarternært salt, dimethylaminopropylakrylamidsvovelsyresalt, dimethyl-aminopropylakrylamid saltsyresalt, metakrylamidopropyltrimethyl-  
amminoimkklorid, dimethylaminopropylmetakrylamidmethylsulfat-kvarternært salt, dimethylaminopropylmetakrylamidsvovelsyresalt, dimethylaminopropylmetakrylamid saltsyresalt, diethylaminoethylakrylat, diethylaminoethylmetakrylat og diallyldialkylam-

moniumhalider så som diallyldiethylammoniumklorid og diallyldimethylammoniumklorid.

"Dispersjonspolymer" betyr en vannløselig polymer dispergert i en vandig kontinuerlig fase inneholdende et eller flere uorganiske salter. Representative eksempler på dispersjonspolymerisering av vannløselige polymerer i en vandig kontinuerlig fase kan finnes i US patent nr. 5.605.970; 5.837.776; 5.985.992; 4.929.655; 5.006.590; 5.597.859; 5.597.858; 6.171.505 og 6.265.477 og i europeisk patent nummer 183.466; 657.478 og 630.909 og PCT patentsøknad nr. US 01/10867.

Dispersjonspolymerer fremstilles ved å kombinere vann, ett eller flere uorganiske salter, en eller flere vannløselige monomerer, ethvert polymeriserbart additiv slik som chelater, pH-buffere eller kjedeoverførende midler, og en vannløselig stabiliseringspolymer. I tillegg kan ytterligere behandling, strukturmodifisering og/eller stabiliserende midler tilsettes til blandingen. Alle eller en del av denne blandingen lastes til en reaktor utstyrt med en blander, termostat, nitrogenlufterør og en vannkjøler. Løsningen blandes kraftig, varmes til den ønskede temperaturen og deretter tilsettes en vannløselig initiator. Løsningen luftes med nitrogen mens temperaturen og omrøring beholdes i flere timer. Under reaksjonsgangen blir en diskontinuerlig fase inneholdende den vannløselige polymeren dannet. En del av reaksjonsblandingen som inneholder enhver kombinasjon av utgangsmaterialene kan tilsettes på en semi-batch måte under forløpet av polymeriseringen for å forbedre behandlingen eller påvirke polymersammensetningen eller molekylvekten. Etter dette avkjøles produktene til romtemperatur, og ethvert post-polymeriseringsadditiv lastes til reaktoren. Vannkontinuerlige dispersjoner av vannløselige polymerer er frittflytende væsker med produktviskositeter på fra omtrent 50 til omtrent 10 000 centipoise (cP), som målt ved lavt skjær.

Uorganiske salter egnet for fremstilling av dispersjonspolymeren inkluderer uorganiske eller organiske sulfater, fosfater, klorider, fluorider, citrater, acetater, tartrater, hydrogenfosfater eller en blanding derav. Foretrukne salter innbefatter ammoniumsulfat, natriumsulfat, magnesiumsulfat, aluminiumsulfat, ammoniumhydrogenfosfat, natriumhydrogenfosfat, kaliumhydrogenfosfat, natriumklorid og ammoniumklorid. Saltene anvendes i vandig løsning typisk med en kombinert total konsentrasjon på 15 vekt % eller over i produktblandingen.

Ytterligere organiske kationiske salter kan anvendes alene eller i kombinasjon med de ovennevnte uorganiske saltene for å fremstille anioniske dispersjonspolymerer.

Foretruksne kationiske salter inkluderer tetraalkylammoniumhalider med fra 4 til 22 karbonatomer, substituerte tetraalkylammoniumhalider som har fra 4 til 22 karbonatomer, aryltrialkylammoniumhalider som har fra 9 til 22 karbonatomer og substituerte aryltrialkylammoniumhalider som har fra 9 til 22 karbonatomer er foretrukket.  
5 Typiske foretruksne kationiske salter innbefatter cetylpyridiniumklorid, cetyl-methylammoniumklorid og benzyltrietylammoniumklorid.

Kationiske dispersjonspolymerer kan også fremstilles anvendende en blandning av de uorganiske saltene beskrevet over med ett eller flere anioniske salter og ett eller flere tiocyanater, perklorater, klorater, bromider, iodider eller nitrater innbefattende  
10 sodium-, kalium- eller ammoniumtiocyanat, sodiumperklorat, sodiumklorat, sodiumbromid, sodiumiodid, sodiumnitrat og lignende.

Representative organiske anioniske salter inkluderer metall eller ammoniumsalter  
15 av trikloracetat og trifluormetansulfonat; sulfonater og disulfonater så som metansulfonat, etansulfonat, propansulfonat, butansulfonat, butandisulfonat, pentansulfonat, heksansulfonat, heksandisulfonat og oktandisulfonat; aryl og substituerte  
arylsulfonater og disulfonater så som benzensulfonat, nitrobenzensulfonat, xylen-sulfonat, toluensulfonat, benzendisulfonat, naftalensulfonat; dialkylsulfosukkinater  
20 så som diisobutylsulfosukkinat, diisooctylsulfosukkinat, dimethylsulfosukkinat, diethylsulfosukkinat og diisopropylsulfosukkinat; dicycloalkylsulfosukkinater og diarylsulfo-sukkinater. Foretruksne anioniske salter innbefatter sodiumheksansulfonat,  
natriumbenzensulfonat, sodiumxylensulfonat, sodiumbenzendisulfonat, sodium-butandisulfonat, sodiumheksandisulfonat, sodiumoktandisulfonat og sodiumde-kidisulfonat. Den relativt hydrofobe naturen av disse saltene letter dispersjons-dannelse. Slike salter kan tilsettes i enhver rekkefølge med andre reaksjonskompo-nenter, og rekkefølgen av tilsettning kan anvendes for å utføre forandringer i poly-  
25 merbehandlingen.

Egnede polymerstabiliseringe midler for å fremstille kationisk og ikke-ioniske dis-persjonspolymerer inkluderer vannløselige kationiske polymerer som fortrinnsvis er  
30 løselige i den vandige saltløsningen. Dispergeringsmiddelet anvendes i en mengde fra omtrent 1 til omtrent 10 vekt% basert på den totale vekten av dispersjonspo-lymeren. De polymere stabiliseringe midlene eller stabilisatorene letter diskret par-tikkeldannelse og hindrer agglomerering og geldannelse.

Egnede kationiske stabilisatorer for å fremstille kationiske og ikke-ioniske disper-sjonspolymerer inkluderer epiklorhydrin/dimethylaminpolymer, homopolymerer av

kationiske diallyl-*N,N*-disubstituerte ammoniummonomerer, homopolymerer av *N,N*-disubstituerte-aminoethyl(met)akrylatmonomerer og deres kvarternære salter, homopolymerer av *N,N*-disubstituerte-aminopropyl(met)akrylamid og deres kvaternære salter, kopolymerer av diallyl-*N,N*-disubstituerte ammoniummonomerer og *N,N*-disubstituerte-aminoethyl(met)akrylatmonomerer og dere kvarternære salter, 5 kopolymerer av diallyl-*N,N*-disubstituerte ammoniummonomerer og *N,N*-disubstituerte aminopropyl(met)akrylamidmonomerer og deres kvarternære salter og kationiske polymerer omfattende minst 20 mol% av en eller flere kationiske diallyl-*N,N*-disubstituerte ammoniummonomerer, *N,N*-disubstituerte-amino-10 etyl(met)akrylatmonomerer og deres kvarternære salter eller *N,N*-disubstituerte-aminopropyl(met)akrylamid-monomerer og deres kvarternære salter og en eller flere ikke-ioniske monomerer, foretrukket (met)akrylamid, *N*-substituerte eller *N,N*-disubstituerte(met)akrylamid eller styren og blandinger derav. Den molekulære vekten av stabilisatoren er foretrukket i området omkring 10.000 til 10.000.000 15 g/mol.

Stabilisatorer anvendt for å fremstille anioniske og ikke-ioniske dispersjonspolymere inkluderer anioniske ladete vannløselige polymerer med en molekylvekt på fra omtrent 10.000 til omtrent 10.000.000 og fortrinnsvis fra omtrent 1.000.000 til omtrent 3.000.000. Den stabiliserende polymeren må være løselig eller svakt løselig i saltløsningen og må være løselig i vann. 20

Representative anioniske stabilisatorer inkluderer polyakrylsyre, poly(met)akrylsyre, poly(2-akrylamido-2-metyl-1-propansovelsyre), kopolymerer av 2-akrylamido-2-metyl-1-propansovelsyre og en anionisk komonomer valgt fra akrylsyre og metakrylsyre, polymerer av en eller flere anioniske monomerer og en eller flere ikke-ioniske monomerer, og natriumsaltene av de tidligere nevnte anioniske stabilisatorene. 25

Ikke-ioniske dispergeringsmidler kan også anvendes alene eller i kombinasjon med de kationiske, anioniske og ikke-ioniske stabilisatorene beskrevet heri for å fremstille kationiske, anioniske og ikke-ioniske dispersjonspolymerer. Representative ikke-ioniske dispergeringsmidler inkluderer polyvinylalkohol, polyvinylpyrrolidinon, polyatylenglycol, polypropylenglycol, polyetylenoksid, polyetylen, oppløselig stivelse, poly(*N*-vinylpyridin) og lignende. 30

En multifunksjonell alkohol slik som glyserin eller etylenalkohol kan også inkluderes i polymeriseringssystemet. Avsetningen av de fine partiklene blir jevnt utført i nærværet av disse alkoholene.

Polymeriseringsreaksjonen initieres på enhver måte som resulterer i generering av et egnet fritt radikal. Initiering kan induseres gjennom anvendelsen av ethvert antall konvensjonelle systemer inkludert termiske, fotokjemiske, eller redoksoblede initieringssystemer. Termisk avleddet radikaler, i hvilke de radikale artene stammer fra termisk homolytisk dissosiering av vannløselige azo-, peroksid-, hydroksy-peroksid- og peresterforbindelser, er foretrukket. Spesielt foretrukket er azoforbindelser inkludert 2',2'-axobis(2-amidinopropan)dihydroklorid og 2,2'-azobis(N,N'-dimetylenisobutylamin)hydroklorid og lignende.

Et polymerkim kan tilsettes til reaksjonsblandingen før initieringspolymeriseringen av monomeren for formålet av å løse en fin dispersjon av partikler. Polymerkimet er en vannløselig polymer som er uløselig i den vandige løsningen av det polyvalente anioniske saltet. Monomersammensetningen av polymerkimet trenger ikke være identisk med det av den vannløselige polymeren dannet under polymerisering. Polymerkimet er fortrinnsvis en polymer fremstilt ved dispersjonspolymerprosessen beskrevet heri.

Ettersom dispersjonspolymeren ikke inneholder surfaktanter eller olje, er dispersjonspolymerene miljøvennlige. Videre sidestiller fraværet av olje i dispersjonspolymeren til slike polymerer som i praksis har null flyktig organisk innhold (VOC) og dramatisk redusert biologisk oksygenbehov (BOC), karbon-oksigenbehov (COD) og total organisk karbon (COD) sammenlignet med konvensjonelle inverse emulsjonspolymerer. Dette er en annen miljøfordel av slike polymerer.

"(Met)akrylsyre" betyr akrylsyre eller metakrylsyre eller salter derav.

"(Met)akrylamid" betyr akrylamid eller metakrylamid.

"Monomer" betyr en polymeriserbar allyl-, vinyl- eller akrylforbindelse.

"Ikke-ionisk monomer" betyr en monomer som definert heri som er elektrisk nøytral. Representative ikke-ioniske vannløselige monomerer inkluderer akrylamid, metakrylamid, *N*-metylakrylamid, *N,N*-dimetylakrylamid, *N,N*-dietylakrylamid, *N*-isopropylakrylamid, *N*-vinylformamid, *N*-vinylmetylacetamid, dimethylhydroksypro-

pyl(met)akrylat, hydroksypropylmetakrylat, *N*-t-butylakrylamid, *N*-metylol-akrylamid, vinylacetat, akrylonitril, 2-etylheksylakrylat og lignende.

"RSV" står for "redusert spesifikk viskositet". Innen en serie av polymerhomologer

som er hovedsakelig lineære og oppløst, er "redusert spesifikk viskositet (RSV)"

5 målinger for fortynnede polymerløsninger en indikasjon på polymerkjedelengde og gjennomsnittlig molekylvekt ifølge Paul J. Flory, i "Principles of Polymer Chemistry", Cornell University Press, Ithaca, NY, © 1953, kapittel VII, "Determination of Molecular Weights", sider 266-316. RSV måles ved en gitt polymerkonsentrasjon og temperatur og beregnes som følger:

$$RSV = \frac{[(\eta / \eta_0) - 1]}{c}$$

10 hvor

$\eta$  = viskositet av polymerløsning

$\eta_0$  = viskositet av løsemiddel ved samme temperatur

c = konsentrasjon av polymer i løsning

Enhetene for konsentrasjon "c" er (g/100 ml eller g/desiliter). Derfor er enhetene

15 for RSV dl/g. I denne patentsoknaden, blir en 1,0 eller 0,125 molar natriumnitrat-løsning anvendt for å måle RSV. Polymerkonsentrasjonen i løsemiddelet måles ved omtrent 0,045 g/dl. RSV måles ved 30 °C. Viskositetene  $\eta$  og  $\eta_0$  måles anvendende et Cannon-Ubbelohde semimikro fortynningsviskosimeter, størrelse 75. Viskosimeteret er montert i en perfekt vertikal posisjon i et konstant temperaturbad justert til  $30 \pm 0,02$  °C. Den iboende feil i beregningen av RSV er omtrent 2 dl/g. Når 20 to polymerhomologer innen en serie har lignende RSVer indikerer det at de har like molekylvekter.

### Foretrukne utførelser

Dispersjonen beskrevet heri tilsettes til et vandig bruddfluid for å redusere friksjona-

25 nen som resulterer fra turbulent strøm i det vandige bruddfluidet i en oljefeltbrudd-prosess der bruddfluidet pumpes ved høy hastighet inn i en underjordisk formasjon. Typiske hastigheter for bruddfluider, som vanligvis pumpes gjennom en omtrent 5-10 cm (2-4 tommer) ledning, varierer fra omtrent 1,5 m (5 fot) til omtrent 24 m (80 fot) eller flere meter (fot) per sekund og er mest vanlig omtrent 3 m (10 fot)

30 per sekund.

Typiske dispersjonspolymerer benyttet i denne oppfinnelsen har RSVer fra omtrent 10 til omtrent 50 og inneholder fra omtrent 10 til omtrent 30 prosent polymeraktive stoffer.

Polymerene benyttet i denne oppfinnelsen har en molekylvekt på minst omtrent 5 100.000 der den øvre grensen av molekylvekten er begrenset kun av løseligheten av polymeren i bruddfluidet. Foretrukne polymerer har en molekylvekt på minst en million og mer foretrukne polymerer har en molekylvekt på minst fem millioner.

De vandige bruddfluidene benyttet i denne oppfinnelsen inkluderer ferskvann, saltoppløsninger inneholdende polyvalente kationer, inkludert natriumklorid, kaliumklorid, ammoniumklorid og kalsiumklorid, og syrliggjørende fluider.

Forskjellige additiver kan tilsettes til bruddfluidet for å endre de fysiske egenskapene av fluidet eller tjene en viss fordelaktig funksjon. Vanligvis tilsettes et tungtoppløselig fast stoff slik som sand eller andre harde materialer som tjener til å holde bruddene åpne etter bruddoperasjonen. Fluidtapmidler kan også tilsettes for delvis 15 å forsegle de mer porøse delene av formasjonen slik at bruddet oppstår i de mindre porøse sjiktene. Viskositetsdannende midler kan også tilsettes slik at det tungtoppløselige faste stoffet kan disperges innen fluidet under injisering og lettere bæres.

Andre oljefeltadditiver kan også tilsettes til bruddfluidet inkludert emulsjonsnedbrytere, antiskummidler, kjelsteinsforhindrende midler, H<sub>2</sub>S og O<sub>2</sub>-scavengere, biosider, overflatespenningsreduserende midler, skifer- og leirestabilisatorer, parafiner/asfalten-inhibitorer og korrosjonsinhibitorer.

Foretrukne korrosjonsinhibitorer inkluderer kvarternære ammoniumsalter, alkylsubstituerte heterosykluser, amider og imidazoliner som beskrevet i US patent nr. 5.939.362.

25 Sammensetningen av bruddfluidet kan justeres avhengig av den spesielle brønn eller formasjonen som skal brieste. For eksempel, i brudd av visse formasjoner kan det være ønskelig å anvende en høy konsentrasjon av det tungtoppløselige faste stoffet, mens i andre formasjoner bør lite eller ingen tungtoppløselige faste stoffer anvendes.

Vanligvis tilsettes polymeren til bruddfluidet kontinuerlig i en mengde på fra omtrent 25 til omtrent 2500 ppm, fortrinnsvis fra omtrent fra 50 til 1.000 ppm og mer foretrukket fra omtrent 100 til omtrent 300 basert på det vandige bruddfluidet.

Dispersjonspolymeren påføres fortrinnsvis på stedet med en blander som doserer produktet i bruddfluidet. Dispersjonspolymeren kan tilsettes ved å enkelt helle fra beholderen inn i fluidstrømmen eller meget nøyaktig anvende en positiv fortreningspumpe koblet til en tilbakemater fra mengdemåleren på blanderen.

I et foretrukket aspekt av denne oppfinnelsen, består dispersjonspolymeren av fra omtrent 5 til omtrent 50 mol% av en eller flere ikke-ioniske monomerer og fra omtrent 95 til omtrent 50 mol% av en eller flere kationiske monomerer valgt fra gruppen bestående av dialkylaminoalkylakrylater og metakrylater og deres kvarternære eller syresalter.

I et annet foretrukket aspekt er de kationiske monomerene valgt fra dimethylaminoetylakrylatmetylkloridkvarternært salt og dimethylaminoethylakrylatbenzylklorid-kvarternært salt.

I et annet foretrukket aspekt er dispersjonspolymeren akrylamid/dimethylaminoethyl-akrylatmetylklorid-kvarternært salt/dimethylaminoethylakrylatbenzylklorid-kvarternært salt terpolymer.

I et annet foretrukket aspekt er dispersjonspolymeren akrylamid/dimethylaminoethylakrylatmetylklorid-kvarternært salt kopolymer.

I et annet foretrukket aspekt består dispersjonspolymeren av fra omkring 5 til omkring 50 mol% av en eller flere ikke-ioniske monomerer og fra omkring 95 til omkring 50 mol% av en eller flere anioniske monomerer valgt fra gruppen bestående av akrylsyre, metakrylsyre og 2-akrylamido-2-metylpropansovelsyre og saltene derav.

I et annet foretrukket aspekt er dispersjonspolymeren akrylamid/akrylsyrenatriumsalt kopolymer.

I et annet foretrukket aspekt er dispersjonspolymeren akrylamid/akrylsyre kopolymer.

I et annet foretrukket aspekt er dispersjonspolymeren akrylamid/akrylsyre/akrylsyrenatriumsalt terpolymer.

I et annet foretrukket aspekt har dispersjonspolymeren en molekylvekt på minst 1.000.000.

- 5 I et annet foretrukket aspekt har dispersjonspolymeren en molekylvekt på minst 5.000.000.

I et annet foretrukket aspekt er bruddfluidet valgt fra gruppen bestående av ferskvann, saltoppløsninger og vandige syrer.

- 10 I et annet foretrukket aspekt tilsettes en eller flere korrosjonsinhibitorer til bruddfluidet.

I et annet foretrukket aspekt er korrosjonsinhibitoren valgt fra gruppen bestående av kvarternære ammoniumsalter, alkylsubstituerte heterosykluser, amider og imidazoliner.

Det foregående kan bedre forstås ved referanse til de følgende eksempler.

15 **Eksempel 1**

Polymeren blir testet i en resirkulerende loop bestående av en 189,3 l (50 gallon) tank, overliggende omrører for tanken, resirkuleringspumpe og 1,09 cm (0,43 tommer) i.d. rustfritt stål loop. Mens pumpen og omrøreren går, blir en tilmålt mengde dispersjonspolymer tilsatt til tanken ved konsentrasjonene vist i tabell 1.

- 20 Tre basefluidsystemer anvendes: kranvann ved 32,2 °C (90 °F), kranvann ved 4,4 °C (40 °F) og 15 % veldig HCl løsning ved 26,7 °C (80 °F). Trykkforskjellen (DP) av disse fluidene over 17,37 meter (57 fot) ledning ved strømningshastigheter på 9,5, 15,1, 22,7, 30,3 og 37,6 l/min (2,5, 4, 6, 8 og 10 gallon/min) registreres som baselinjen. Effektiviteten av en friksjonsreduser representeres ved en prosentdel (%FR) basert på mengden av trykkfallet (DP) som polymerløsningen produserer mot trykkfallet av det tilsvarende basefluidet.

25 Polymeren, doseringen, fluidet og temperaturen som ble testet er oppsummert i tabell 1. Effektiviteten av polymeren er listet i tabeller 2, 3 og 4.

I tabeller 1-4, er Polymer A en 20 % polymeraktiv akrylamid/dimethylaminoetyl-akrylatbenzylkloridkvarternært salt/dimethylaminoetylakrylatmetylklorid-kvarternært salt terpolymer (65/15/20 molforhold) dispersjon, RSV = 25 til 35 dl/g; Polymer B er en 20 % polymeraktiv akrylamid/dimethylaminoetylakrylatbenzylklorid-kvarternært salt/dimethylaminoetylakrylatmetylklorid-kvarternært salt terpolymer (65/25/10 molforhold) dispersjon, RSV = 15 til 25 dl/g; Polymer C er en 15 % polymeraktiv akrylamid/dimethylaminoetylakrylatmetylklorid-kvarternært salt kopolimer (90/10 molforhold) dispersjon, RSV = 13,5 til 21,0 dl/g; og Polymer D er en 25 % polymeraktiv akrylamid/akrylsyre/natriumakrylatterpolymer (70/25/5 molforhold) dispersjon, RSV = 24,0 til 32,0 dl/g. Polymerer A-D er tilgjengelige fra On-deo Nalco Company, Naperville, IL.

Tabell 1

Representative polymerer og basefluider testet for friksjonsreduksjon.

Eksp. nr.	Basefluid	Polymer	Kons. (%; v/v)
1	15% HCl @ 26,7°C(80°F)	Ingen	
2	15% HCl @ 26,7°C(80°F)	A	0,15
3	15% HCl @ 26,7°C(80°F)	C	0,095
4	15% HCl @ 26,7°C(80°F)	A	0,075
17	15% HCl @ 26,7°C(80°F)	B	0,075
5	32,2°C (90°F) H <sub>2</sub> O	Ingen	
6	32,2°C (90°F) H <sub>2</sub> O	A	0,15
7	32,2°C (90°F) H <sub>2</sub> O	D	0,023
8	32,2°C (90°F) H <sub>2</sub> O	C	0,19
9	32,2°C (90°F) H <sub>2</sub> O	B	0,14
10	4,4°C (40°F) H <sub>2</sub> O	Ingen	
13	4,4°C (40°F) H <sub>2</sub> O	B	0,112
14	4,4°C (40°F) H <sub>2</sub> O	A	0,1127
15	4,4°C (40°F) H <sub>2</sub> O	C	0,14

Tabell 2

Ytelse av dispersjonspolymerer som friksjonsreduserere i 15 % saltsyre.

	1 (Blank)	2 (Polymer A)		3 (Polymer C)		4 (Polymer D)		17 (Polymer B)	
Hast. (gpm)	DP (kPa)	DP (kPa)	%FR	DP (kPa)	%FR	DP (kPa)	%FR	DP (kPa)	%FR
2,5	63,4	18,6	70,4	29,6	53,4	25,5	59,9	26,2	58,7
4,0	143,4	46,2	67,6	55,2	61,6	51,0	64,6	53,8	62,5
6,0	294,4	87,7	71,9	93,1	68,4	92,4	68,5	93,8	68,2
8,0	484,0	129,6	73,3	139,3	71,3	142,7	70,5	141,3	70,8
10,0	728,1	177,2	75,7	192,4	73,6	206,8	71,6	197,9	72,8

Som vist i tabell 2 viser kationiske polymerer med forskjellige grader av kationisk ladning og monomersammensetning effektivitet som friksjonsreduserer i en 15 % saltsyreløsning. Dataene indikerer også at en høyere strømningshastighet, der turbulens er kraftigere, gjør fordelen av å ha en polymer i fluidet høyere.

Tabell 3

Ytelse av dispersjonspolymerer som friksjonsreduserere i 32,2 °C (90 °F) kranvann.

	5 (Blank)	6 (Polymer A)		7 (Polymer C)		8 (Polymer D)		9 (Polymer B)	
Hast. (gpm)	DP (kPa)	DP (kPa)	%FR	DP (kPa)	%FR	DP (kPa)	%FR	DP (kPa)	%FR
2,5	54,5	12,4	77,3	42,7	22,1	22,8	58,1	24,1	56,3
4,0	124,1	33,1	73,4	97,9	21,3	45,5	63,1	46,2	62,7
6,0	262,7	63,4	75,8	242,0	7,8	82,7	68,6	82,0	68,8
8,0	438,5	119,3	72,8	411,6	6,2	128,2	70,7	124,1	71,6
10,0	635,7	166,9	73,8	584,0	8,2	175,1	72,5	172,4	72,9

10

Som vist i tabell 3, i relativt varmt ferskvann som simulerer sommerfeltvannbetingelser, er alle polymerene effektive.

Tabell 4

Ytelse av dispersjonspolymerer som friksjonsreduserer i 4,4 °C (40 °F) kranvann.

	10 (Blank)	13 (Polymer A)		14 (Polymer C)		15 (Polymer D)	
Hast. (gpm)	DP (kPa)	DP (kPa)	%FR	DP (kPa)	%FR	DP (kPa)	%FR
2,5	69,6	35,9	48,6	35,9	48,6	61,4	12,2
4,0	156,5	63,4	59,4	62,1	60,4	60,0	61,5
6,0	315,8	108,9	65,5	108,2	65,6	106,9	66,1
8,0	516,4	166,2	67,9	164,1	68,2	163,4	68,4
10,0	759,8	228,2	70,0	230,3	69,7	233,0	69,4

Som vist i tabell 4, i relativt kaldt ferskvann som simulerer vinterfelte vannbetingelser, viser alle polymerene som var testet effektivitet.

**P a t e n t k r a v**

1. Fremgangsmåte for å redusere friksjon som følger av turbulent strøm i et vandig bruddfluid i en oljefeltbruddprosess,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter å tilsette til det vandige bruddfluidet  
5 en effektiv friksjonsreduserende mengde av én eller flere dispersjonspolymerer, hvor dispersjonspolymeren er sammensatt av fra omkring 5 til omkring 50 mol% av én eller flere ikke-ioniske monomerer og fra omkring 95 til omkring 50 mol% av én eller flere anioniske monomerer valgt fra gruppen bestående av akrylsyre, met-  
10 akrylsyre og 2-akrylamido-2-metylpropansulfonsyre og salter derav og har en molekylvekt på minst 100.000, hvor dispersjonspolymeren er akrylamid/akrylsyre/akrylsyre natriumsalt terpolymer, hvor bruddfluidet omfatter ferskvann.
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at dispersjonspolymeren har en molekylvekt på minst 1.000.000.
- 15 3. Fremgangsmåte ifølge krav 1,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at dispersjonspolymeren har en molekylvekt på minst 5.000.000.
4. Fremgangsmåte ifølge krav 1,  
k a r a k t e r i s e r t v e d ytterligere å omfatte én eller flere korro-  
20 sjonsinhibitorer til bruddfluidet.
5. Fremgangsmåte ifølge krav 4,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at korrosjonsinhibitoren er valgt fra gruppen bestående av kvarternære ammoniumsalter, alkylsubstituerte heterosykluser, amider og imidazoliner.