



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **326842**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

C09K 8/08 (2006.01)

C09K 8/20 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20013845	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1999.12.27 PCT/US99/31049
(22)	Inng.dag	2001.08.07	(85)	Videreføringsdag	2001.08.07
(24)	Løpedag	1999.12.27	(30)	Prioritet	1999.02.09, US, 246932
(41)	Alm.tilgj	2001.10.08			
(45)	Meddelt	2009.03.02			
(73)	Innehaver	Masi Technologies LLC, 1201 Louisiana Street, Suite 700, TX77002 HOUSTON, US			
(72)	Oppfinner	Tommy F. Brookey, 1409 Pine Oak Place, OK73034 EDMOND, US			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO			
(54)	Benevnelse	Afron-inneholdende vandige brønndrille og installasjonsvæsker			
(56)	Anførte publikasjoner	US 4155410, US 4707281			
(57)	Sammendrag				

Oppfinnelsen tilveiebringer en fremgangsmåte og fluid for boring eller service av en brønn i en underjordisk formasjon inneholdende soner med tappt sirkulasjon eller depleterte soner, lavtrykksreservoarer. Fluidet omfatter en vandig væske hvori det er dispergert et viskositetsøkende middel som øker lav skjærhastighetsviskositet LSRV av fluidet til minst 10.000 centipoise, et afrongenererende overflateaktivt middel, og afroner, karakterisert ved at fluidet inneholder mindre enn omtrent 20 volumprosent afroner foretrukket generert ved hjelp av turbulens og trykkfall når fluidet går ut av borkronen i nærheten av formasjonen. Fremgangsmåten for boring av et borehull i en underjordisk formasjon omfatter kontinuerlig resirkulering av et slikt borehull under boring.

Patentsøknaden er en "continuation-in-part application" av U.S. patentsøknad med løpenummer 08/800.727 inngitt 13. februar 1997 og av P.C.T. International Application PCT/US98/02566 inngitt 10. februar 1998, og for hvilket prioritet kreves heri.

5

Bakgrunn for oppfinnelsen

Formasjonsskade som skyldes invasjon av borefluid er et velkjent problem. Mange soner inneholder formasjonsleirer som hydratiserer når de er i kontakt med vann, som for eksempel filtratet fra borefluid. Disse hydratiserte leirer har tendens til å blokkere de produserende soner, primært sandsoner, slik at olje og gass ikke kan bevege seg til borehullet og bli produsert.

Disse soner skades også av faststoffer som føres inn i åpningene med fluidet. Bevegelsen av borefluid og filtrat gjennom disse åpninger bevirker også forflytning og migrasjon av faststoffer som befinner seg i formasjonen. Disse faststoffer kan avsette seg og blokkere bevegelsen av produserte hydrokarboner.

Invasjon bevirkes av trykkforskjellen av den hydrostatiske trykksøyle som generelt er større enn formasjonstrykket, særlig i lavtrykks- eller depleterte soner. Invasjon skyldes også åpningene i bergarten og fluidenes evne til å bevege seg gjennom bergarten, samt porøsiteten og permeabiliteten av sonen.

På grunn av denne trykkforskjell har borepersonell lenge anvendt filtratkontrollmekanismer for å kontrollere bevegelsen av borefluid og filtrat inn i og gjennom formasjonsåpningene. Denne mekanisme involverer tilsetning av partikler til borefluidet og som så avsettes på borehullveggen under sirkulasjon og boring. Disse partikler er generelt en eller annen kombinasjon av bentonitt, stivelse, ligniner, polymerer, barytt og borede faststoffer. De anvendes for å plugge og tette borehullet ut fra deres partikkelstørrelse og form, og noen kontroll skyldes også viskositeten av filtratet når det anvendes vannoppløselige polymerer. Selv om denne veggkake danner en semipermeabel barriere vil noe filtrat bevege seg gjennom og inn i sonen både før og etter at veggkaken er dannet.

Veggkakekontroll vil da ikke være fullstendig og noe filtratvann vil få komme i kontakt med den produserende sone. En annen ulempe med veggkakeslam er at når filtrat beveger seg gjennom det, blir faststoffene silt ut og etterlatt i kaken. Dette bevirker at kaken blir tykkere og kan føre til differensialfastsetting av borestrengen.

Mer nylig teknologi har sett utviklingen av fluider med lav skjærhastighetsviskositet, "Low Shear Rate Viscosity" (LSRV) fluider. LSRV kan dannes ved tilsetning av spesialiserte polymerer til vann eller saltoppløsninger for å danne et borefluid. Disse polymerer har en enestående evne til å skape ytterst høy viskositet ved meget lave skjærhastigheter. Disse LSRV fluider har vært anvendt i stor utstrekning på grunn av deres bæreevne og evne til suspensjon av faststoffer. De har vært akseptert som en metode for å minimere lagdannelse av borekaks i høyvinkel- og horisontale brønner, og som en metode for å redusere baryttsiging i høyvektsslam.

Nylige undersøkelser og felterfaring indikerer at denne LSRV er til hjelp ved å kontrollere invasjonen av borefluider og filtrat ved å skape en høy motstand for bevegelse i formasjonsåpningene. Etter som fluidet beveger seg med en meget lav hastighet blir viskositeten meget høy og borefluidet blir holdt på plass inne i borehullet med en meget liten penetrasjon. Dette har vært gunstig for å beskytte sonene fra skade så vel som å redusere differensialfastsetting i disse fluider. Se for eksempel artikkelen benevnt "Drill-in Fluids Improve High Angle Well Production", supplement til Petroleum Engineer International, mars 1995.

Sirkulasjonstap er også et alvorlig problem i rotasjonsboring. Sirkulasjonstap opptrer når differensialtrykket av den hydrostatiske trykksøyle er mye større enn formasjonstrykket. Åpningene i bergarten er i stand til å motta og lagre borefluid slik at ikke noe av denne returneres til overflaten for sirkulasjon. Fluidet tapes nede i borehullet og kan bli et dyrt og farlig problem. Sirkulasjonstap kan føre til borehull ustabilitet, fastsatt borestreng og tap av brønnkontroll. I siste instans vil det stoppe boreoperasjoner og kreve anvendelse av dyrt erstatningsvolum.

I tillegg til det fluidvolum som tapes er det nødvendig med dyre sirkulasjonstapsmaterialer (LCM). Disse er vanlige fibrøse, kornformede eller flakmaterialer som for eksempel sukkerrørfibre, trefibre, bomullsfrøskall, nøtteskall, glimmer, cellofan og mange andre materialer. Disse LCM materialer tilsettes fluidsystemet slik at de kan kjøres inn i tapssonen og avsette seg der til å danne en bro hvorpå andre materialer kan begynne å bygge seg opp og tette. Disse LCM materialer er i seg selv skadelige for sonene og på grunn av at de må føres mange ganger inn i borefluidet for å opprettholde sirkulasjonen bremses faststoffjernelsen og dette resulterer i slam med høye faststoffinnhold.

Metoder for å korrigere sirkulasjonstap av borefluider ved å innføre luft i borefluidene er angitt i US patent 2.818.230 (Davis) og 4.155.410 (Jackson).

Anvendelse av underbalansert boring har økt etter som utviklingen av lavtrykksformasjoner har fått større betydning. Horisontal boring har spesielt økt behovet for å bore gjennom soner som ikke bare er lavtrykksoner men er høyt frakturert eller permeable. Eksponeringen av tallrike frakturer eller åpninger med lave formasjonstrykk har økt problemet med sirkulasjonstap og formasjonsinvasjon. Nødvendigheten av nedihullsverktøy utelukker mange anvendelsen av brodannende (selvtettende) materialer for å stoppe disse tap. Dette har ført til bruk av underbalanserte boremetoder for å kontrollere tapene og invasjonen av disse soner. Noen av disse metoder inkluderer bruken av luft, tåkeformede og skumaktige borefluider. Problemer med disse fluider inkluderer borehullrensing, kontroll av formasjonsfluider, korrosjon og krav til dyrt utstyr som ofte er vanskelig å få tak i som for eksempel kompressorer og boosters. Slike fluid er ikke resirkulerbare og må konstant genereres under den fortsatte boring.

Oppsummering av oppfinnelsen

Følgende oppfinnelse omfatter brønnboring- og servicefluid som kan resirkuleres kontinuerlig i et borehull omfattende en vandig væske hvori det er innlemmet et eller flere viskositetsøkende midler slik at fluidet har en lav skjærhastighetsviskositet LSRV som målt med et Brookfield viskosimeter ved 0,5 rpm på minst 20.000 centipoise, et afrongenererende overflateaktivt middel i en mengde utilstrekkelig til å skape et langvarig skum på overflaten av fluidet, og afroner hvori konsentrasjonen av afroner er mindre enn 20 volumprosent av fluidet ved atmosfæretrykk.

En ny fluidteknikk kombinerer anvendelsen av viskositetsøkende midler som genererer lav skjærhastighetsviskositet LSRV med overflateaktive midler for å danne kolloidale gassafroner med en konsentrasjon under omtrent 20 volumprosent ved atmosfæretrykk i et resirkulerbart vandig brønnboring- og servicefluid. Afronene anvender innkapslet luft tilgjengelig i de fleste sirkulerende fluid. Afronene reduserer densiteten av fluidet og tilveiebringer et middel for brodannelse og tetting av formasjonene i takt med fluidet når boblene ekspanderer og aggregerer til å fylle åpningene som eksponeres under boring. De viskositetsøkende midler styrker mikroboblen og tilveiebringer også en motstand

ovenfor bevegelse inne i formasjonen slik at tap av fluid reduseres i vesentlig grad mens formasjonen bores. På denne måte hindres sirkulasjonstap. Et hvilket som helst fluid som går inn i formasjonen er rent og hovedsakelig faststoffritt slik at skaden på formasjonen er signifikant mindre enn med faststoffholdige fluider.

5 Det er formål for denne oppfinnelse å tilveiebringe resirkulerbare brønnborings- og servicefluider som har en forbedret lav skjærhastighetsviskositet (i det følgende forkortet til "ELSRV") inneholdende afroner.

Det er et ytterligere formål for denne oppfinnelse å tilveiebringe en fremgangsmåte for brodannelse og tetting av underjordiske formasjoner under
10 brønnborings- og serviceoperasjoner.

Disse og andre formål for oppfinnelsen vil fremstå klarere for en fagkyndig etter å ha lest denne fremstilling og patentkravene.

Fremgangsmåten kan omfatte, hovedsakelig bestå av eller bestå av de angitte trinn med de angitte materialer.

15

Foretrukne utførelsesformer av oppfinnelsen

I sine bredeste aspekter er den foreliggende oppfinnelse rettet på innlemmelse av afroner i vandige brønnborings- og servicefluider (i den følgende enkelte ganger benevnt "AWDASF"), eller i nyfremstilte AWDASF med de
20 ønskede egenskaper. Stabile afronholdige AWDASF oppnås ved å øke lavskjærhastighetsviskositeten (LSRV) av AWDASF til minst 10.000 centipoise, foretrukket minst 20.000 centipoise, og mest foretrukket til minst 40.000 centipoise. Etter som stabiliteten av afronene øker etter som LSRV øker kan en LSRV på flere hundre tusen være ønsket.

25 Afronene oppnås ved å innlemme (1) et afrongenererende overflateaktivt middel i AWDASF og deretter å generere afronene i AWDASF eller (2) generere afronene i en væske som er blandbar med AWDASF og blande det afronholdige fluid med nevnte AWDASF.

Boken av Felix Sebba med tittel "Foams and Biliquid Foams – Aphrons",
30 John Wiley & Sons, 1987, er en utmerket kilde som omhandler fremstilling og egenskaper av afroner, det vil si mikrobobler. En afron utgjøres av en kjerne som ofte er kuleformet av en intern fase, vanlig gass, innkapslet i et tynt skall. Dette skall inneholder molekyler av overflateaktivt middel posisjonert slik at de frembringer en effektiv barriere mot koalesens med tilstøtende afroner.

Afronene inneholder når de først er generert en bred størrelsesfordeling på opptil omtrent μm i diameter. Ved atmosfæretrykk vil afronene med meget liten diameter minske meget hurtig og etterlate afroner i størrelsesområdet 25 μm til omtrent 200 μm . Dette skyldes det store trykk inne i afronene som øker ettersom diameteren av afronene minsker. De minste afroner vil således ha tendens til å minske i størrelse ved å overføre deres gass til de større som vil ha et lavere overtrykk.

I tilfelle med de afronholdige brønnborings- og servicefluider ifølge den foreliggende oppfinnelse blir afronene foretrukket generert nedihulls ettersom fluidet passerer ut av borkronen. Fluidet er under betraktelig trykk sammensatt av hydrostatisk så vel som trykktap skapt av det sirkulerende system. Det antas dette fluidtrykk kompensere for overtrykket inne i afronene slik at afronene mindre enn 25 μm stabiliseres for en tidsperiode inntil de sirkuleres opp gjennom borehullet. Afronene er således i stand til å penetrere inne i porerommene av den eksponerte formasjon hvor de kan ekspandere og aggregere på grunn av det lavere poretrykk inne i formasjonen, og tette porerommene mot inngang av ethvert fluid. Mikrofrakturer og liknende vil bli fylt med afroner som likeledes ekspanderer og aggregere inne i formasjonen for å tette mikrofrakturen.

Økninger i damptrykk som skyldes trykkfall, temperaturøkninger og kavitasjon er vanlig i nedihullsbetingelser. Visse løsningsmidler som kan være tilstede i fluidet kan også bevirke damptrykk til å tilveiebringe gasser som behøves for å danne afroner.

Afroner som er store nok til å sees uten forstørrelse kan iakttas visuelt i fluidet når dette strømmer fra borehullet og inn i lagertankene på overflaten ("pits") før de resirkuleres. Generelt strømmer fluidet gjennom en sikt for å fjerne borekakset. Sikter så fine som maskevidde tilsvarende 200 mesh (74 μm siktåpninger) kan anvendes fluidene ifølge den foreliggende oppfinnelse. Afroner større enn maskestørrelsen vil bli fjernet fra fluidet. Om ønsket kan partikkelstørrelsen av afronene i fluidet bestemmes med forskjellige partikkelstørrelsesanalyser som kan fås i handelen. Se for eksempel de følgende artikler: (1) "Microbubbles: Generation and Interaction with Colloidal Particles", James B. Melville og Egon Matijevic, kapittel 14 i "Foams", R.J. Akers, utgiver, Academic Press 1979; (2) "Separation of Organic Dyes from Wastewater by Using Colloidal Gas Aphrons",

D. Roy, K.T. Valsaraj, og S.A. Kottai, Separation Science and Technology, 27(5), pp 573-588 (1992).

Etter å være blitt resirkulert ned gjennom borestrengen og gjennom borkronen genereres ytterligere afroner forutsatt at konsentrasjonen av det
5 overflateaktive middel er tilstrekkelig. Det er ønskelig å tilsette ytterligere overflateaktivt middel til fluidet enten kontinuerlig eller intermitterende inntil den ønskede mengde afroner er blitt dannet.

Afronene kan genereres ved hjelp av hvilke som helst midler kjent på området. I tillegg til metodene omhandlet av Felix Sebba i hans ovennevnte bok er
10 metoder omhandlet i Michelsen et al., U.S. patent 5.314.644, Yoon et al. U.S. patent 5.397.001, Lolaini U.S. patent 5.783.118, Wheatley et al. U.S. patent 5.352.436, og U.S. patent 4.162.970; 4.112.025; 4.717.515; 4.304.740; og 3.671.022. AWDASF kan da kontinuerlig sirkuleres i borehullet. Det skal bemerkes at vanlige borefluider som har lavere LSRV og som inneholder medrevet luft kan
15 bevirke alvorlige pumpeproblemer. Riktig sammensatt med hensyn til afroner og en forhøyet LSRV, som ved den foreliggende oppfinnelse, kan disse fluider lett pumpes.

Om nødvendig kan luft og andre gasser innlemmes i fluidet for å medføre mer gass for å danne afroner. Den anvendte gass kan være en hvilken som helst
20 gass som ikke er særlig løselig i den flytende fase av fluidet. Således kan gassen være luft, nitrogen, karbondioksid, organiske gasser og liknende, inklusive luft innkapslet i fluidet under blandingen.

Mengden av afroner i fluidet avhenger av den nødvendige densitet. Generelt vil fluidet inneholde mindre enn omtrent 20 volumprosent afroner,
25 foretrukket mindre enn omtrent 15 volumprosent afroner. Densiteten av det sirkulerende fluid kan således overvåkes på overflaten og ytterligere overflateaktivt middel tilsettes etter behov for å opprettholde den ønskede densitet, hvis densiteten er for høy, og vektøkningsmaterialet kan tilsettes hvis densiteten er for lav. Mengden av afroner i fluidet kan bestemmes ved å nedbryte eller senke LSRV i
30 fluidet og således destabilisere de overflateaktive middelholdige skall omkring afronene. Måling av endring i volumet av fluidet vil indikere volumprosent av afroner i fluidet. Foretrukket bestemmes mengden av afroner i fluidet ved å sammenlike densiteten av fluidet ved atmosfæretrykk med densiteten av fluidet under forhøyede trykk, som for eksempel målt med en trykksatt slamvekt.

AWDASF omfatter en vandig væske hvori det er innlemmet et viskositetsøkende middel som for eksempel AWDASF som har en LSRV på minst 10.000 centipose, foretrukket minst 20.000 centipose, og mest foretrukket minst omtrent 40.000 centipose, et afrongenererende overflateaktivt middel, og afroner, og eventuelt et slippmiddel. Et hvilket som helst viskositetsøkende middel som øker viskositeten av væskefasen som omgir afronene vil øke deres stabilitet. Det er imidlertid funnet at disse viskositetsøkende midler som tilveiebringer den forhøyede LSRV som er nødvendig ved den foreliggende oppfinnelse har den unike egenskap med å forsinke koalesensen av afronene i en ekstremt lang tidsperiode.

Intet i den tidligere kjente teknikk viser bruken av afroner (eller mikrobobler) i systemer under forhøyet trykk som ved den foreliggende anvendelse. Det er vel kjent at det hydrostatiske trykk av fluidet i et borehull øker etter som dybden øker. Selv om da størrelsen av mikroboblene sammenpresses er den forhøyede LSRV antatt å hindre afronene i å koalitere. I denne forbindelse kan afroner ha en større størrelse ved overflaten av brønnen, så lenge som de er individuelle bobler, etter som de vil minske i størrelse til afronstørrelsesområdet og mindre enn omtrent 100 mikrometer mens de pumpes ned igjennom borehullet.

Den vandige væskebase kan være ferskvann, sjøvann eller en saltoppløsning inneholdende oppløselige salter som natriumklorid, kaliumklorid, kalsiumklorid, magnesiumklorid, natriumbromid, kaliumbromid, kalsiumbromid, sinkbromid, natriumformiat, kaliumformiat, cesiumformiat og blandinger derav. Saltoppløsningen kan inneholde et eller flere oppløselige salter med en hvilken som helst ønsket konsentrasjon opptil metning. Overmettede saltoppløsninger kan faktisk anvendes hvor et faststoffritt fluid ikke er ønsket eller nødvendig.

Midler er kjent på området for å øke den lave skjærhastighetsviskositet LSRV av væske. Vandige systemer kan således underkastes viskositetsøkning med visse polymerer som frembringer et fluid som fremviser en høy flytspenning, skjærkraftreduserende egenskap. Særlig nyttige er biopolymerer fremstilt ved innvirkning av bakterier, sopp eller andre mikroorganismer på et egnet substrat. Eksempelvis i biopolymerer er de polysakkarider som produseres ved innvirkning av *Xanthomonas campestris* bakterier og som er kjent som xanthangummier. Disse kan fås i handelen fra flere kilder inklusive: Kelco Oil Field Group, Inc., under handelsbetegnelse "Xanvis" og "Kelzan"; Rhone-Poulenc Chimie Fine,

under handelsbetegnelsen "Rhodopol" 23-p; Pfizer Inc., under handels-
 betegnelsen "Flocon" 4800C; Shell International Chemical Company of London,
 U.K., under handelsbetegnelsen "Shellflo ZA"; og Drilling Specialties Company,
 under handelsbetegnelsen "Flowzan". Se for eksempel U.S. patent 4.299.825 og
 5 U.S. patent 4.758.356. Andre biopolymerer nyttig i fluidene ifølge denne
 oppfinnelse er de såkalte welangummier dannet ved fermentering med en
 mikroorganisme av genus *Alcaligenes*. Se for eksempel U.S. Patent 4.342.866.
 Wellangummier er omhandlet i U.S. patent 4.503.084. Skleroglucanpolysakkarider
 fremstilt av sopp av genus *sklerotium* er omhandlet i U.S. patent 3.301.848.
 10 Kommersielt tilgjengelig skleroglucan selges under handelsbetegnelsen "Polytan"
 fra Pillsbury Company og "Actigum" CS 11 fra CECA S.A. Succinoglycan
 polysakkarider fremstilles ved dyrking av en slimdannende spesies av
Pseudomonas, *Rhizobium*, *Alcaligenes* eller *Agrobacterium*, for eksempel
Pseudomonas sp. NCIB 11264, *Pseudomonas* sp. NCIB 11592 eller
 15 *Agrobacterium radiobacter* NCIB 11883, eller mutanter derav, som beskrevet i
 Europeisk patentskrift A40445 eller A1382255. Kommersielt tilgjengelig
 succinoglycan biopolymer selges av Shell International Chemical Company of
 London, U.K. under handelsbetegnelsen "Shellflo-S".

Andre vannoppløselige polymerer som formidler skjærkraft reduserende
 20 reologi til vandige fluider inkluderer alginasyrederivater, som hydroksypropylalginat,
 natriumalginat, natriumkalsiumalginat, ammoniumkalsiumalginat og liknende. In-
 situ tverrbinding av natriumalginatoppløsninger med et toverdig kation, som for
 eksempel med et kalsiumsalt, gir forhøyede lavskjærhastighetsviskositeter LSRV.

Miller et al. U.S. patent 4.707.281 lærer at et tilsetningsstoff omfattende et
 25 xanthan med høyt pyrodruesyreinnhold inneholdende omtrent 5 til 9 vektprosent
 pyrodruesyre og johannesbrødgummi, hvori vektforholdet mellom xantanet med
 høyt pyrodruesyreinnhold og johannesbrøngummi er fra omtrent 40:60 til 80:20,
 øker LSRV av vandige bore- og kompletteringsfluider.

Daigle U.S. patent 3.953.336 viser at skjærkraftreduserende borefluider
 30 med forbedret LSRV fremstilles fra en vandig væske, et polysakkarid som for
 eksempel xanthangummi, og et cellulosederivat, som for eksempel hydroksy-
 etylcellulose (HEC), karboksymetylcellulose (CMC), eller hydroksypropoylcellulose
 (HPC), hvori vektforholdet mellom xanthangummi og cellulosederivat, foretrukket
 HEC, er fra 80:20 til 20:80.

Minimumskonsentrasjonen av polymerene er nødvendig for å øke den lave skjærhastighetsviskositet LFRV av fluidet kan bestemmes ved hjelp av rutinetesting. Minimumskonsentrasjonen vil således være en mengde tilstrekkelig til å gi fluidet den ønskede lave skjærhastighetsviskositet. Generelt vil fluidene
 5 inneholde en konsentrasjon på fra omtrent 1,4 kg/m³ til omtrent 28,5 kg/m³, foretrukket fra omtrent 2,85 kg/m³ til omtrent 14,3 kg/M³.

Patel et al. U.S. patent 5.134.118 omhandler en polymer for å øke LSRV av vandige borefluider omfattende en blanding av (1) en vannoppløselig polymer som er reaksjonsproduktet av (i) 25-75 vektprosent av 2-akrylamido-2-metylpropan
 10 sulfonsyre, (ii) 0,5-50 vektprosent N,N-dimetylakrylamid; (iii) opptil 60 vektprosent akrylamid; (iv) opp til 25 vektprosent styren sulfonsyre; og (2) en geldannende middel valgt fra gruppen bestående av delvis hydrolisert polyakrylamid, biopolymerer, bentonitt, attapulgitt og kombinasjoner derav.

Neff et al., U.S. patent 4.861.399 viser økningen av lavskjærhastighets-
 15 viskositeten av en vandig væske ved å dispergere deri en vannoppløselig blanding hovedsakelig bestående av (1) en vannoppløselig terpolymer av (a) akrylamid; (b) 2-akrylamido-2-metylpropan sulfonsyresalt, akrylsyre, et dimetylaminoetyl akrylatmetallkloridsalt; og (c) en C₈-C₂₀ alkylester av akrylsyre; og (2) et vannoppløselig uorganisk salt.

20 Visse vandige væsker kan gis viskositetsøkning med en kombinasjon av en dispergert smektitleire, som for eksempel natrium bentonitt, og et blandet metallhydroksid som angitt i U.S. patent 4.664.843 og 5.093.778. Vandige fluider kan faktisk oppnås med en forhøyet LSRV ved passende å flokkulere vandige bentonittleiredispersjoner eller ved å innlemme 71 kg/m³ eller mer av ikke-foredlet
 25 natriumbentonitt deri.

Glass Jr., i U.S. patent 4.561.985 viser bentonittholdige borefluider inneholdende et tilsetningsstoff for å foredle bentonitten, idet tilsetningsstoffet omfatter (1) et ikke-ionisk vannoppløselig polysakkarid valgt fra gruppen bestående av (i) et ikke-ionisk vannoppløselig cellulosederivat, (ii) et ikke-ionisk
 30 vannoppløselig guarderivat; eller (2) et anionisk vannoppløselig polysakkarid valgt fra gruppen bestående av (1) en karboksymetyl cellulose eller (ii) Xanthomonas campestris polysakkarid; eller (3) en kombinasjon derav; og (4) en polyglykol med midler molekylvekt, valgt fra gruppen bestående av polyetylenglykol, polypropylenglykol, og poly(alkandiol), med en gjennomsnittlig molekylvekt på

fra omtrent 600 til omtrent 30.000, idet polyglykolen anvendes i en mengde effektiv til å gi blandbarhet i borefluidet mellom leiren og polysakkaridet.

Bentonitt/tilsetningsstoffkombinasjonen gir vannbaserte borefluider med forhøyede lav skjærhastighetsviskositeter LSRV som er skjærkraftreduserende.

5 Det afrongenererende overflateaktive stoff for anvendelse i punktfluidene ifølge denne oppfinnelse må være blandbare med basisvæsken og det viskositetsøkende middel deri slik at LSRV av fluidet kan opprettholdes. Det overflateaktive middel kan også ha et eller flere stabiliseringsmidler innlemmet deri, som alkylalkohol, fettalkanolamider, og alkylbetainer. Generelt vil alkylkjeden
10 inneholde fra omtrent 10 til omtrent 18 karbonatomer. Det afrongenererende overflateaktive middel kan være anionisk, ikke-ionisk eller kationisk avhengig av blandbarheten med det viskositetsøkende middel. Den årlige publikasjon "McCutcheon's Emulsifiers & Detergents", MC Publishing Co., McCutcheon Division, oppfører mange overflateaktive midler og deres produsenter. Foretrukne
15 anioniske skummende overflateaktive midler er alkylsulfater, alfaolefinsulfonater, alkyl (alkohol) etersulfater, raffinerte petroleumssulfonater og blandinger derav. Typisk vil disse overflateaktive midler inneholde en alkylkjede med fra 8 til omtrent 18 karbonatomer, foretrukket fra omtrent 12 til omtrent 16 karbonatomer. Foretrukne ikke-ioniske overflateaktive midler er etoksylerte alkoholer og aminoksider
20 med en alkylkjedelengde på fra omtrent 10 til omtrent 18 karbonatomer, foretrukket fra omtrent 12 til omtrent 16 karbonatomer. Fluorkarbonbaserte overflateaktive midler er foretrukket for systemer hvori den oljeaktige væske er den kontinuerlige fase.

Representative kommersielt tilgjengelige overflateaktive midler er: (1)
25 alkylsulfater – fabrikat "DUPONOL", Witco Corp; fabrikat "RHODAPON", Rhone-Poulenc; fabrikat "STEOL", Stepan Co.; (2) alfaolefinsulfonater – fabrikat "WITCONATE" AOS og 3203, Witco Corp.; "STEPANTAN" AS-40, Stepan Co.; "RHODACAL" A-246/6, Rhone-Poulenc; (3) alkyletersulfater – fabrikat "WITCOLATE", Witco Corp.; Fabrikat "RHODAPLEX", Rhone-Poulenc; fabrikat
30 "SULFOCHEM", Chemron Corp.; (4) petroleumssulfonater – fabrikat "BASE", Keil Chemical; "MONALUBE" 605, Mona Industries Inc.; "WITCONATE" NAS-8, Witco Corp.; (5) etoksylerte alkoholer – fabrikat "ALFONIC", Vista Chemical Co.; fabrikat "SURFONIC". Huntsman Corp.; fabrikat "NEODOL", Shell Chemical Co.; (6) aminoksider – fabrikat "AMMONYX", Stepan Co.; fabrikat "RODAMOX", Rhone-

Poulenc; fabrikat "CHEMOXIDE", Chemron Corp.; (7) betainer – fabrikat "CHEMBETAINE", Chemron Corp.; fabrikat "REWOTERIC", Witco Corp.; fabrikat "MIRATAINE", Rhone-Poulenc; (8) fluorkarbonbaserte overflateaktive midler – fabrikat "FLUORAD", 3M Co., fabrikat "ZONYL", E.I. Dupont De Nemours & Co.;
 5 (9) fettalkanolamider – fabrikat "ALKAMIDE", rhone-Poulenc; fabrikat "AMIDEX", Chemron Corp.; fabrikat "WITCAMIDE", Witco Corp.

I Schutt et al. U.S. patent 5.639.443 er det vist at egnede overflateaktive midler for å danne mikrobobler inkluderer blokk-kopolymerer av polyoksypropylen polyoksyetylen, sukkerestere, fettalkoholer, alifatiske aminoksider, hyaluronsyre
 10 alifatiske estere, hyaluronsyre alifatiske estersalter, dodecylpoly(etylenoksy)etanol, nonylfenoksypropyl(etylenoksy)etanol, hydroksyetylstivelse, hydroksyetylstivelsesfettsyreestere, dekstraner, dekstranfettsyreestere, sorbitol, sorbitolfettsyreestere, gelatin, serumalbuminer, fosforlipider, polyoksyetylen fettsyreestere som polyoksyetylen stearater, polyoksyetylen fettalkholestere,
 15 polyoksyetylen sorbitan fettsyreestere, glyserol polyetylen glyserol oksystearat, glyserol polyetylen glykol ricinoleat, etoksylerte soyabønner steroler, etoksylerte castoroljer og de hydrogenerte derivater derav, kolesterol, fettsyrer med 12 til 24 karbonatomer eller salter derav, og overflateaktive midler som danner ordnede strukturer i oppløsning og frembringer ikke-Newtonske viskoelastiske
 20 overflatespenninger som for eksempel sukkerbaserte overflateaktive midler og protein- eller glykoproteinoverflateaktive midler. En foretrukket type av slikt overflateaktivt middel har en sukker eller annen karbohydrat hodegruppe, og en hydrokarbon eller fluorkarbon halegruppe. Et stort antall sukkerarter er kjent som kan virke som hodegruppe, inklusive glukose, sukrose, mannose, laktose,
 25 fruktose, dekstrose, aldose og liknende. Hodegruppen har foretrukket fra 2 til 24 karbonatomer, foretrukket en fettsyregruppe (forgrenet eller uforgrenet, mettet er umettet) kovalent buntet til sukkerenheten gjennom en esterbinding. En foretrukket overflateaktivt middelblanding inkluderer et ikke-ionisk overflateaktivt middel eller annet overflateaktivt middel i kombinasjon med et eller flere ikke-Newtonske
 30 viskoelastiske overflateaktive midler.

I Wheatley et al. U.S. patent 5.352.436 er det vist at egnede overflateaktive midler for å danne stabiliserte gassmikrobobler omfatter et første oppløselig overflateaktivt middel og et andre dispergerbart overflateaktivt middel. Egnede første overflateaktive midler inkluderer polyoksyetylen fettsyreestere som for

eksempel polyoksyetylen sorbitan monolaurat, polyoksyetylen sorbitan monostearat, polyoksyetylen sorbitan tristearat, polyoksyetylen sorbitan monooleat, og blandinger derav. Egnede andre overflateaktive midler, som er forskjellig fra de første overflateaktive midler, inkluderer sorbitan monostearat, sorbitan monooleat og blandinger derav.

D'Arrigo U.S. patent 4.684.479 viser overflateaktive middelblandinger omfattende (a) et medlem valgt fra gruppen bestående av glyserol monoestere av mettede karboksylsyre inneholdende fra omtrent 10 til omtrent 18 karbonatomer og alifatiske alkoholer inneholdende fra omtrent 10 til omtrent 18 karbonatomer; (b) en sterolaromatisk syreester; (c) et medlem valgt fra gruppen bestående av steroler, terpenier, gallesyrer og alkali metallsalter av gallesyrer; (d) et medlem valgt fra gruppen bestående av sterolestere av alifatiske syrer inneholdende fra 1 til omtrent 18 karbonatomer; sterolestere av sukkersyrer; estere av sukkersyrer og alifatiske alkoholer inneholdende fra omtrent 10 til omtrent 18 karbonatomer; estere av sukkerarter og alifatiske syrer inneholdende fra omtrent 10 til omtrent 18 karbonatomer; saponiner; og sapogeniner; og (e) et medlem valgt fra gruppen bestående av glyserol, glyserol di- eller triestere av alifatiske syrer inneholdende fra omtrent 10 til omtrent 18 karbonatomer og alifatiske alkoholer inneholdende fra omtrent 10 til omtrent 18 karbonatomer idet de nevnte komponenter er tilstede i blandingen i vektforhold a:b:c:d:e på 2-4:0,5-1,5:0,5-1,5:0-1,5:0-1,5.

De fluoroverflateaktive midler inkluderer men er ikke begrenset til (i) fluorerte telomerer, (ii) amfotere fluoroverflateaktive midler, (iii) polyfluorert aminoksid, (iv) fluoralkyletylthio polyakrylamider, (v) perfluoralkyl etyltiopolyakrylamider, (vi) derivater av 1-propanaminum, 2-hydrokso-N,N,N-trimetyl-3-gamma-omega-perfluor-(C₆-C₂₀-alkyl)thio, klorid, (vii) fluoralkyl natirumsulfonat, og (viii) natriumsalter av 1-propansulfonsyre, 2-metyl-, 2-[[1-okso-3[gamma,-omega,-perfluor-C₁₆-C₂₆-alkyl)tio}propyl}amino}derivat.

Konsentrasjonen av afron genererende overflateaktivt middel som trenges er generelt mindre enn den kritiske micellekonsentrasjon (CMC) av det overflateaktive middel eller den overflateaktive middelblanding. En indikasjon på volumet av de genererte afroner kan oppnås ved å bestemme densitetsreduksjonen som oppnås etter å generere afronene i fluider. Oppskumming av fluidet, som er uønsket, kan opptre hvis konsentrasjonen av afrongenererende

overflateaktivt middel er for stor. Det er bestemt at konsentrasjonen av overflateaktivt middel kan økes uten noen skadelig innvirkning på fluidet, ettersom LSRV øker. Konsentrasjonen av det afrongenererende overflateaktive middel, som kan bestemmes ved hjelp av rutinetesting, er den mengde som er nødvendig for å generere tilstrekkelige afroner til å gi den ønskede densitetsreduksjon men som foretrukket er utilstrekkelig til å skape et bestandig skum på overflaten av fluidet. Generelt er en konsentrasjon av overflateaktivt middel på fra omtrent 0,15 volumprosent til omtrent 2 volumprosent nødvendig, foretrukket fra omtrent 0,3 volumprosent til omtrent 1,0 volumprosent, under forutsetning av at det overflateaktive middel inneholder omtrent 80 vektprosent faststoff.

Densiteten av fluidene kan om nødvendig reguleres ved tilsetning av vekt økende materialer eller tilsetning av oppløselige salter til fluidene som vel kjent på området. Foretrukket tilsettes vektøkingsmateriale til fluidet før generering eller innlemmelse av afroner deri, slik at den endelig densitet av den afronholdige punktfluid innstilles til den ønskede densitet ved hjelp av konsentrasjonen av afroner deri.

Som indikert bør konsentrasjonen av afroner i fluidet være mindre enn omtrent 20 volumprosent ved atmosfæretrykk. Ved sirkulasjon av fluidet i et borehull antas imidlertid volumet av afroner til å minske når det hydrostatiske trykk av fluidet øker. Afronene kan faktisk sammentrykkes i størrelse til nesten ikke noe volum avhengig av dybden i borehullet. Den målte densitet under trykk bør være meget nær densiteten av fluidet uten noen afroner. Afronene forsvinner imidlertid ikke. De er fremdeles til stede og ytterligere afroner kan genereres ved overflaten av borkronen på grunn av trykkfall og kavitasjon. Afronene er ytterst små, har meget overflateareal og har høyt energiinnhold.

Så snart fluidet kommer ut fra borkronen og begynner å bevege seg opp det ringformede rom begynner noe trykkfall å bygge seg opp og afronene vil begynne å ekspandere. Ettersom fluidet beveger seg opp gjennom borehullet og det utsettes for et tap til formasjonen blir afronene filtrert inn i poreåpningene, mikrofrakturer eller andre typer av tapssone. Disse tapssoner er arealer hvor trykkfall opptrer. Afronene i disse tapssoner vil så ekspandere og aggregere og følgelig tette tapssonene. Uttrykket "volumprosent afroner" i disse mikroomgivelser er meget variabelt og vil avhenge av det spesifikke trykk og trykkfall i tapssonene.

Det antas og at mikroomgivelses densiteten er fullstendig forskjellig fra densiteten av fluidet i borehullet.

Densitetsreduksjonen ved atmosfæretrykk som opptrer ved innføring av opptil 20 volumprosent av en gass i fluidene ifølge oppfinnelsen er tilstrekkelig til å
5 tilveiebringe den mengde afroner som trenges i borehullet mens fluidet tillates å være sirkulerbart uten å bevirke pumpeproblemer.

De vannbaserte borehullsfluider ifølge denne oppfinnelse kan generelt inneholde materialer som er vel kjent på området til å gi forskjellige karakteristikk eller egenskaper til fluidet. Fluidene kan således inneholde et eller flere
10 viskositetsøkende eller oppslemmingsmidler i tillegg til de viskositetsøkende midler som øker LSRV, vektøkende midler, korrosjonsinhibitorer, oppløselige salter, biocider, fungicider, filtreringstap kontrolltilsetningsmidler, brodannende (selvtettende) midler, smøremiddeltilsetningsstoffer, skiferkontrolltilsetningsmidler og andre tilsetningsmidler etter ønske.

15 Borehullsfluidene kan inneholde et eller flere materialer som virker som innkapslings eller fluidtap- kontrolltilsetningsstoffer for ytterligere å begrense inngangen av væske fra fluidet til skiferen i kontakt med dette. Representative materialer kjent på området inkluderer delvis oppløseliggjort stivelse, gelatinert stivelse, stivelsesderivater, cellulosederivater, vegetabiliske gummier, syntetiske
20 vannoppløselige polymerer og blandinger derav.

Fluidene ifølge denne oppfinnelse bør ha en basisk pH. pH kan oppnås som vel kjent på området ved tilsetning av baser til fluidet, som kaliumhydroksid, kaliumkarbonat, natriumhydroksid, kaliumkarbonat, magnesiumhydroksid, magnesiumoksid, kalsiumoksid, kalsiumhydroksid, zinkoksid, og blandinger derav.

25 Uten å begrenses dertil antas det at afronene tilstede i fluidet effektivt forseglar formasjonen under brønnboring- eller serviceoperasjoner slik at for stort tap av fluid til formasjonene som underkastes bore- eller serviceoperasjoner hindres.

Fluidene ifølge denne oppfinnelse kan anvendes ved konvensjonelle bore-
30 og brønnservice operasjoner som utført innen dette området. Ved boring av en olje- og/eller gassbrønn sirkuleres fluidet fra overflaten ned gjennom borerøret, rørekveiler eller liknende gjennom borkronen og opp gjennom det ringformede rom mellom borerøret og sidene av borehullet tilbake til overflaten. Afronene i fluidet

forsegler borehuloverflaten og hindrer tap av for store mengder fluid til de formasjoner som bores.

Det er foretrukket at det afronholdige fluid ifølge det foreliggende oppfinnelse anvendes i en boreprosess hvori borkronen er en kaviterende væskejet assistert borkronen. Eksempelvis kaviterende væskejet assisterte borkroner er angitt i Johnson, Jr. et al., U.S. patent 4.242.757 og Johnson, Jr. et al., U.S. patent 4.391.339. Foretrukket inkluderer den kaviterende jetdyse i en kaviterende væskejet assistert borkrone en nål anordnet ved en sentral posisjon som senker trykket av det trykksatte borefluid slik at kavitasjonsbobler dannes i fluidet. For eksempel Henshaw U.S. Patent 5.217.163.

Likeledes kan fluidene ifølge oppfinnelsen anvendes i brønnservisoperasjoner som kompletteringsoperasjoner, vedlikeholdsoperasjoner, sandkontrolloperasjoner, frakturfyllingsoperasjoner og liknende. Fluidene kan anvendes som punktfluider for å frigi rør og verktøy fastsatt i filterkaken på sidene av borehullet ved hjelp av differensialfastsitting.

Videre kan de vannbaserte afronholdige brønnborings- og servicefluider angitt samtidig forløpende U.S. patent søknader med løpenummer 08/800.727, inngitt 13. februar 1979 og løpenummer 09/121.713, inngitt 24 juli 1998, så vel som samtidig verserende PCT patentsøknad PCT/US98/02566 inngitt 10. oktober 1998, kan også anvendes i brønnservice operasjoner som kompletteringsoperasjoner, vedlikeholdsoperasjoner, sandkontrolloperasjoner, frakturfyllingoperasjoner og liknende, inklusive bruken av fluidene som punktfluider for å frigi rør og verktøy som har satt seg fast i filterkaken på sidene av et borehull på grunn av differensial fastsitting.

De følgende eksempler er anført for å demonstrere oppfinnelsen men skal ikke oppfattes som begrensende for oppfinnellesrammen. De afrongenererende overflateaktive midler som vurderes er "STEOL" CS-460, natriumlaruetsulfat som er 60 % aktivt; og "FLUORAD" FC-740, en blanding av fluorerte alifatiske polymerestere. Forkortelser anvendt i denne fremstilling er som følger: cp = centipose; g = gram; fat = 159 liter; g/l = gram per liter; kg/fat = kg per fat; kg/m² = kg per kvadratcentimeter, rpm = omdreininger per minutt; SIT = skjærkraft reduksjonsindeksen som er forholdet mellom 0,5 rpm Brookfield viskositet og 100 rpm Brookfield viskositet, et mål på graden av skjærkraftsreduksjon i et fluid; vol. =

volum; LSRV = lav skjærhastighet viskositet målt på et Brookfield viskosimeter ved 0,5 rpm.

Eksempel 1

5 Et fluid som angitt Glass, Jr. U.S. patent 4.561.985 ble fremstilt inneholdende 2,85 g/l "HEC-10" hydroksyetylcellulose, 2,85 g/l "XCD" xantangummi, 0,57 g/l kaustisk soda, s,85 g/l "POLYGLYCOL" E8000 polyetylenglykol, molekylvekt 8000, og 42,7 g/l Wyoming bentonitt. 2,85 g/l "BLUE STREAK" afrongenererende overflateaktivt middel ble tilsatt under blanding i en blander av
10 Waring type innstilt ved den laveste hastighet. Fluiddensitet og Brookfield viskositet ble bestemt. De oppnådde data er angitt i tabell A. Konsentrasjonen av afroner i fluidet ble bestemt fra densitetsreduksjonen ved bruk av likningen:

$$\% \text{ afroner} = \frac{[(\text{beregnet densitet}) - (\text{målt densitet})](100)}{(\text{kalkulert densitet})}$$

15

Eksempel 2

Som angitt i Daigle U.S. patent 3.953.336 ble et fluid fremstilt inneholdende 5,7 g/l "HEC-10" hydroksyetylcellulose, 0,57 g/l "XCD" xantangummi, og 0,57 g/l
20 kaustisk soda. 1,43 g/l "BLUE-STREAK" afrongenererende overflateaktive middel ble tilsatt og fluidet ble behandlet og vurdert som i eksempel 1. De oppnådde data er angitt i tabell A.

TABELL A

25

	Brookfield viskositet, cp			Densitet	Afroner
Eksempel	0,5 rpm	100 rpm	STI	Ppg	Volum %
1	98.000	1120	87	7,01	16,0
2	61.000	1460	42	6,68	19,8
3	256.000	4800	53	7,4	11,2
4	168.000	4440	38	6,9	17,2

Eksempel 3

I 350 ml ferskvann ble det hydratisert 3,0 g (8,5 g/l) natriumalginat. Deretter ble 1,0 g av en 30% vekt oppløsning av kalsiumklorid tilsatt for tverrbinding av polymeren, etterfulgt av 0,5 g (1,45 g/l) av det "BLUE STREAK" afronholdige overflateaktive middel. Fluidet ble vurdert med eksempel 1. Dataene er anført i tabell A.

Eksempel 4

Ytterligere 0,5 g (1,43 g/l) av "BLUE STREAK" afrongenererende overflateaktivt middel ble tilsatt til fluidet i eksempel 3 og bedømt tilsvarende. De oppnådde data er anført i tabell A.

Patentkrav

1. Brønnboring- og servicefluid som kan resirkuleres kontinuerlig i et borehull
karakterisert ved at det omfatter en vandig væske hvori det er
5 innlemmet et eller flere viskositetsøkende midler slik at fluidet har en lav
skjærhastighetsviskositet LSRV som målt med et Brookfield viskosimeter ved 0,5
rpm på minst 20.000 centipoise, et afrongenererende overflateaktivt middel i en
mengde utilstrekkelig til å skape et langvarig skum på overflaten av fluidet, og
afroner hvori konsentrasjonen av afroner er mindre enn 20 volumprosent av fluidet
10 ved atmosfæretrykk.

2. Fluid ifølge krav 1, karakterisert ved at konsentrasjonen av
afroner i fluidet beregnes fra densitetsreduksjonen som opptrer ved generering av
afronene.

15 3. Fluid ifølge krav 1, karakterisert ved at den lave skjærhastighets-
viskositet LSRV er minst omtrent 40.000 centipoise.

4. Fluid ifølge krav 2, karakterisert ved at den lave skjærhastighets-
20 viskositet er minst omtrent 40.000 centipoise.

5. Fluid ifølge krav 1, 2, 3 eller 4, karakterisert ved at det
viskositetsøkende middel er (1) en alginat polymer valgt fra en gruppe bestående
av natriumalginat, natriumkalsiumalginat, ammonium kalsium alginat, ammonium
25 alginat, kalium alginat, propylenglycol alginat, og blandinger derav; eller (2)
blandinger av xantangummi og et cellulosederivat hvorav i vektforholdet mellom
xantangummi og cellulosederivat er i området fra omtrent 80:20 til omtrent 20:80,
og hvori cellulosederivatet er valgt fra gruppen bestående av hydroksyetyl-
cellulose, hydroksypropylcellulose, karboksymetylcellulose, og blandinger derav;
30 eller (3) blandinger av bentonittleire og tilsetningsstoff omfattende (a) et ikke-ionisk
vannoppløselig polysakkarid valgt fra gruppen bestående av (i) et ikke-ionisk
vannoppløselig cellulosederivat, (ii) et ikke-ionisk vannoppløselig guarderivat; eller
(b) et anionisk vannoppløselig polysakkarid valgt fra gruppen bestående av (i) en
karboksymetylcellulose eller (ii) Xanthomonas campestris polysakkarid; eller (c) en

kombinasjon derav; og (d) en polyglykol med midlere molekylvekt og valgt fra gruppen bestående av polyetylenglykol, polypropylenglykol og poly-(alkanediol), med en gjennomsnittlig molekylvekt for å fram omtrent 600 til omtrent 30.000, idet polyglykolen anvendes i en mengde effektiv til å gi blandbarhet i borefluid mellom leiren og polysakkaridet; eller (4) blandbare blandinger derav; hvori komponentene i blandningene kan tilsettes hver for seg til fluidet for å bevirke forbedring av fluidets lave skjærhastighetsviskositet LSRV.

6. Fluid ifølge krav 1, 2, 3 eller 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at konsentrasjonen av afroner er mindre enn 15 volumprosent av fluidet ved atmosfæretrykk.

7. Fluid ifølge krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at konsentrasjonen av afroner er mindre enn 15 volumprosent av fluidet ved atmosfæretrykk.

8. Fremgangsmåte for boring av et brønnhull i en underjordisk formasjon hvor et borefluid kontinuerlig resirkuleres i borehullet mens boringen foregår, k a r a k t e r i s e r t v e d at det som borefluid anvendes fluidet ifølge krav 1, 2, 3 eller 4.

9. Fremgangsmåte for boring av et borehull i en underjordisk formasjon hvori et borefluid resirkuleres kontinuerlig i borehullet mens boringen foregår, k a r a k t e r i s e r t v e d at det som borefluid anvendes fluidet ifølge krav 5.

10. Fremgangsmåte for gjennomføring av brønnservice operasjoner i et borehull, k a r a k t e r i s e r t v e d at brønnservicefluidet er fluidet ifølge krav 1, 2, 3 eller 4.

11. Fremgangsmåte ved å gjennomføre brønnservice operasjoner i et borehull, k a r a k t e r i s e r t v e d at brønnservicefluidet er fluidet ifølge krav 5.

12. Fremgangsmåte ifølge krav 10, k a r a k t e r i s e r t v e d at brønnservice operasjonen er valgt fra gruppen bestående av kompletterings-

operasjoner, vedlikeholdsoperasjoner, sandkontrolloperasjoner og fraktur-
fyllingsoperasjoner.

13. Fremgangsmåte ifølge krav 11, k a r a k t e r i s e r t v e d at brønnservice
5 operasjonen er valgt fra gruppen bestående av kompletteringsoperasjoner,
vedlikeholdsoperasjoner, sandkontrolloperasjoner og frakturfylleroperasjoner.

14. Fremgangsmåte ifølge krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at
konsentrasjonen av afroner er mindre enn 15 volumprosent av fluidet ved
10 atmosfæretrykk.

15. Fremgangsmåte ifølge krav 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at
konsentrasjonen av afroner er mindre enn 15 volumprosent av fluidet ved
atmosfæretrykk.

16. Fremgangsmåte ifølge krav 10, k a r a k t e r i s e r t v e d at
konsentrasjonen av afroner er mindre enn 15 volumprosent av fluidet ved
atmosfæretrykk.

20 17. Fremgangsmåte ifølge krav 11, k a r a k t e r i s e r t v e d at
konsentrasjonen av afroner er mindre enn 15 volumprosent av fluidet ved
atmosfæretrykk.

25 18. Fremgangsmåte ifølge krav 12, k a r a k t e r i s e r t v e d at
konsentrasjonen av afroner er mindre enn 15 volumprosent av fluidet ved
atmosfæretrykk.

30 19. Fremgangsmåte ifølge krav 13, k a r a k t e r i s e r t v e d at
konsentrasjonen av afroner er mindre enn 15 volumprosent av fluidet ved
atmosfæretrykk.