(19) DANMARK

(10) **DK 178918 B1**

(12) PATENTSKRIFT

Patent- og
Varemærkestyrelsen

(51) Int.Cl.: ***E 21 B 43/28 (2006.01)***

(21) Ansøgningsnummer: **PA 2007 01385**

(22) Indleveringsdato: **2007-09-26**

(24) Løbedag: **2007-09-26**

(41) Alm. tilgængelig: **2009-03-27**

(45) Patentets meddelelse bkg. den: **2017-05-29**

(73) Patenthaver: **Mærsk Olie og Gas A/S, Esplanaden 50, 1263 København K, Danmark**

(72) Opfinder: **Peter Lumbye, Ved Gershøj 88, 2760 Måløv, Danmark**

(74) Fuldmægtig: **Zacco Denmark A/S, Arne Jacobsens Allé 15, 2300 København S, Danmark**

(54) Benævnelse: **Fremgangsmåde til stimulering af en brønd**

(56) Fremdragne publikationer:
US 2006/0243443 A1
US 6497290 B1
WO 2005/064117 A1
US 6547011 B2

(57) Sammendrag:
Opfindelsen angår en fremgangsmåde tit at stimulere en brønd til anvendelse til at producere carbonhydrider fra en formation (1). Fremgangsmåden beskriver, hvorledes aggressiv væske indføres gennem et cementeret og perforeret rør (10) med henblik på at opløse materiale, der befinder sig uden for røret (10). Stimuleringen af brønden udføres ved at indføre syre eller lignende aggressiv væske i formationen (1) gennem det perforerede rør (10) på forud fastlagte lokaliteter.
De forud fastlagte lokaliteter, hvor røret (10) perforeres, bestemmes ved at beregne indstrømningsydeevnen for hver perforering (11) individuelt som den ændrer sig som en funktion af indstrømningsvolumen af syre eller lignende aggressivt fluidum. Derved kan der opnås en nøje styret ultimativ fordeling af stimulationsftuider langs et interval, uden at der nødvendigvis skal bruges andre af de hidtil kendte teknikker til fordeling af syre.

Fortsættes ...

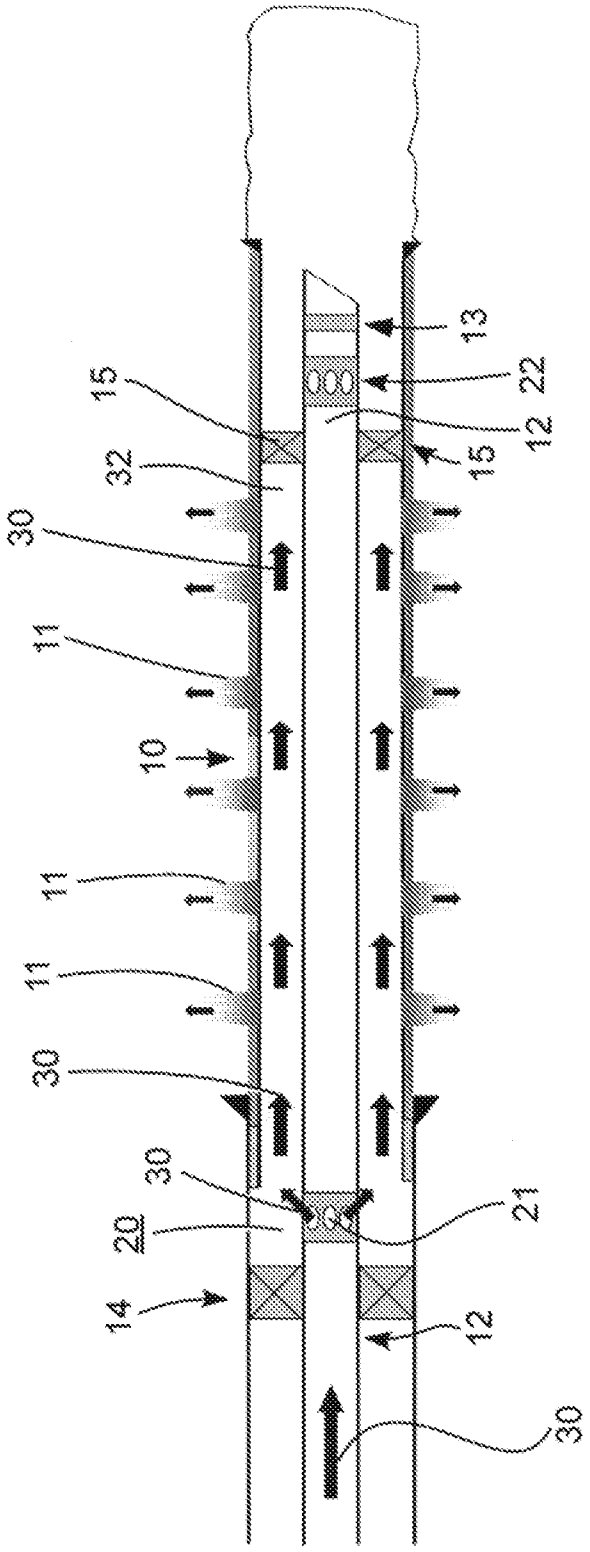


Fig. 1

Fremgangsmåde til stimulering af en brønd

Teknisk område

Opfindelsen angår en fremgangsmåde til at stimulere en boret og cementeret brønd til anvendelse i produktionen af carbonhydrider fra en formation, når der indføres syre eller lignende aggressivt fluidum gennem et perforeret rør til opløsning af materiale.

Beslægtet kendt teknik

Normalt perforeres et cementeret rør (kappe eller foring) med ensartet tæthed (antal perforeringer pr længdeenhed) og enhver forbedring i fordelingen af stimulationsfluidum tilstræbes ved at ændre fluidets karakteristika, injektionsraten eller injektionen af opløselige materialer, der midlertidigt forsegler nogle af perforeringerne.

Der kendes også præ-perforerede foringer med en jævn fordeling af perforeringer (antal perforeringer pr længdeenhed), men anvendelsen af sådanne foringer er behæftet med samme ulemper.

Disse kendte fremgangsmåder til at aflede stimulationsfluider forventes normalt ikke at tilvejebringe en jævn fluidumfordeling over intervaller, som er længere end ca. 250 m.

Fra EP 1 184 537 kendes der en fremgangsmåde til at stimulere en boret brønd. Stimulationsfluidet udtømmes i det annulus-hulrum, der omgiver et brøndrør, gennem åbninger, der er konfigureret i væggen af røret i den langsgående udstrækning af røret. Anbringelse af huller vil virke på den måde, at stimulationsfluidet afledes i hele brøndrørets udstrækning. Fluidet er beregnet til at påvirke materialet på overfladen af brøndboringen. Denne

fremgangsmåde omfatter følgende trin: brøndboringen etableres først; en første portion af den således tilvejebragte brøndboring forsynes med en reservoir-foring til produktion af olie eller gas gennem perforeringer, der er tilvejebragt i reservoir-foringen, og røret indføres i brøndboringen, så det forløber i det mindste ind i en anden del af brøndboringen til den dybest liggende ende af brøndboringen, hvor røret efterlades følgende endt stimulering; og hvor olie og/eller gas produceres via røret.

Fra US 2006/0243443 A1 kendes der en fremgangsmåde til at stimulere en brønd til anvendelse med det formål at producere carbonhydrider fra en formation eller med det formål at injicere vand eller andet carbonhydrid-forskydende fluidum ind i en formation, når der indføres syre eller lignende aggressiv væske gennem et cementeret og perforeret rør til opløsning af materiale. Fremgangsmåden omfatter følgende trin:

- at etablere en brøndboring;
- at indføre et rør i brøndboringen med henblik på produktion af carbonhydrider;
- at cementere røret for at fastholde røret i brøndboringen;
- at bestemme lokaliteter, hvor røret skal perforeres i brøndboringen, ved at modellere indstrømningsydeevnen af syre eller lignende aggressiv væske i formationen på basis af parametre i sammensætningen af formationen, hvilke parametre for eksempel er: reservoirets porøsitet, gennemtrængelighed, tryk, overfladetilstopningsgrad , perforeringsdiameter og indtrængningsdybde, eller skade fra rand af knust materiale og indtrængningsdybde i perforationsområdet;
- at perforere røret på forud udvalgte lokaliteter, efter at røret er cementeret på plads;
- at stimulere brønden ved at indføre syre eller lignende aggressiv væske i formationen gennem det perforerede rør på individuelle, forud udvalgte lokaliteter,

Formål med opfindelsen

Den i EP 1 184 537 beskrevne fremgangsmåde er ikke anvendelig til rørsystemer eller rør, der er cementeret på plads, og det er desuden en forudsætning for denne fremgangsmåde, at der findes et fælles og åbent annulusvolumen mellem røret og brøndboringen.

US 2006/0243443 A1 beskriver ikke en fremgangsmåde, der omfatter:

- at beregne indstrømningsydeevne individuelt for hver perforering, medens den ændrer sig som en funktion af volumen af syreindstrømning i en "Matrix fluid" reservoirmodel;

- at overvåge ændringer i reservoirparametre eller reservoiregenskaber ved hver enkelt perforering, hvilke parametre f.eks. er: reservoirets porøsitet, gennemtrængelighed, tryk, overfladetilstopningsgrad, perforeringsdiameter og indtrængningsdybde, eller skade fra rand af knust materiale og indtrængningsdybde i perforationsområdet (perforation crushed zone damage and intrusion depth);

- at tillade variationer i fluidumparametre og beregne en syrefordeling baseret på en pumpningsplan, som omfatter mere end en type fluidum med og uden friktionsreducerende midler;

- at korrelere faktiske jobdata for post-job-analyse for at beregne volumen af fluider (adskilt i hver type eller stadium af pumpede fluider), som injiceredes i hver perforering individuelt.

Det er et formål med opfindelsen at tilvejebringe en fremgangsmåde, som kan anvendes i forbindelse med perforering af cementerede rørsystemer. Afledningen af stimulationsfluidet opnås ved anbringelse af perforeringerne.

Det er endvidere et formål med opfindelsen at tilvejebringe en fremgangsmåde til at stimulere en brønd, som ikke har et fælles annulus-hulrum mellem rørhullerne og brøndboringen.

Opfindelsen finder anvendelse i forbindelse med cementerede og perforerede foringssystemer uden noget fælles annulus-volumen mellem foringshullerne og brøndboringen.

Perforeringerne fremstilles under anvendelse af perforeringspistoler eller andet perforeringsudstyr, efter at foringen er blevet cementeret på plads.

Fremgangsmåden til stimulering af en brøndboring er en unik fremgangsmåde, hvormed der tilvejebringes en påkrævet fordeling af stimulationsfluidum i en cementeret og perforeret kappe eller foring med en til det enkelte tilfælde specifik anbringelse af perforeringer.

For at gøre perforeringen af den cementerede foring mere hensigtsmæssig, kan perforeringerne udføres i grupper eller klynger.

Med fremgangsmåden tilvejebringes en designet fordeling ved hjælp af specielt tilvejebragt anbringelse af hver individuel perforering. Sektioner med høj perforeringstæthed vil iboende have en større indstrømning af fluidum end sektioner med en lavere perforeringstæthed, under antagelse af identiske reservoir-egenskaber.

Ved at bruge perforeringstætheden som et middel til at tilvejebringe en påkrævet fluidumdistribution kan der være sektioner af brøndboringen, hvor der forefindes en høj gennemtrængelighed af formationen, f.eks. ved logning af data såsom gennemtrængelighed, porøsitet af formationen samt tryk under boringen, som lades ikke-perforerede, eller sektionerne kan perforeres med lavere perforeringstæthed. Derved bliver der injiceret mindre stimulationsflui-

dum i sektioner af formationen, hvor formationen har en høj gennemtrængelighed.

Herved opnås, at meget lange, cementerede zoner kan stimuleres. Ligeledes kan uønskede sektioner i zonerne lades ikke-perforerede ved ganske enkelt at undgå at lave perforeringer i den cementerede foring i områder eller zoner, hvor parametrene angiver, at formationen vil absorbere for meget stimulationsfluidum sammenlignet med andre områder eller zoner. Dette gør det muligt at variere de volumener af stimulationsfluidum, der injiceres, så man imødekommer områder, hvor der ønskes en begrænset mængde fluidum, og områder, hvor der ønskes i stor mængde, alle inden for samme zone.

Det, der tilvejebringes med fremgangsmåden, er en væsentlig reduktion i det antal zoner som en lang, vandret brønd skal opdeles i. For eksempel vil en sektion med en længde på 2000 – 2200 m med de for øjeblikket til rådighed værende teknikker skulle opdeles i 8 – 10 zoner.

Med den foreliggende fremgangsmåde kan man reducere antallet af zoner fra 9-10 til f.eks. 1 – 3, med deraf følgende fordele i form af blandt andet tids- og omkostningsbesparelser i stimulerings- og perforeringsfasen.

Kort beskrivelse af opfindelsen

Formålet med opfindelsen tilvejebringes ved fremgangsmåden, der omfatter følgende trin: at etablere brøndboringen; at indføre et rør i brøndboringen med henblik på produktion af carbonhydrider eller med det formål at injicere vand eller andet fluidum til forskydning af carbonhydrider; at cementere røret for at fastholde røret i brøndboringen, at perforere røret på individuelle, forud udvalgte lokaliteter, efter at røret er cementeret på plads; at stimulere brønden ved at indføre syre eller lignende aggressiv væske i formationen gennem perforeringerne på individuelle, forud udvalgte lokaliteter.

Herved opnås der en fremgangsmåde, som finder anvendelse til cementerede rør, og med hvilken fremgangsmåde der også tilvejebringes en nøje styret fordeling af stimulationsfluidum i formationen ved at specialudforme anbringelsen af hver af perforeringerne.

I samtlige udførelsesformer for opfindelsen bliver de forud udvalgte lokaliteter, hvor røret perforeres, bestemt ved modellering og beregning af indstrømningsydeevnen for hver individuel perforering, medens den ændrer sig som en funktion af det indstrømmende volumen af syre eller lignende aggressiv væske. Derved opnås der i sidste ende en nøje styret fordeling.

Herved sikres, at syren eller det tilsvarende aggressive fluidum, når det indføres gennem det perforerede rør til opløsning af materiale i formationen, fordeles på en sådan måde, at syren vil komme ind i formationen med i det væsentlige samme eller jævn strømning målt i rørets længde.

Når syre eller lignende aggressivt fluidum kommer ind i formationen, vil det "åbne" formationen, så fluidum tillades at passere nemmere fra formationen og ind i røret, når der produceres olie, eller fra røret og ind i formationen, når der injiceres vand eller andre forskydningsfluider i formationen.

Ændringen i strømningsegenskaberne i formationen som følge af injektionen af syre har en selv-opretholdende virkning. Jo mere syre, der strømmer ind i formationen, jo mere "åben" vil formationen blive og dermed tillade mere syre at reagere i formationen, hvilket udvirker yderligere "åbning" af formationen og så fremdeles.

Det er derfor ønskeligt at styre indstrømningen af syre i formationen for at sikre en i det væsentlige jævn fordeling af syren langs røret i forhold til tid.

Hvis syre eller lignende aggressivt fluidum pumpes ind i et rør med præfabrikerede perforeringer, hvor perforeringerne anbringes jævnt fordelt langs røret, vil syren strømme ind i formationen, hvor den mest åbne struktur af formationen forekommer, hvilket afstedkommer den før omtalte selvopretholdende virkning, hvorfor blot nogle få perforeringer vil lede syre ind i formationen og ikke fordele syre til samtlige perforeringer eller udvalgte perforeringer i røret.

Ifølge en udførelsesform for opfindelsen udføres perforeringerne, så en eller flere sektioner langs røret lades ikke-perforerede. Derved kan sektioner i formationen med uønsket indstrømningsydeevne beskyttes mod stimulationsfluidet.

Ifølge en yderligere udførelsesform for opfindelsen, udføres perforeringerne med fordeling i klynger.

Med kendte fremgangsmåder kan der ikke tilvejebringes en jævn fordeling af fluid over længere intervaller end ca. 250 m. Anvendelse af opfindelsen gør det muligt at stimulere såvel kortere som længere cementerede zoner med en ønsket fordeling af stimulationsfluidum i hele intervallet.

Betegnelsen "perforeringstæthed" skal fortolkes som antallet af perforeringer pr længdeenhed.

I en første udførelsesform for opfindelsen beskrives en fremgangsmåde til at stimulere en brønd til anvendelse med det formål at producere carbonhydrider fra en formation eller med det formål at injicere vand eller andet carbonhydrid-forskydende fluidum ind i en formation, når der indføres syre eller lignende aggressivt fluidum gennem et cementeret og perforeret rør til opløsning af materiale, hvilken fremgangsmåde omfatter følgende trin:

- at etablere brøndboringen;
- at indføre et rør i brøndboringen med henblik på produktion af carbonhydrider;
- at cementere røret for at fastholde røret i brøndboringen;
- at bestemme lokaliteter, hvor røret skal perforeres i brøndboringen, ved at modellere indstrømningsydeevnen af syre eller lignende aggressiv væske i formationen på basis af parametre i sammensætningen af formationen, hvilke parametre for eksempel er: reservoirets porøsitet, gennemtrængelighed, tryk, overfladetilstopningsgrad (damage skin and intrusion depth), perforeringsdiameter og indtrængningsdybde, eller skade fra rand af knust materiale og indtrængningsdybde i perforati-onsområdet ;
- at perforere røret på individuelle, forud udvalgte lokaliteter, efter at røret er cementeret på plads;
- at stimulere brønden ved at indføre syre eller lignende aggressiv væske i formationen gennem det perforerede rør på forud udvalgte lokaliteter.

Herved tilvejebringes, at fordelingen af fluidum ud i formationen kan varieres efter de lokale karakteristika af den omgivende formation af en brøndboring, og derved bliver det muligt at opnå en ønsket endelig fordeling af fluider.

Det kan være muligt at bestemme de lokaliteter, hvor røret skal perforeres i brøndboringen, på basis af andre parametre i kombination med et eller flere af parametrene, der f.eks. er reservoirets porøsitet, gennemtrængelighed, tryk, overfladetilstopningsgrad , perforeringsdiameter og indtrængningsdybde, eller skade fra rand af knust materiale og indtrængningsdybde i perforati-onsområdet .

Dataene for parametrene i formationen kan logges under etableringen af brøndboringen, enten under boring eller inden røret cementeres på plads.

Hvis formationen er passende ensartet, kan data, der er logget fra en eller flere tidligere etablerede brøndboringer, bruges som basis for at modellere indstrømningsydelsen af syren eller lignende aggressiv væske i formationen.

Med en anden udførelsesform for opfindelsen beskrives en fremgangsmåde til at stimulere en boret og cementeret brønd, hvori de forud valgte lokaliteter, hvor røret perforeres, bestemmes ved at beregne en indstrømningsydeevne for hver individuel perforering, medens denne ændrer sig som en funktion af indstrømningsvolumen af syre eller lignende aggressiv væske.

Derved kan der opnås en nøje styret endelig fordeling af stimulationsfluider langs et interval, uden nødvendigvis at bruge andre hidtil kendte teknikker til fordeling af syre, om end det stadig vil være muligt at kombinere denne fremgangsmåde med andre, tidligere nævnte afledningsmetoder.

Ved dette opnås en mere hensigtsmæssig fremgangsmåde til at stimulere en brønd og styre mængden af indstrømmende volumen af syre eller lignende aggressiv væske.

Ifølge en yderligere udførelsesform for opfindelsen bliver data for sammensætningen eller parametre for formationen logget under etablering af brøndboringen.

Ifølge en anden udførelsesform kan beregning af stimulationsbehandlingen baseres på variationer af en eller flere parametre for reservoiregenskaber.

Ifølge en anden udførelsesform for opfindelsen kan anbringelse af perforeringen beregnes og bestemmes ved transient fluidummodellering og derved videre udarbejdelse af en plan for injektion af stimuleringsfluidum (syre). Bestemmelsesfremgangsmåden omfatter:

at beregne indstrømningsydeevne individuelt for hver perforering, medens den ændrer sig som en funktion af volumen af syreindstrømning i en "Matrix fluid" reservoirmodel;

at overvåge ændringer i reservoirparametre eller reservoiregenskaber ved hver enkelt perforering, hvilke parametre f.eks. er: reservoirets porøsitet, gennemtrængelighed, tryk, overfladetilstopningsgrad, perforeringsdiameter og indtrængningsdybde, eller skade fra rand af knust materiale og indtrængningsdybde i perforationsområdet (perforation crushed zone damage and intrusion depth);

at tillade variationer i fluidumparametre og beregne en syrefordeling baseret på en pumpningsplan, som omfatter mere end en type fluidum med og uden friktionsreducerende midler;

at korrelere faktiske jobdata for post-job-analyse for at beregne volumen af fluider (adskilt i hver type eller stadium af pumpede fluider), som injiceredes i hver perforering individuelt.

Anvendelse af ovenstående bestemmelsesmetode til at styre og bestemme positionen af klynger af perforeringer såvel som en plan for injektion af stimulationsfluidum gør det muligt at styre injektionen og fordelingen af stimulationsfluidum i forud valgte områder af formationen og derved forhindre, at overskydende mængder af stimulationsfluider injiceres i områder i formationen, som er i stand til at absorbere mere stimulationsfluidum end andre dele af formationen.

Ifølge en anden udførelsesform for opfindelsen omfatter stimulationsfluidet friktionsreducerende midler.

Herved tilvejebringes, at de fluider, der indføres i eller udtages fra røret, opnår en mere letflydende karakteristik.

Ifølge en anden udførelsesform for opfindelsen bliver perforeringerne udført med en ujævn fordeling langs røret.

Ifølge en anden udførelsesform for opfindelsen bliver perforeringerne udført fordelt i klynger.

En klynge af huller er en akkumulering af huller inden for et specifikt område.

I stadig en yderligere udførelsesform for opfindelsen udføres perforeringerne med fordeling i klynger, hvilke klynger har samme indbyrdes afstand.

Ifølge endnu en udførelsesform for opfindelsen udføres perforeringerne med fordeling i klynger, hvilke klynger har forskellig indbyrdes afstand.

Ifølge en yderligere udførelsesform for opfindelsen har hver klynge forskellig perforeringstæthed.

Ifølge en yderligere udførelsesform for opfindelsen har hver klynge samme perforeringstæthed.

Med ovenstående fordelinger af perforeringer opnås der stimulering tilpasset forskellige udseender og karakteristika af formationer.

Beskrivelse af tegning

Opfindelsen vil i det følgende blive beskrevet detaljeret, idet der henvises til tegningen, hvor

Fig. 1 skematisk viser en brøndboring med indført rør, og

Fig. 2 skematisk viser en sektion af en brøndboring med perforeringer i klynger med varierende tætheder.

Detaljeret beskrivelse af udførelsesformer for opfindelsen

Der vises på fig. 1 et rør 10 til at producere fra eller til at stimulere en brønd til brug til det formål at producere carbonhydrider fra en formation 1 eller fra omgivelser til en formation 1.

Til at producere olie bruges der almindeligvist rør til enten at afstive brønden eller fordele fluidum eller begge.

Det på fig. 1 viste rør 10 i form af en cementeret foring tilvejebringes med perforeringer 11 til fordeling af fluidum fra enten formationen 1 og ind i brøndboringen eller fra brøndboringen og ud til formationen 1.

Inden i røret 10 tilvejebringes et rør 12, hvilket rør 12 ved en fri ende omfatter en prop 13, som forhindrer fluidet i at strømme ud af enden.

Uden for røret 12 og mellem røret 12 og brøndboringen og/eller den cementerede foring 10, er anbragt packere 14, 15. Formålet med disse packere 14, 15 er at tilvejebringe en zone 20 mellem packerne 14, 15, hvilken zone 20 er isoleret fra resten af brøndboringen.

Røret 12 er forsynet med lukbare åbninger 21, der er anbragt mellem packerne 14, 15. Desuden er der tilvejebragt lukbare åbninger 22 ved den frie ende, uden for packerne 15.

Organer til at åbne og lukke disse åbninger 21, 22 er velkendte og vil derfor ikke blive beskrevet mere detaljeret.

I den viste udførelsesform er åbningerne 22 (til højre på tegningen) i deres lukkede stilling, medens åbningerne 21, der befinder sig mellem packerne 14, 15, er i deres åbne position, hvorved det opnås, at en fluidumstrøm, der indføres fra jordoverfladen, vil blive fordelt ind i annulus-hulrummet 32, der befinder sig mellem rørene 10 og 12 som angivet med pile 30.

For at fordele fluidumstrømmen ind i den omgivende formation 1, perforeres røret i form af den cementerede foring 10.

Der vises på fig. 2 et eksempel på en udformning med en mulig resulterende stimulation og fordeling af forskydningsfluider. Udformningen viser et eksempel med en 1800 – 2000 m lang sektion, der er perforeret i seks klynger 11 med variable tætheder. Fluidet pumpes fra overfladen, ud gennem en åbning 21 i røret, ind i hulrummet 32 omkring røret og endelig gennem perforeringerne 11, der er lavet i den cementerede foring 10 og ind i formationen 1 16. På figuren vises det volumen, der indføres i hver perforering. Den jævne fordeling skal forstås som fordeling af volumen pr længdeenhed. Fordi der er større tæthed af perforeringer i den fjerne ende af røret, som det fremgår af fig. 2, er volumenet af syre pr længdeenhed det samme som i den indvendige del af zonen. Den indvendige zone befinder sig tæt ved åbningen 21 og den fjerne ende er tæt på packerne 15.

Med den kendte teknik har man altid forsøgt at opnå en jævn fordeling af fluidet ind i formationen 1 og man løser f.eks. dette problem ved at ændre på fluidernes karakteristika, injektionsraten eller ved injektion af opløselige materiale, der midlertidig aflukker nogle af perforeringerne.

Formålet med opfindelsen er at opnå en jævn eller designet fordeling af syre eller lignende aggressivt fluidum, når det indføres gennem et cementeret og perforeret rør 10 til opløsning af materiale, hvilket opnås ved en fremgangsmåde, der omfatter følgende trin: at etablere brøndboringen; at indføre et rør 10 i brøndboringen med henblik på produktion af carbonhydrider; at cementere røret 10 for at fastholde røret 10 i brøndboringen, at perforere røret 10 på individuelle, forud udvalgte lokaliteter, efter at røret 10 er cementeret på plads; at stimulere brønden ved at indføre syre eller lignende aggressiv væske i formationen 1 gennem det perforerede rør 10 på forud udvalgte lokaliteter.

Designet fordeling betyder en fordeling af syre eller lignende aggressiv væske i formationen 1, hvor perforeringerne 11 i det cementerede rør 10 anbringes således, at det leder syren eller lignende aggressivt fluidum ind i formationen ved ønskede positioner, hvilke positioner beregnes eller bestemmes på basis af f.eks. information, der logges under boring af brøndboringen.

Ifølge en anden udførelsesform for opfindelsen beskrives en fremgangsmåde til at stimulere en boret og cementeret brønd, hvori de forud valgte lokaliteter, hvor røret 10 perforeres, bestemmes ved at beregne en indstrømningsydeevne individuelt for hver perforering 11, medens indstrømningsydeevnen ændrer sig som en funktion af indstrømmende volumen af syre eller lignende aggressiv væske.

Ifølge en anden udførelsesform for opfindelsen beskrives en fremgangsmåde til at stimulere en boret og cementeret brønd, hvor beregning af stimulationsbehandlingen omfatter variationer af en eller flere parametre for reservoiregenskaber langs zonen af formationen, der skal stimuleres.

Ifølge en anden udførelsesform for opfindelsen kan stimulationsfluidet omfatte friktionsreducerende midler.

For at sikre en ønsket – eventuelt jævn – fordeling af den injicerede syre i formationen 1 eller omgivelserne af formationen 1 udføres perforeringerne 11 fordelt langs røret 10.

For yderligere at sikre en ønsket – eventuelt jævn – fordeling ifølge en anden udførelsesform for opfindelsen udføres perforeringerne 11 med fordeling i klynger.

Ifølge stadig en anden udførelsesform for opfindelsen udføres perforeringerne 11 med fordeling i klynger, hvor klyngerne har samme indbyrdes afstand.

Ifølge en anden udførelsesform for opfindelsen udføres perforeringerne 11 med fordeling i klynger, hvor klyngerne har forskellig indbyrdes afstand.

Ifølge en anden udførelsesform for opfindelsen har hver klynge forskellig perforeringstæthed.

Ifølge en anden udførelsesform for opfindelsen har hver klynge samme perforeringstæthed.

Efter at brønden er blevet stimuleret, kan brønden bruges til at producere olie eller til at injicere vand eller andre carbonhydrid-forskydende fluider ind i formationen 1 eller omgivelserne af en formation 1 med henblik på at tvinge olie i retning mod andre olie-producerende områder eller brønde.

Patentkrav

1. Fremgangsmåde til at stimulere en brønd til anvendelse med det formål at producere carbonhydrider fra en formation (1) eller med det formål at injicere vand eller andet carbonhydrid-forskydende fluidum ind i en formation (1), når der indføres syre eller lignende aggressiv væske gennem et cementeret og perforeret rør (10) til opløsning af materiale, hvilken fremgangsmåde omfatter følgende trin:

- at etablere en brøndboring;
- at indføre et rør (10) i brøndboringen med henblik på produktion af carbonhydrider;
- at cementere røret (10) for at fastholde røret (10) i brøndboringen;
- at bestemme lokaliteter, hvor røret (10) skal perforeres i brøndboringen, ved at modellere indstrømningsydeevnen af syre eller lignende aggressiv væske i formationen (1) på basis af parametre i sammensætningen af formationen (1), hvilke parametre for eksempel er: reservoirets porøsitet, gennemtrængelighed, tryk, overfladetilstopningsgrad , perforeringsdiameter og indtrængningsdybde, eller skade fra rand af knust materiale og indtrængningsdybde i perforationsområdet;
- at perforere røret (10) på forud udvalgte lokaliteter, efter at røret (10) er cementeret på plads;
- at stimulere brønden ved at indføre syre eller lignende aggressiv væske i formationen (1) gennem det perforerede rør (10) på individuelle, forud udvalgte lokaliteter,

kendetegnet ved, at beregning af stimulationsbehandlingen baseres på variationer af en eller flere parametre for reservoiregenskaber, og hvor de forud fastlagte lokaliteter, hvor røret (10) er perforeret, beregnes og bestemmes ved transient fluidummodellering og derved videre udarbejdelse

af en plan for injektion af syre (stimuleringsfluidum), hvilken bestemmelsesfremgangsmåde omfatter:

- at beregne indstrømningsydeevne individuelt for hver perforering, medens den ændrer sig som en funktion af volumen af syreindstrømning i en "Matrix fluid" reservoirmodel;

- at overvåge ændringer i reservoirparametre eller reservoiregenskaber ved hver enkelt perforering, hvilke parametre f.eks. er: reservoirets porøsitet, gennemtrængelighed, tryk, overfladetilstopningsgrad, perforeringsdiameter og indtrængningsdybde, eller skade fra rand af knust materiale og indtrængningsdybde i perforationsområdet;

- at tillade variationer i fluidumparametre og beregne en syrefordeling baseret på en pumpningsplan, som omfatter mere end en type fluidum med og uden friktionsreducerende midler;

- at korrelere faktiske jobdata for post-job-analyse for at beregne volumen af fluider (adskilt i hver type eller stadium af pumpede fluider), som injiceredes i hver perforering individuelt.

2. Fremgangsmåde til at stimulere en boret og cementeret brønd ifølge krav 1, **kendetegnet ved** at de forud udvalgte lokaliteter, hvor røret (10) perforeres, bestemmes ved at beregne indstrømningsydeevnen individuelt for hver perforering (11), medens indstrømningsydeevnen ændrer sig som en funktion af det indstrømmende volumen af syre.

3. Fremgangsmåde til at stimulere en boret og cementeret brønd ifølge krav 1 eller 2, **kendetegnet ved** at data for sammensætningen af formationen (1) logges under etablering af brøndboringen.

4. Fremgangsmåde til at stimulere en boret og cementeret brønd ifølge krav 1 - 3, **kendetegnet ved** at perforeringerne (11) udføres med ujævn fordeling langs røret (10).

5. Fremgangsmåde til at stimulere en boret og cementeret brønd ifølge krav 1 - 4, **kendetegnet ved** at perforeringerne (11) udføres med fordeling i klynger.

6. Fremgangsmåde til at stimulere en boret og cementeret brønd ifølge krav 4, **kendetegnet ved** at perforeringerne udføres med fordeling i klynger, hvilke klynger har samme indbyrdes afstand.

7. Fremgangsmåde til at stimulere en boret og cementeret brønd ifølge krav 4 eller 5, **kendetegnet ved** at perforeringerne (11) udføres med fordeling i klynger, hvilke klynger har forskellig indbyrdes afstand.

8. Fremgangsmåde til at stimulere en boret og cementeret brønd ifølge et hvilket som helst af kravene 5 – 7, **kendetegnet** ved at hver klynge har forskellig perforeringstæthed.

9. Fremgangsmåde til at stimulere en boret og cementeret brønd ifølge et hvilket som helst af kravene 5 – 7, **kendetegnet** ved at hver klynge har samme perforeringstæthed.

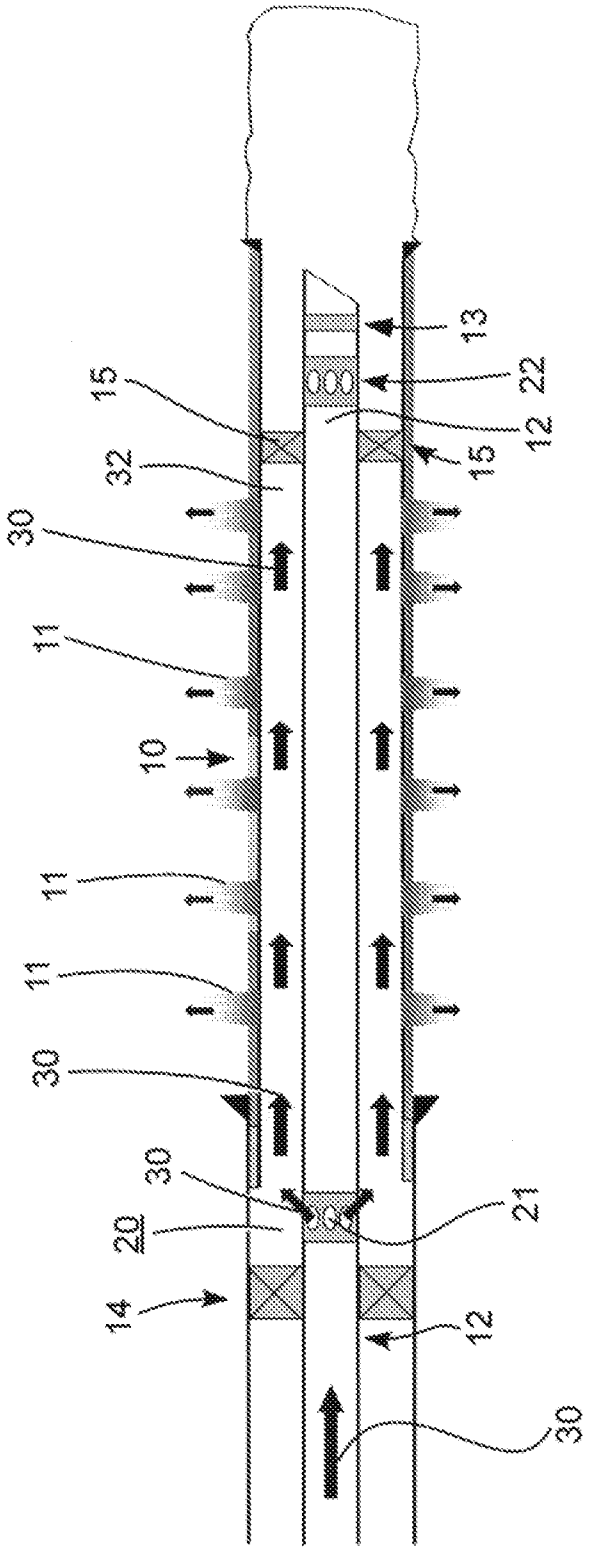


Fig. 1

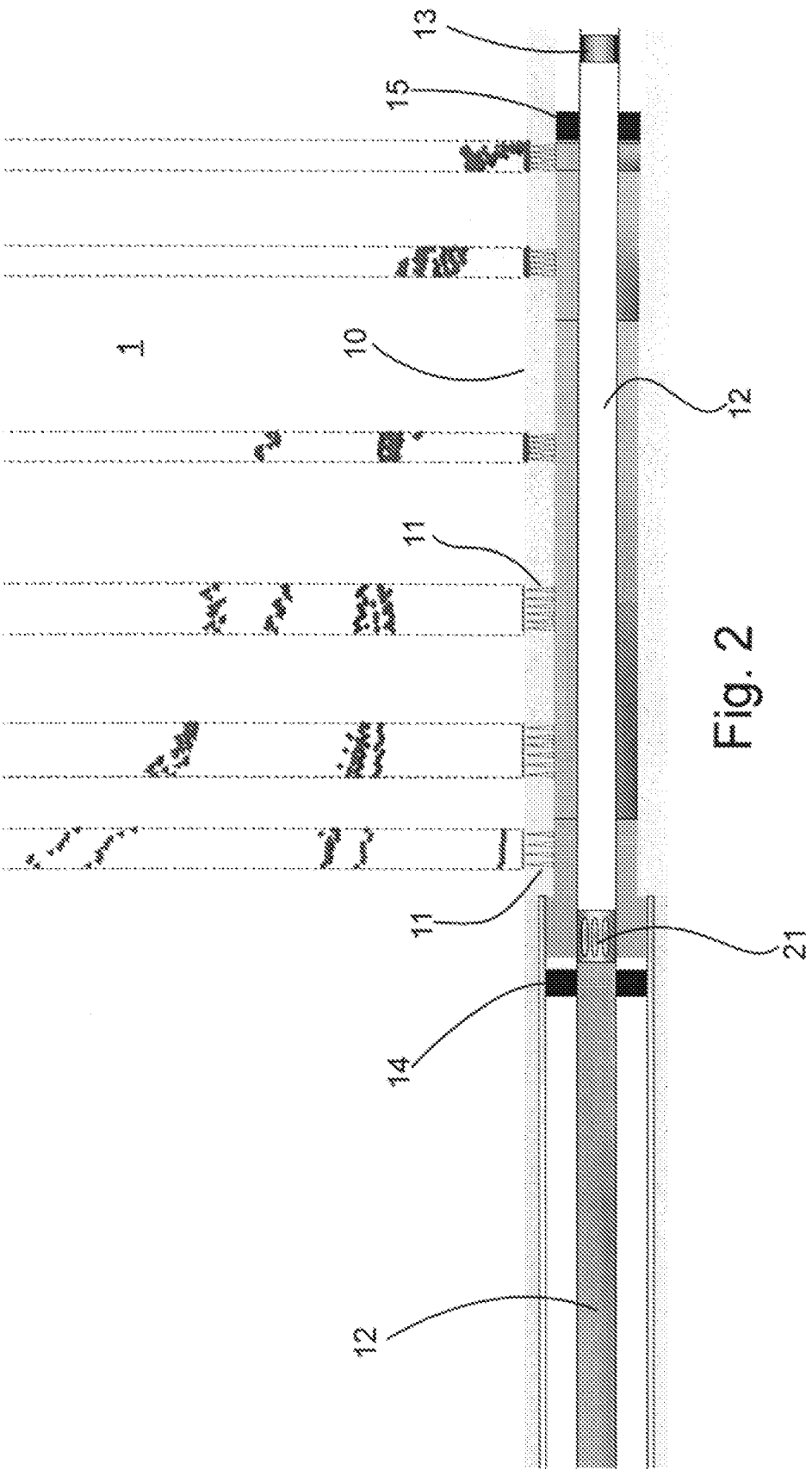


Fig. 2