



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00844

(22) Data de depozit: 24/03/2014

(30) Prioritate:
27/06/2013 US 13/928, 510

(41) Data publicării cererii:
30/05/2016 BOPI nr. 5/2016

(86) Cerere internațională PCT:
Nr. US 2014/031547 24/03/2014

(87) Publicare internațională:
Nr. WO 2014/209446 31/12/2014

(71) Solicitant:
• HALLIBURTON ENERGY SERVICES,
INC., 3000 N.SAM HOUSTON PARKWAY
E., HOUSTON, TEXAS, US

(72) Inventatori:
• CHOUDHARY YOGESH KUMAR,
SVERDRUPS GATE 46, STAVANGER, NO;
• OFTEDAL ARVE, BUGGELAND 1B,
SANDNES, NO

(74) Mandatar:
ROMINVENT S.A.,
STR. ERMIL PANGRATTI NR.35,
SECTOR 1, BUCUREȘTI

(54) ÎNCĂLZIREA *IN SITU* ÎN ADÂNCIME PENTRU UN
TRATAMENT ÎNTR-UN PUȚ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de tratare a unei porțiuni sau zone de tratament a unui puț. Metoda conform invenției constă în etapele:

(A) de formare a unui prim fluid de tratare, ce cuprinde un fluid purtător, un prim reactant și un al doilea reactant, capabili să reacționeze împreună într-o reacție chimică exotermă, fiind în concentrații cel puțin suficiente în fluidul purtător, pentru a genera o căldură de reacție de cel puțin 500 kJ/l fluid de tratare;

(B) de formare a unui al doilea fluid de tratare, care cuprinde un al doilea fluid purtător și o substanță chimică de tratare, selectată pentru a reacționa chimic cu o substanță sau material în porțiunea sau zona de tratament a puțului;

(C) de introducere a primului fluid de tratare și a celui de-al doilea fluid de tratare, în orice ordine secvențială, în porțiunea sau zona de tratament a puțului.

Revendicări: 23

Figuri: 8

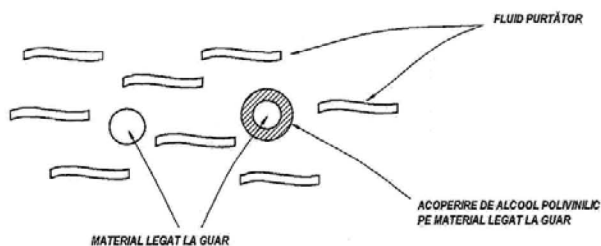


Fig. 2



104

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	a 2015 00844
Data depozit	24.03.2014

ÎNCĂLZIREA IN-SITU ÎN ADÂNCIME PENTRU UN TRATAMENT ÎNTR-UN PUȚ

TRIMITERI LA CERERI CONEXE

[0001] Această cerere revendică prioritatea cererii de brevet neprovizorie U.S. nr. 13/928,510, depusă în 27 iunie 2013, cu titlul "Încălzirea in-situ la adâncime pentru un tratament într-un puț" care este încorporată aici în întregime sa prin referință.

DOMENIUL TEHNIC

[0002] Invențiile fac parte din domeniul producției de petrol brut sau de gaz natural din formațiuni subterane. Mai specific, invențiile se referă în general la metode de încălzire in-situ într-un puț, pentru a mări viteza de reacție dintre substanțele chimice și eficiența unui tratament chimic.

BAZELE INVENȚIEI

[0003] Frecvent este necesar să se preîncălzească un fluid de tratare pentru a fi utilizat într-un puț pentru a se realiza o viteză de reacție mai ridicată în decursul diferitelor operațiuni.

[0004] În general, viteza unei reacții chimice crește odată cu creșterea temperaturii. Ecuația lui Arrhenius (Ecuația 1) descrie dependența de temperatură a cineticii de reacție. Ecuația lui Arrhenius redă dependența constantei de viteză K, a unei reacții chimice, de temperatura absolută T în Kelvin, în care A este un factor pre-exponențial, Ea este energia de activare și R este constanta universală a gazelor:

$$K = Ae^{-Ea/(RT)} \quad \text{Ec. (1)}$$

[0005] De exemplu, viteza unui tratament chimic pentru îndepărtarea tartrului (masă) de sulfat de bariu este o funcție de temperatură și de timp. La mai puțin de circa 77 °F (25 °C), viteza de reacție este foarte mică iar creșterea timpului de contact conduce la o creștere treptată a cantității de tartru îndepărtat chimic. De exemplu la 68 °F (20 °C) după un timp total de contact de circa 24 ore, cantitatea de ioni de bariu dizolvați dintr-un tartru este de numai circa 8.000 ppm. Cu toate

acestea, la o temperatură mai ridicată de circa 77 °F (25 °C), viteza de reacție crește și cantitatea de ioni de bariu dizolvați crește liniar în timp după o perioadă inițială de contact de circa 3 ore. La 86 °F (30 °C) după un timp total de contact de circa 24 ore, cantitatea totală de ioni de bariu dizolvați din tartru este de circa 25.000 ppm. La 185 °F (85° C) după un timp total de contact de circa 24 ore, cantitatea de ioni de bariu dizolvați din tartru este de circa 80.000 ppm. În general, pentru îndepărtarea chimică a unui tartru anorganic, așa cum este sulfatul de bariu, sunt necesare o temperatură mai ridicată sau un timp de contact mai îndelungat pentru eficacitatea acestei operațiuni.

[0006] În mod similar, stimularea pe baza unei matrice de chelatizare necesită în general o temperatură mai ridicată de circa 250 °F (120 °C) pentru rezultate mai bune. Operatorii de puțuri încearcă să utilizeze sisteme pe bază de chelatizare în locul sistemelor de acidulare convenționale deoarece aceste sisteme fluide reduc riscurile de manipulare asociate în mod uzual cu acizii convenționali. Cu toate acestea, aplicabilitatea lor este în general limitată la puțurile cu temperatură ridicată în mod natural, din cauza cineticii de reacție.

[0007] În mod convențional, un fluid de tratament poate fi preîncălzit la locul unde se găsește puțul și pompat în adâncime cu un scop specific. Scopul preîncălzirii este acela de a conferi o temperatură și o viteză de reacție mai ridicate în adâncime. Din nefericire, pe măsură ce fluidul de pre-tratament este pompat în jos în gaura puțului, energia termică se poate pierde în mediul înconjurător al găurii puțului și fluidul se poate răci.

[0008] În această situație, este necesară o viteză de pompare mai ridicată pentru a se reduce pierderile termice și răcirea fluidului astfel încât temperatura fluidului să fie mai ridicată atunci când ajunge în zona de tratament dorită. **Figura 1** este un exemplu al pierderilor termice ale unui fluid în funcție de viteza de pompare. Mai particularizat, **Figura 1** ilustrează o simulare de temperatură WELLCAT™ a unui profil de temperatură estimat pentru un volum de 40 m³ dintr-un fluid apos preîncălzit la circa 158 °F (70 °C) față de adâncimea verticală reală (TVD) în metri pentru o gaură de puț verticală reprezentativă într-un mediu înconjurător rece având o suprafață a carcasei de 24 țoli la 500 metri TVD și o coloană de tuburi de producție de 7 țoli la 600 metri TVD în funcție de viteza de pompare în litri/minut (lpm). În exemplul din **Figura 1**, dacă viteza de pompare este mai mică de 2 barili/minut (bpm) (un baril de petrol conține 159,6 litri), atunci fluidul se răcește semnificativ în

momentul în care atinge adâncimea dorită. Dacă viteza de pompare este mai mare de circa 2 bpm, fluidul încă se mai răcește dar există o pierdere mai mică de căldură în comparație cu o viteză de pompare mai scăzută și, la adâncime, se obține o temperatură mai ridicată, așa cum se poate observa din Figura 1.

[0009] Din nefericire, o viteză de pompare mai ridicată prezintă o altă problemă. În general, cu cât viteza de pompare este mai ridicată, cu atât timpul de contact al fluidului cu o porțiune a puțului este mai scurt. Timpul de contact poate fi calculat utilizând ecuația 2, în care t_{contact} este timpul de contact al fluidului. $V_{\text{tratament}}$ este volumul fluidului de tratament, și Q este viteza de pompare, astfel încât timpul de contact al fluidului este o funcție inversă (f) a vitezei de pompare.

$$t_{\text{contact}} = \frac{V_{\text{tratament}}}{Q} = f\left(\frac{1}{Q}\right) \quad \text{Ec. (2)}$$

[0010] Prin urmare, dacă viteza de pompare este prea ridicată, chiar dacă temperatura este suficientă, timpul de contact poate fi prea scurt pentru un tratament eficient. În plus, uneori nu este posibil să se pompeze un fluid de tratament la o viteză suficient de ridicată pentru a se menține o temperatură adecvată a fluidului, din cauza limitărilor de presiune de la suprafața sau fundul găurii de puț.

[0011] De asemenea, costurile preîncălzirii fluidului de tratament sunt ridicate. Pe o platformă off-shore, poate fi necesar să fie adus în ambarcațiuni sau echipamente specializate pentru astfel de operații. Ca urmare, există limitări majore ale metodelor care necesită tratamentul cu un fluid preîncălzit, care reduc utilitatea unor astfel de tratamente.

REZUMATUL INVENȚIEI

[0012] Această invenție se referă la metode de încălzire in-situ ale unui fluid pentru tratamentul diferitelor aplicații de adâncime dintr-un puț, cum ar fi stimularea cu matrice pe bază de agent de chelatizare sau îndepărtarea tartrului anorganic.

[0013] Invenția furnizează metode pentru tratamentul unei porțiuni sau a unei zone de tratament a puțului care include introducerea unuia sau mai multor fluide de tratament în puț, în care numitele unul sau mai multe fluide de tratament includ: (i) un prim reactant și un al doilea reactant, în care primul și al doilea reactant sunt selectați pentru a fi capabili să reacționeze împreună într-o reacție chimică exotermă, și în

care primul și al doilea reactant sunt în concentrații cel puțin suficiente în fluidul purtător al acestora pentru a genera o căldură teoretică de reacție de cel puțin 500 kJ/litru din cel puțin unul dintre fluidele de tratament; și (ii) o substanță chimică de tratament în cel puțin unul dintre fluidele de tratament, în care substanța chimică de tratament este selectată pentru a reacționa chimic cu o substanță a unui material din porțiunea sau zona de tratament a puțului. Reacții exotermi și substanța chimică de tratament se pot introduce într-un singur fluid de tratament sau în fluide de tratament separate.

[0014] Acestea și alte aspecte ale invenției vor fi aparente pentru o persoană de specialitate în domeniu la citirea descrierii detaliate care urmează. Cu toate că invenția este susceptibilă la diferite modificări și forme alternative, aplicările specifice ale acesteia vor fi descrise în detaliu și ilustrate cu ajutorul exemplurilor. Trebuie să se înțeleagă, totuși, că nu se intenționează ca invenția să fie limitată la formele particularizate dezvăluite, ci, în mod contrar, invenția este destinată să acopere toate modificările și alternativele care se încadrează în scopul invenției așa cum este exprimat în revendicările anexate.

SCURTĂ DESCRIERE A DESENELOR

[0015] Desenele însoțitoare sunt încorporate în specificație pentru a ajuta la ilustrarea exemplurilor în conformitate cu aplicarea cea mai preferată în prezent a invenției. Trebuie să se înțeleagă că figurile din desene nu sunt în mod necesar la scară.

[0016] Figura 1 ilustrează o simulare WELLCAT™ a temperaturii, pentru un profil de temperatură estimat la un volum de 40 m³ dintr-un fluid apos preîncălzit la circa 158 °F (70 °C) în funcție de adâncimea verticală reală (TVD) în metri pentru o gaură de puț verticală exemplificativă într-un mediu rece având o suprafață a carcasei de 24 țoli la 500 metri TVD și o coloană de tuburi de producție de 7 țoli la 600 metri TVD în funcție de viteza de pompare în litri/minut (lpm);

[0017] Figura 2 este o reprezentare grafică a unui reactant legat la guar, care poate fi în general sferic, cu o altă formă, sau ca un pelet de formă neregulată, și un reactiv legat la guar care are de asemenea și o acoperire de alcool polivinilic care se dizolvă în apă la circa 120-150 °F (49-65 °C), care se pot utiliza împreună într-un fluid purtător pentru a etapiza eliberarea unuia sau a mai multor reactanți.

[0018] Figura 3 este un grafic care ilustrează controlul generării de căldură

care se poate realiza când o probă cu unul sau mai mulți reactanți este sub formă solidă ca o matrice de NaNO_2 legată la guar care controlează eliberarea ionilor de azotit în timp pentru reacția cu ionii de amoniu dizolvați deja în soluție;

[0019] Figura 4 este un grafic teoretic care ilustrează creșterea de temperatură preconizată ($^{\circ}\text{F}$) în timp (ore) pentru o eliberare etapizată a azotitului de sodiu solid într-o soluție apoasă pentru reacția exotermă a clorurii de amoniu cu azotitul de sodiu, în care o primă linie având un singur pic de temperatură la circa 1 oră reprezintă creșterea de temperatură datorată eliberării reactantului legat la guar, o a doua linie punctată având un singur pic de temperatură la circa 3 ore reprezintă eliberarea ulterioară declanșată de temperatură a unui reactant legat la guar care este acoperit cu alcool polivinilic ("APV"), și o a treia linie având două picuri de temperatură la circa 1 oră și la circa 3 ore reprezintă temperatura globală a soluției;

[0020] Figura 5 este un grafic care ilustrează o comparație a guarului, xantanului și a carboximetilcelulozei ("CMC") ca materiale de legare pentru controlul eliberării unuia dintre reactanți într-o formă solidă ca matrice NaNO_2 legat la guar, legat la xantan sau legat la CMC care controlează eliberarea ionilor de azotit în decursul timpului pentru reacția cu ionii de amoniu deja dizolvați în soluție;

[0021] Figura 6 este un grafic care ilustrează controlul generării de căldură care se poate realiza cu unul dintre reactanți sub forma unui solid, struvită nedizolvată cu un agent de chelatizare pentru a ajuta la dizolvarea lentă a struvitei și astfel la eliberarea ionilor de amoniu pentru reacția cu NaNO_2 deja dizolvat în soluție;

[0022] Figura 7 este un grafic care ilustrează controlul generării de căldură care se poate realiza acolo unde clorura de amoniu este impregnată mai întâi în pământ de diatomee și apoi acoperită cu un agent de eliberare lentă pe bază de rășină care controlează eliberarea ionilor de amoniu în timp pentru a reacționa cu ionii de azotit deja dizolvați în soluție; și

[0023] Figura 8 este un grafic a unui procedeu bazat pe o reacție exotermă întârziată în care reacția exotermă este întârziată înainte ca aceasta să înceapă cu un sistem de eliberare întârziată de acid dar reacția ulterioară nu este controlată altfel.

DESCRIEREA DETALIATĂ A APLICĂRILOR PREFERATE ȘI A CELUI MAI BUN
MOD DE REALIZARE ÎN PREZENT

Definiții și uzanțe*Interpretare generală*

[0024] Cuvintele și termenii care sunt folosiți aici au înțelesul lor simplu, obișnuit în domeniul acestei dezvăluiri, cu excepția cazului în care este în mod explicit și clar definit în această dezvăluire sau dacă din contextul specific este necesară o altă semnificație.

[0025] Dacă există vreun conflict între utilizările unui cuvânt sau termen din această dezvăluire și unul sau mai multe brevete sau alte documente care ar putea fi încorporate aici prin referință, trebuie să fie adoptate acele definiții care sunt în concordanță cu această specificație.

[0026] Cuvintele "cuprinzând," "conținând" "incluzând" "având," și toate variațiile gramaticale ale acestora se intenționează să aibă o semnificație deschisă, nelimitativă. De exemplu, o compoziție care cuprinde un component nu exclude ca aceasta să aibă componente suplimentare, un aparat care cuprinde o parte cu exclude posibilitatea ca acesta să aibă părți suplimentare, și o metodă care are o etapă nu exclude posibilitatea ca aceasta să aibă etape suplimentare. Când se utilizează astfel de termeni, compozițiile, aparatele și metodele care "constau esențial din" sau "constau din" componentele, părțile și etapele specificate, sunt incluse și dezvăluite în mod specific.

[0027] Articolele nedefinite "un" sau "o" reprezintă unul sau mai multe dintre componentele, părțile sau etapele pe care acel articol le introduce.

[0028] Ori ce câte ori este dezvăluit un interval numeric sau un grad sau o măsură cu o limită inferioară și o limită superioară, orice număr și orice interval care este cuprins în acel interval se intenționează a fi de asemenea dezvăluit în mod specific. De exemplu, orice interval de valori (sub forma "de la a la b," sau "de la circa a la circa b," sau "de la aproape a la aproape b" sau "de la aproximativ a la b," și orice expresii similare în care "a" și "b" reprezintă valori numerice ale gradului sau măsurătorii), trebuie să se înțeleagă că, specifică fiecare număr și interval cuprins în interiorul intervalului mai larg de valori.

[0029] Trebuie să se înțeleagă că variabilele algebrice și alte simboluri științifice utilizate aici sunt selectate arbitrar sau conform convențiilor. Pot fi utilizate și alte variabile algebrice.

[0030] Termeni cum ar fi "primul," "al doilea," "al treilea," etc, pot fi atribuiți arbitrar și sunt destinați în principal să diferențieze două sau mai multe componente,

părți, etape care sunt de altfel similare sau corespunzătoare ca natură, structură, funcție sau acțiune. De exemplu, cuvintele "primul" și "al doilea" nu servesc altui scop și nu fac parte din numele sau descrierea numelui sau a termenilor descriptivi care îl urmează. Simpla utilizare a termenului "primul" nu necesită să existe niciun al "doilea" component, parte sau etapă similară sau corespunzătoare. În mod similar, simpla utilizare a cuvântului "al doilea" nu necesită să existe niciun "primul" sau "al treilea" component, parte, sau etapă similare sau corespunzătoare. În plus, trebuie să se înțeleagă că principala utilizare a termenului "primul" nu necesită ca elementul sau etapa să fie exact prima în orice secvență, dar în principal ca ea să fie cel puțin una din elemente sau etape. În mod similar, principala utilizare a termenilor "primul" și "al doilea" nu necesită neapărat vreo secvență. Ca atare, principala utilizare a unor astfel de termeni nu exclude elemente sau etape care intervin între "primul" și "al doilea" elemente sau etape, etc,

[0031] Controlul sau controlarea unei stări include oricare una sau mai multe dintre menținerea, aplicarea sau varierea stării. De exemplu, controlul temperaturii unei substanțe poate include încălzirea, răcirea sau izolarea termică a substanței.

Rezervoare de petrol și gaz

[0032] În contextul producției de la un puț, prin "petrol" și "gaz" se înțelege că acești termeni se referă la petrol brut și respectiv gaz natural. Petrolul și gazul sunt hidrocarburi care apar în mod natural în anumite formațiuni subterane.

[0033] O "formațiune subterană" este un corp de rocă având caracteristici suficient de distinctive și care este suficient de continuă pentru ca geologii să o poată descrie, să o poată face o hartă a acesteia, și să o denumească.

[0034] O formațiune subterană care are o porozitate și o permeabilitate suficiente pentru a depozita și transmite fluide este uneori denumită ca un rezervor.

[0035] O formațiune subterană care conține petrol sau gaz poate fi localizată sub pământ sau off-shore sub fundul mării. Rezervoarele de petrol și gaz sunt în mod tipic localizate în domeniul de la câteva sute de picioare (rezervoare de mică adâncime) la câteva zeci de mii de picioare (rezervoare de ultra-adâncime) sub suprafața pământului sau a fundului mării.

Carbonat, gresie și alte roci

[0036] În geologie, roca sau piatra este un agregat solid de minerale sau

mineraloide care apare în mod natural. Stratul exterior al Pământului, litosfera, este formată din rocă. Trei grupuri majore de roci sunt vulcanice, sedimentare și metamorfice. Vasta majoritate a rocilor rezervorului sunt roci sedimentare, dar uneori rezervoarele pot fi roci din vulcanice și metamorfice puternic fracturate.

[0037] Așa cum se utilizează aici, o formațiune subterană având mai mult de circa 50% în greutate de materiale din carbonat anorganic este denumită ca o "formațiune de carbonat." Pentru tehnicile de acidulare în matrice într-o formațiune de carbonat, formațiunea de carbonat este de preferință formată într-o proporție mai mare de circa 80% în greutate din materiale din carbonat anorganic. De exemplu, piatra de var este în mod esențial carbonat de calciu. Dolomita este în mod esențial o combinație de carbonat de calciu și de carbonat de magneziu, în care cel puțin 50% din cationi sunt magneziu.

[0038] Așa cum se utilizează aici, o formațiune subterană având mai mult de circa 50% în greutate materiale silicioase anorganice (de exemplu gresie) este denumită ca o "formațiune din gresie."

Servicii și fluide pentru puțuri

[0039] Pentru a produce petrol și gaz dintr-un rezervor se forează o gaură de puț într-o formațiune subterană, care poate fi rezervorul sau poate fi adiacentă rezervorului.

[0040] În general, serviciile pentru puțuri, includ o gamă vastă de operații care pot fi efectuate în puțuri de petrol, gaz, geotermice sau de apă, cum ar fi forare, cimentare, completare și intervenție. Serviciile pentru puțuri sunt destinate facilitării sau îmbunătățirii producției de fluide dorite cum ar fi petrol sau gaz din sau prin formațiunea subterană. Service-ul unui puț implică în mod uzual introducerea unui fluid în puț.

[0041] Operațiile de forare, completare și intervenție pot include diferite tipuri de tratamente care sunt efectuate uzual pentru un puț sau formațiune subterană. De exemplu, un tratament pentru controlul pierderii de fluid poate fi utilizat în decursul oricărei operații de foraj, completare și intervenție. În timpul completării sau intervenției, stimularea este un tip de tratament efectuat pentru îmbunătățirea sau restabilirea productivității petrolului și a gazului dintr-un puț. Tratamentele de stimulare se încadrează în două grupe principale: tratamente de fracturare hidraulică și de matrice. Tratamentele de fracturare sunt efectuate peste presiunea de

fracturare a formațiunii subterane pentru a se crea sau pentru a se extinde o cale de curgere cu permeabilitate ridicată între formațiune și gaura puțului. Tratamentele de matrice sunt efectuate sub presiunea de fracturare a formațiunii. Alte tipuri de tratamente de completare sau intervenție pot include, de exemplu împachetarea cu pietriș, consolidarea și controlul producției excesive de apă.

Puțuri

[0042] Un "puț" include o gură a puțului și cel puțin o gaură de puț de la gura puțului care penetrează pământul. "Gura puțului" este terminația de la suprafață a găurii de puț, care suprafață poate fi pe pământ sau pe fundul mării.

[0043] "Poziția unui puț" este locația geografică a gurii puțului. Aceasta poate include facilități înrudite cum ar fi gropi pentru fluid, separatoare, stații de compresoare, încălzitoare și alte echipamente. Dacă este off-shore, poziția unui puț poate include o platformă.

[0044] "Gaura puțului" se referă la o gaură forată, care include porțiuni tubate sau netubate ale puțului sau orice alte tubulaturi din puț. "Gaura forată" se referă în mod uzual la interiorul unei găuri de puț, adică, suprafața de rocă sau peretele care mărginește gaura forată. O gaură de puț are porțiuni care sunt verticale, orizontale sau oricare între acestea, și poate avea porțiuni care sunt liniare, curbate sau ramificate. Așa cum se utilizează aici, "în susul găurii," "în adâncime," și termeni similari, se raportează la direcția față de gura puțului, indiferent dacă porțiunea de gaură de puț este verticală sau orizontală.

[0045] O gaură de puț poate fi utilizată ca o gaură de puț pentru producție sau pentru injectare. O gaură de puț de producție este utilizată pentru a produce hidrocarburi dintr-un rezervor. O gaură de puț de injectare este utilizată pentru injectarea unui fluid, de exemplu apă lichidă sau abur, pentru a conduce petrolul sau gazul spre o gaură de puț.

[0046] Așa cum se utilizează aici, introducerea "într-un puț" are semnificația introducerii cel puțin în interiorul sau prin gura puțului. În conformitate cu diferite tehnici cunoscute în domeniu, tubulaturi, echipamente, utilaje sau fluide pot fi direcționate de la gura de puț în orice porțiune dorită a găurii puțului.

[0047] Așa cum se utilizează aici, cuvântul "tubular" reprezintă orice corp structural în general sub forma unui tub. Corpurile tubulare pot fi din orice material adecvat, dar în domeniul petrolier ele sunt cel mai adesea din oțel. Exemple de

tubulaturi pentru puțurile petroliere includ, dar nu se limitează la, o țevă de foraj, o coloană de exploatare și o coloană de extracție.

[0048] Așa cum se utilizează aici, "fluid" se referă în general la orice fluid adaptat pentru a fi introdus în puț pentru orice scop. Un fluid poate fi de exemplu un fluid de foraj, o compoziție de decantare, un fluid de tratament sau un fluid de spațiere. Dacă trebuie să se utilizeze un fluid într-un volum relativ redus, de exemplu mai mic de circa 100 barili (circa 4.200 galoane US sau circa 16 m³), acesta este denumit uneori ca dop, pilulă, spălător sau tampon.

[0049] Așa cum se utilizează aici, cuvântul "tratament" se referă la orice tratament pentru schimbarea unei stări a unei porțiuni a găurii de puț, sau a formațiunii subterane adiacente la gaura de puț; totuși, cuvântul "tratament" nu implică în mod necesar un anumit scop al tratamentului. Un tratament implică uzual introducerea unui fluid pentru tratament, caz în care acesta poate fi denumit fluid de tratament, într-un puț. Așa cum se utilizează aici, un "fluid de tratament" este un fluid utilizat într-un tratament. Cuvântul "tratament" în termenul de "fluid de tratament" nu implică în mod necesar nici un tratament sau acțiune particularizate ale fluidului.

[0050] Așa cum se utilizează aici, termenul de "fluid purtător" se referă la un fluid pentru dizolvarea, suspendarea sau transportul într-un alt mod al unei substanțe sau material. De exemplu, un fluid de tratament poate fi format prin amestecarea unui fluid purtător cu o altă substanță sau material selectate pentru a fi chimic active într-o porțiune a unui puț. Un fluid purtător este sau include faza continuă a unui fluid de tratament.

[0051] În contextul unui puț sau gaură de puț, o "porțiune" sau "interval" se referă la o porțiune sau interval din adâncimea găurii pe lungimea unei găuri de puț.

[0052] O "zonă" se referă la un interval de rocă de-a lungul unei găuri de puț care este diferită de zonele de sus și de adâncime a găurii în ceea ce privește conținutul de hidrocarburi sau alte caracteristici, cum ar fi permeabilitatea, compoziția, perforațiile sau alte comunicații prin fluid cu gaura de puț, defecte sau fracturi. O zonă a unei găuri de puț care penetrează o zonă purtătoare de hidrocarburi care este capabilă să producă hidrocarburi este denumită ca o "zonă de producție." O "zonă de tratament" se referă la un interval de rocă de-a lungul găurii de puț în care un fluid este direcționat să curgă de la gaura de puț. Așa cum se utilizează aici, "într-o zonă de tratament" înseamnă în și prin gaura de puț și în plus

prin gaura de puț și în zona de tratament.

[0053] Așa cum se utilizează aici, un fluid de "adâncime" este un fluid care se găsește in-situ într-un puț, care poate fi același cu fluidul la momentul introducerii sau un fluid care este amestecat cu un alt fluid la adâncime sau un fluid în care se produc sau s-au produs reacții chimice in-situ la adâncime.

[0054] În general, cu cât adâncimea formațiunii este mai mare, cu atât mai mari sunt temperatura și presiunea statică a formațiunii. Inițial, presiunea statică este egală cu presiunea inițială din formațiune înainte de producție. După începerea producției, presiunea statică se apropie de presiunea medie a rezervorului.

[0055] Puțurile deviate sunt găuri de puț înclinate cu diferite unghiuri față de verticală. Puțurile complexe includ găurile de puț înclinate în condiții de temperatură ridicată sau la presiune ridicată în adâncime.

[0056] Un "proiect" se referă la estimarea sau măsurarea unuia sau mai multor parametri planificați sau preconizați pentru un fluid particularizat sau o anumită etapă a unui service sau tratament a puțului. De exemplu, un fluid poate fi conceput pentru a avea componente care conferă un minimum al densității sau al vâscozității cel puțin pentru timpul specificat în condițiile de adâncime preconizate. Un service al puțului poate include parametri proiectați cum ar fi volumul de fluid care trebuie pompat, timpul de pompare necesar pentru un tratament sau condițiile de forfecare ale pompării.

[0057] Termenul "temperatură proiectată" se referă la o estimare sau măsurare a temperaturii de fapt a mediului în adâncimea găurii pe timpul tratamentului. De exemplu, proiectarea temperaturii tratamentului unui puț ia în considerare nu numai temperatura statică la fundul găurii ("BHST"), ci și, de asemenea, efectul temperaturii fluidului asupra BHST pe durata tratamentului. Proiectarea temperaturii pentru un fluid este uneori menționată ca temperatura de circulație la fundul găurii ("BHCT"). Deoarece fluidele pot fi considerabil mai reci ca BHST, diferența dintre cele două temperaturi poate fi destul de mare. În final, dacă este lăsată netulburată o formațiune subterană va reveni la BHST.

Substanțe, stări fizice, faze și reacții chimice

[0058] O substanță poate fi pură chimic sau un amestec din două sau mai multe substanțe chimice.

[0059] Stările fizice uzuale ale materiei includ starea solidă, lichidă și

gazoasă. Așa cum se utilizează aici "fază" se referă la o substanță care are o compoziție chimică și o stare fizică care este diferită de aceea a fazei adiacente a unei substanțe care are o compoziție chimică diferită sau o stare fizică diferită.

[0060] Cuvântul "material" se referă la o substanță constituită din una sau mai multe faze, ale unei entități fizice sau un obiect. Rocă, apă, aer, metal, ciment, șlam, nisip și lemn sunt toate exemple de materiale.

[0061] Așa cum se utilizează aici, dacă nu este specificat în mod diferit, starea fizică sau faza unei substanțe (sau amestec de substanțe) și alte proprietăți fizice sunt determinate la o temperatură de 77 °F (25 °C) și la o presiune de 1 atmosferă (Condiții Standard de Laborator) fără forfecare aplicată.

[0062] O reacție chimică este un proces care conduce la transformarea unui set de substanțe chimice într-un altul. Reacțiile chimice cuprind formarea și ruperea legăturilor chimice dintre atomi (fără schimbarea nucleului) care sunt descrise în mod uzual de o ecuație chimică. De exemplu, reacționarea sulfatului de bariu cu hidroxidul de sodiu sau un agent de chelatizare este un exemplu de reacție chimică, în timp ce simpla dizolvare a NaCl în apă nu este.

Susceptibilitatea la hidratare sau solubilitatea

[0063] Așa cum este menționat aici, "hidratabil" înseamnă capabil să fie hidratat prin contactarea agentului susceptibil de a se hidrata cu apa. În ceea ce privește un agent hidratabil care include un polimer, aceasta înseamnă, printre altele, asocierea situsurilor polimerului cu molecule de apă și descolăcirea și întinderea lanțului polimeric în apă.

[0064] O substanță este considerată a fi "solubilă" într-un lichid, dacă cel puțin 10 grame de substanță pot fi hidratate sau dizolvate într-un litru de lichid când se testează la 77 °F și presiunea de 1 atmosferă timp de 2 ore, fiind considerată a fi "insolubilă" la mai puțin de 1 gram pe litru, și este considerată ca fiind "greu solubilă" pentru valori intermediare de solubilitate.

[0065] Așa cum va aprecia o persoană de specialitate în domeniu, capacitatea de hidratare, capacitatea de a se dispersa, sau solubilitatea unei substanțe în apă pot fi dependente de salinitate, pH, sau alte substanțe din apă. Ca atare, salinitatea, pH-ul și selecția aditivilor apei se pot modifica pentru a facilita capacitatea de a se hidrata, capacitatea de a se dispersa sau solubilitatea unei substanțe într-o soluție apoasă. În măsura în care nu este specificat, capacitatea de

a se hidrata, capacitatea de a se dispersa sau solubilitatea unei substanțe în apă este determinată în apă deionizată, la pH neutru și fără nici un fel de alți aditivi.

[0066] "Sursa" unei specii chimice dintr-o soluție sau o compoziție de fluid poate fi un material sau o substanță care este ea însăși specia chimică, sau care face specia chimică disponibilă imediat, sau poate fi un material sau o substanță care eliberează, sau face ca specia chimică să devină disponibilă chimic în soluție sau fluid, treptat sau mai târziu.

Fluide

[0067] Un fluid poate fi omogen sau eterogen. În general, un fluid este o substanță amorfă care este sau are o fază continuă de particule care sunt mai mici de circa 1 micrometru care tind să curgă și să se conformeze conturului containerului său.

[0068] Fiecare fluid are inherent cel puțin o fază continuă. Un fluid poate avea mai mult decât o fază. Faza continuă a unui fluid de tratament este un lichid în condiții standard de laborator. De exemplu, un fluid poate fi sub forma unei suspensii (particule solide mai mari dispersate într-o fază lichidă) un sol (particule solide mai mici dispersate într-o fază de lichid) o emulsie (particule de lichid dispersate într-o altă fază de lichid) sau o spumă (un gaz dispersat într-o fază de lichid).

[0069] Așa cum se utilizează aici un fluid "pe bază de apă" înseamnă că apa sau o soluție apoasă este materialul dominant al fazei continue, adică, mai mult de 50% în greutate din faza continuă a fluidului în baza greutății combinate a apei și a oricăror alți solvenți din fază (adică, cu excluderea greutății oricăruia dintre solidele dizolvate).

[0070] Spre deosebire de aceasta un fluid "pe bază de ulei" înseamnă că uleiul este materialul dominant în greutate al fazei continue a fluidului. În acest context, uleiul unui fluid pe bază de ulei poate fi orice ulei.

[0071] În contextul unui fluid, uleiul este înțeles ca fiind referitor la orice fel de ulei într-o stare lichidă, în timp ce un gaz este înțeles ca referindu-se la o stare fizică a unei substanțe, spre deosebire de un lichid. În acest context, un ulei este orice substanță care este lichidă în Condiții Standard de Laborator, este hidrofob, și solubil în solvenți organici. Uleiurile au în mod tipic un conținut ridicat de carbon și hidrogen și sunt substanțe nepolare. Această definiție generală include clase cum ar fi uleiuri petrochimice, uleiuri vegetale și numeroși solvenți organici. Toate uleiurile, chiar și

uleiurile sintetice, pot fi urmărite înapoi la surse organice.

Termenii generali ai măsurătorilor

[0072] Barilul (bbl) este unitatea de măsură utilizată în industria petrolieră din US, în care un baril este egal cu 42 galoane U.S. Organismele de standardizare cum ar fi American Petroleum Institute (API) au adoptat convenția ca, dacă petrolul este măsurat în barili de petrol, aceasta va fi la 14,696 psi și 60 °F, în timp ce, dacă măsurătoarea este în metri cubi, aceasta va fi la 101,325 kPa și 15 °C (sau în unele cazuri la 20 °C). Presiunile sunt aceleași dar temperaturile sunt diferite — 60 °F este 15,56 °C, 15 °C este 59 °F, și 20 °C este 68 °F. Totuși, dacă tot ceea ce trebuie este să se transforme un volum în barili într-un volum în metri cubi fără a se compensa diferențele de temperatură, atunci 1 bbl este egal cu 0,159 m³ sau 42 galoane U.S..

[0073] Dacă nu este specifică în mod diferit, dimensiunile în mesh sunt în Mesh Standard U.S.

Încălzirea in-situ pentru o reacție chimică a unui tratament în adâncime

[0074] În loc de, sau în plus față de încălzirea unui fluid de tratament la gura puțului, o metodă conform prezentei invenții constă în utilizarea reactanților chimici pentru a furniza încălzirea în adâncime in-situ pe cât se poate de aproape de zona de tratament pentru a se limita pierderile de căldură în mediul înconjurător în timpul pompării de la suprafață la zona de tratament. Aceasta se poate realiza prin utilizarea în adâncime a unei reacții exoterme, de exemplu ca o "pilulă termică" înainte sau după un alt fluid de tratament. O reacție exotermă se poate utiliza ca parte a unui fluid de tratament.

[0075] Pentru a se realiza încălzirea in-situ, împreună cu fluidul de tratament se pot pompa reactanți chimici exotermi. Reactanții chimici exotermi sunt compuși din cel puțin două substanțe chimice care reacționează pentru a genera o căldură semnificativă. Căldura generată poate fi utilizată pentru încălzirea in-situ, fie ca o parte a fluidului de tratament fie ca un fluid de tratament adiacent (prin convenție transfer termic între fluide). Reacția exotermă poate fi controlată în mod dependent de cerințele de lucru. Procedura de tratament este aceea de a se pompa reactanții chimici exotermi pentru a se mări temperatura fluidului la adâncime pentru creșterea performanțelor tratamentului prin alte reacții chimice dorite.

[0076] Această invenție redă încălzirea in-situ a unui fluid de tratament și care

este capabil să fie pompat lent și în același timp furnizează o temperatură mai ridicată la adâncime. Încălzirea in-situ la adâncime poate permite să fie pompate unul sau mai multe fluide de tratament cu orice viteză în mod dependent de capacitatea echipamentului, cu preocupare mai mică pentru pierderi de căldură a fluidului în timpul pompării de la gura puțului la zona de tratament. Metodele și aplicările conform invenției înlătură limitările datorate încălzirii unui fluid de tratament la suprafața unui puț și apoi pomparea în adâncime. De exemplu, metodele conform invenției pot permite reducerea volumului de tratament în comparație cu optimizarea unui tratament cu preîncălzire. Metodologia poate îmbunătăți eficiența fluidului de tratament și poate furniza un tratament mai eficient.

[0077] Într-un puț off-shore, metodele conferă de asemenea flexibilitate pentru efectuarea operației de tratament de la platforma off-shore și evită necesitatea de a avea o ambarcațiune cu echipament de încălzire specializat utilizat pentru încălzirea unui fluid de tratament pentru operația de tratament.

[0078] Conform invenției sunt avute în vedere diferite tratamente. Într-o aplicare, pilula termică poate fi pompată ca un fluid de prespălare, adică, ca un tratament înaintea unui fluid de tratament diferit, cum ar fi un fluid pentru îndepărtarea unui tartru anorganic. Într-o altă aplicare pilulele termice pot fi pompate în etape alternative cu un alt fluid de tratament, cum ar fi un fluid pentru îndepărtarea tartrului. Încă într-o altă aplicare, reacția exotermă este o parte a fluidului de tratament, cum ar fi o parte a fluidului de îndepărtare a tartrului, ca o încălzire internă a fluidului de tratament.

[0079] Invenția furnizează metode de tratare a unei porțiuni a zonei de tratament a unui puț care include introducerea unuia sau mai multor fluide de tratament într-un puț, în care numitul unul sau mai multe fluide de tratament includ: (i) un prim reactant și un al doilea reactant, în care primul reactant și al doilea reactant sunt selectați pentru a fi capabili să reacționeze împreună într-o reacție chimică exotermă, și în care primul și al doilea reactant sunt în concentrații cel puțin suficiente în fluidul purtător pentru a genera o căldură de reacție teoretică de cel puțin 500 kJ/litru a cel puțin unuia dintre fluidele de tratament ; și (ii) un tratament chimic a cel puțin unuia dintre fluidele de tratament, în care tratamentul chimic este selectat pentru a reacționa chimic cu o substanță a unui material în porțiunea sau zona de tratament a puțului.

[0080] Trebuie să se înțeleagă că primul și al doilea dintre reactanți sunt

destinați furnizării de căldură în porțiunea sau zona de tratament sau unui alt fluid de tratament din puț.

[0081] Într-o aplicare este furnizată o metodă de tratament a unei porțiuni sau zone a unui puț, metoda cuprinzând etapele de: (A) formare a unui fluid de tratament care cuprinde: (i) un fluid purtător; și (ii) un prim reactant și un al doilea reactant, în care primul reactant și al doilea reactant sunt selectați pentru a fi capabili să reacționeze împreună într-o reacție chimică exotermă, și în care primul și al doilea reactant sunt în concentrații cel puțin suficiente în fluidul purtător pentru a genera o căldură de reacție teoretică de cel puțin 500 kJ/litru de fluid de tratament; și (iii) o substanță chimică de tratament selectată pentru a reacționa chimic cu o substanță sau material în porțiunea sau zona de tratament a puțului; și (B) introducerea primului fluid de tratament și a celui de-al doilea fluid de tratament în orice ordine secvențială în porțiunea sau zona de tratament a puțului. Preferabil, volumul fluidului de tratament este egal cu sau mai mare decât circa 10 m³. În unele aplicații, volumul fluidului de tratament este mai mare decât circa 16 m³ adică, este mai mare decât o singură pilulă.

[0082] Preferabil și într-o aplicare suplimentară, timpul de contact al fluidului de tratament cu porțiunea sau zona de tratament a puțului este controlată pentru a fi mai scurtă decât ar fi fost necesară pentru un fluid de tratament de altfel similar, fără primul și cel de-al doilea reactant.

[0083] Preferabil și într-o aplicare suplimentară, primul și al doilea reactant sunt în concentrații cel puțin suficiente în fluidul purtător pentru a genera o căldură de reacție teoretică de cel puțin 1.000 kJ/litru de fluid de tratament.

[0084] Într-o altă aplicare, este redată o metodă de tratare a unei porțiuni sau zone de tratament a unui puț, metoda cuprinzând etapele de: (A) formare a unui prim fluid de tratament care cuprinde: (i) un prim fluid purtător; și (ii) un prim reactant și un al doilea reactant, în care primul reactant și al doilea reactant sunt selectați pentru a fi capabili să reacționeze împreună într-o reacție exotermă, și în care primul și al doilea reactant sunt în concentrații cel puțin suficiente în fluidul purtător pentru a genera o căldură de reacție teoretică de cel puțin 500 kJ/litru de fluid de tratament; în care volumul primului fluid de tratament este egal sau mai mare decât circa 10 m³; (B) formarea unui al doilea fluid de tratament care cuprinde: (i) un al doilea fluid purtător; și (ii) o substanță chimică de tratament selectată pentru a reacționa chimic cu o substanță dintr-un material din porțiunea sau zona de tratament a puțului; și (C)

introducerea primului fluid de tratament și a celui de-al doilea fluid de tratament în orice ordine secvențială în porțiunea sau zona de tratament a puțului.

[0085] Preferabil și într-o aplicare suplimentară, timpul de contact al primului și a celui de-al doilea dintre fluidele de tratament cu porțiunea sau zona de tratament a puțului este controlată pentru a fi mai scurtă decât ar fi necesară pentru un altfel de tratament fără primul fluid.

[0086] Preferabil și într-o aplicare suplimentară, primul și al doilea reactant sunt în concentrații cel puțin suficiente în fluidul purtător pentru a genera o căldură de reacție teoretică de cel puțin 1.000 kJ/litru de fluid de tratament.

[0087] Preferabil, primul și al doilea fluid de tratament sunt introduse adiacent unul față de celălalt fără un fluid de tratament intermediar între primul și al doilea fluid de tratament. Primul și al doilea fluid de tratament pot fi introduse alternativ în puț. În unele aplicații, volumul total al-primului fluid de tratament fiind mai mare decât circa 16 m³ adică, este mai mare decât o singură pilulă.

[0088] Un exemplu de metodă de tratament (presupunând, de exemplu un total de 50 m³ de fluide de încălzire și alt tratament) poate include etapele de: (1) pompare a unui fluid de încălzire care cuprinde reactanți chimici exotermi (un fluid care generează căldură) cu un anumit volum; (2) pomparea a 10 m³ dintr-unui fluid de tratament; (3) pomparea unui fluid de încălzire care cuprinde reactanți chimici exotermi (un fluid care generează căldură) cu un anumit volum; (4) pomparea fluidului de tratament de 10 m³; (5) repetarea etapei 1 și 2 până când tot fluidul de tratament este pompat în puț.

[0089] Invenția furnizează o nouă metodă de încălzire in-situ în etape alternative ale unui fluid de tratament pentru tratamente diverse. Avantajele acestei metode includ: (a) minimizarea efectului de răcire pe măsură ce fluidul este pompat în adâncime; (b) timp de contact crescut la o temperatură dorită comparativ cu utilizarea unui fluid de tratament preîncălzit, și ca urmare creșterea eficacității fluidului; și (c) o amprentă mai mică a echipamentului, ceea ce este valoros în mod special pentru puțurile off-shore.

Încălzirea in-situ pentru îndepărtarea tartrului anorganic cu acid

[0090] Anumite tipuri de tartru anorganic pot fi atacate și îndepărtate cu ajutorul unor soluții acide. De exemplu, crustele de tartru de oxid de fier, crustele de tartru de sulfură de fier sau crustele de tartru de sulfură de zinc se îndepărtează în

mod uzual prin folosirea unei soluții concentrate de HCl (de exemplu, circa 15% HCl). De exemplu, oxizii de fier sau sulfurile de fier reacționează cu acidul clorhidric pentru a produce cloruri de fier solubile. În general, viteza reacțiilor chimice crește odată cu creșterea temperaturii.

[0091] Cu ajutorul încălzirii in-situ conform invenției, temperatura unei zone de tratament poate fi crescută temporar, prin aceasta crescând viteza de reacție și reducându-se timpul de contact necesar pentru îndepărtarea unor astfel de cruste de tartru cu o soluție de acid clorhidric.

Încălzirea in-situ pentru tratamentul cu un agent de chelatizare

[0092] Sistemele fluide pe bază de agent de chelatizare, necesită în mod uzual pentru stimulare, temperaturi mai mari de 220 °F (104 °C) pentru a da rezultate mai bune. Aceasta se datorează faptului că la temperaturi mai scăzute viteza de reacție este mai lentă și necesită timpi de oprire mai îndelungați (adică mai mari de 1 oră) pentru un tratament eficient. Perioadele de oprire mai îndelungate au unele dezavantaje cum ar fi: (a) timpul de așteptare pe durata opririi poate provoca pierderea de către clienți a mulți bani din cauza reducerii producției; (b) oprirea puțului reduce șansele de curgere inversă a puțului în mod natural și ar putea necesita urcarea cu ajutorul azotului pentru a porni puțul; (c) aspecte legate de generarea unor particule fine și fiind absorbite în formațiuni ceea ce ar putea cauza distrugerii ale formațiunii; și (d) precipitarea unui mineral, cum ar fi fierul.

[0093] Cu ajutorul încălzirii in-situ conform invenției, temperatura zonei de tratament poate fi crescută temporar.

[0094] Datorită vitezei de reacție crescute, oprirea poate fi evitată ceea ce ar putea ajuta la depășirea aspectelor descrise mai sus. Substanțele chimice pentru încălzirea in-situ (adică reactanții chimici exotermi) se pot adăuga sau amesteca cu fluidul de tratament în sine pentru performanță îmbunătățită. Reactanții termici particularizați sunt selectați astfel încât să fie compatibili cu sistemul fluid pe bază de chelatizare particularizat.

[0095] Aceste metode pot fi adaptate pentru tratamente de matrice sau fracturare utilizând agenți de chelatizare. Exemple includ agenți de chelatizare pentru creșterea permeabilității în formațiunile de carbonat. Alte exemple includ chelatizare pentru îndepărtarea tartrului sau a altor distrugerii.

[0096] Invenția oferă unul sau mai multe beneficii pentru tratamentele pe bază

de chelatizare, cum ar permiterea unei aplicabilități mai extinse a tratamentului de stimulare cu matrice pe bază de chelatizare.

Încălzirea in-situ pentru tratament de îndepărtare a tartrului pentru o supapă de siguranță de adâncime

[0097] Supapele de siguranță de adâncime (DHSV) sunt instalate în adâncime în completarea părții superioare în zona Mării Nordului și în alte zone pentru a exista o barieră suplimentară în timpul urgențelor. Reglementările din Marea Nordului prevăd faptul că DHSV-urile trebuie să fie totdeauna funcționale, și în cazul în care nu sunt atunci puțul nu mai poate fi în producție. Tartrarea DHSV-urilor este un motiv de îngrijorare și DHSV-urile trebuie testat la intervale regulate. În numeroase câmpuri petroliere există un potențial de formare a tartrului anorganic care este insolubil în acid (de exemplu BaSO_4 și SrSO_4). Din cauza lipsei de reactivitate a tartrului este foarte dificil ca acesta să fie îndepărtat chimic.

[0098] O primă linie de apărare constă în pomparea unor tratamente preventive cu inhibitori de tartru, fie în mod constant din linia de injecție în adâncime fie îmbibarea rezervorului cu un inhibitor de îndepărtare lentă a tartrului care este eliberat în timpul producției. La un potențial mare de producere a tartrului și o producție ridicată de apă, totuși este posibil ca aceasta să nu fie suficientă, și DHSV-urile ar mai putea avea încă probleme de tartrare.

[0099] O a doua linie de apărare constă în îndepărtarea chimică a tartrului. Soluția cea mai puțin costisitoare constă în pomparea tratamentului din instalație. Spațiul pe punte destinat instalațiilor este totuși limitat și restricționează cantitatea de substanțe chimice de tratament care ar putea fi utilizate și frecvent este închiriat un vas pentru transportul și pomparea substanțelor chimice. Având disponibil mai mult spațiu pentru echipament pe un vas există de asemenea posibilitatea tratamentului de încălzire pe fugă, prin utilizarea unui generator de abur și a unor schimbătoare de căldură pentru a crește rate de succes a tratamentelor.

[0100] O a treia linie de apărare constă în închirierea unei instalații de foraj pentru a merge și a îndepărta mecanic tartrul utilizând unelte specifice pentru intervenții la puțuri. În acest moment DHSV-ul a devenit complet tartrat și puțul trebuie să fie închis pentru o durată îndelungată de timp pentru o astfel de intervenție.

[0101] A patra linie de apărare constă în inserarea unei noi DHSV în cea

existentă; Totuși, aceasta restricționează calea de curgere prin DHSV-ul existent anterior.

[0102] Aspectele economice implicate de a treia și a patra linie de apărare sunt considerabile. Ambele alternative implică închirierea costisitoare a unei instalații de foraj și întârzierea sau pierderea producției. Printre alte aplicații, o metodă conform acestei invenții se poate adresa celei de-a doua linii de apărare și poate îmbunătăți un tratament de îndepărtare a tartrului pentru o DHSV, în mod special într-o porțiune a unui puț care se găsește la o temperatură scăzută.

[0103] Tratamentele chimice cu agenți de chelatizare pentru îndepărtarea tartrului de sulfat de bariu de la o DHSV necesită în general temperaturi mai ridicate de circa 77°F (25°C) sau timpi mai îndelungați pentru a fi eficiente, astfel încât tratamentele au fost limitate la zone având în mod natural o astfel de BHST mai caldă. De exemplu, la 68 °F (20 °C) după circa 24 ore timp total de contact, cantitatea totală de ioni de bariu dizolvați dintr-o crustă de tartru este de numai circa 8.000 ppm. Totuși, la temperaturi mai ridicate decât circa 77 °F (25 °C), viteza de reacție crește și cantitatea de ioni de bariu dizolvată se mărește liniar în timp după o perioadă inițială de contact de circa 3 ore. La 86 °F (30 °C) după circa 24 ore timp total de contact, cantitatea de ioni de bariu dizolvată din crusta de tartru este de circa 25.000 ppm.

[0104] Conform invenției, încălzirea in-situ a fluidului de tratament ar putea extinde foarte mult utilizarea unor astfel de tratamente chimice, în mod special în situații în care tratamentul de preîncălzire a fluidului este costisitor sau nefezabil.

Încălzirea in-situ pentru tratamente cu matrice de chelatizare în loc de acidulare convențională

[0105] Acidularea este efectuată în mod uzual în formațiunile din carbonat sau din gresie, însă, diferite tipuri de formațiuni pot necesita ca fluidele de tratament particularizate și metodele asociate să fie destul de diferite.

[0106] De exemplu, formațiunile de gresie tind să aibă o compoziție și o permeabilitate a matricei relativ uniforme. În gresie, se poate aplica o gamă de tehnici de stimulare cu un grad de încredere ridicat, pentru a se crea căi conductive de curgere, în principal prin tehnici de fracturare hidraulice, așa cum este cunoscut în domeniu.

[0107] În formațiunile de gresie, acidularea îndepărtează sau dizolvă în

principal deteriorările solubile în acid din apropierea regiunii gurii de puț. Ca urmare, în formațiunile de gresie acidularea este considerată ca fiind o tehnică de îndepărtare clasică a deteriorărilor și nu o tehnică de stimulare. Utilizarea unor compoziții specializate de acid fluorhidric, totuși, poate dizolva materialul silicios al gresiei.

[0108] Formațiunile de carbonat tind să aibă o porozitate complexă și variații de permeabilitate cu căi de curgere ale fluidului neregulate. Multe dintre metodele de tratament ale formațiunilor de gresie pot fi aplicate de asemenea și la formațiunile de carbonat.

[0109] În formațiunea de carbonat, în mod uzual, scopul este acela de a se dizolva roca de carbonat pentru a se forma canale de curgere a fluidului având conductivitate ridicată în formațiunea de rocă. Aceste canale cu conductivitate ridicată, sunt denumite găuri de vierme. La acidularea unei formațiuni de carbonat, carbonații de calciu și magneziu din rocă pot fi dizolvați cu acid. O reacție între un acid și mineralele de calcită (CaCO_3) sau dolomită ($\text{CaMg}(\text{CaO}_3)_2$) poate îmbunătăți proprietățile de curgere ale fluidului prin rocă.

[0110] În rezervoarele din carbonat, cel mai uzual fluid de stimulare aplicat este acidul clorhidric (HCl). Acizi organici cum ar fi acidul formic și acidul acetic sunt utilizați în principal ca sisteme acide întârziate sau aplicații la temperatură ridicată. Stimularea formațiunilor din carbonat, în mod uzual, nu implică utilizarea de acid fluorhidric, care este totuși dificil de manipulat și este folosit în mod uzual numai acolo unde este necesar, cum ar fi pentru acidularea formațiunilor din gresie.

[0111] Agenți de chelatizare pot fi utilizați, de exemplu, pentru stimularea fluidelor destinate pentru aplicații de acidulare în matrice. Fluidele de chelatizare facilitează tratamentul formațiunilor de carbonat sau de gresie, dar pot evita utilizarea unor acizi tari, care pot fi dificil de manipulat și ridică probleme de mediu. În plus, astfel de agenți de chelatizare se pot utiliza în formațiuni susceptibile de a fi distruse de acizi tari, cum ar fi acidul clorhidric HCl. Formațiunile sensibile la acid includ, de exemplu, formațiunile eterogene (cum ar fi cele mixte carbonat și gresie), care sunt incompatibile cu fluidele pe bază de HCl deoarece pot conduce la dizolvarea mineralelor argiloase, dacă sunt prezente, și pot determina precipitarea silicei. Totuși, utilizarea unui astfel de agent de chelatizare în tratamentele de acidulare ale carbonatului este recomandată pentru temperaturi care depășesc 220 °F (104 °C). Un astfel de tratament de chelatizare se poate utiliza în tratamentele de acidulare ale gresiei, pentru a se îndepărta tartrul solubil în acid, cum ar fi carbonații. Dacă trebuie

să fie îndepărtate minerale argiloase, aluminosilicat sau particule fine de silice, este necesară utilizarea de acid HF.

[0112] Agenții de chelatizare biodegradabili sunt preferați pentru utilizarea la tratamentul unui puț. De exemplu publicația de brevet US Nr. 20120097392 dezvăluie fluide de tratament care conțin agenți de chelatizare biodegradabili și sunt descrise metode de utilizare ale acestora. Metodele pot cuprinde furnizarea unui fluid de tratament care cuprinde un fluid de bază apos și o compoziție de agent de chelatizare, și introducerea fluidului de tratament în cel puțin o porțiune a formațiunii subterane. Fluidele de tratament pot fi de asemenea utilizate pentru tratamentul conductelor sau a tuburilor cum ar fi, de exemplu pentru conducte sau tuburi de foraj a puțurilor care penetrează o formațiune subterană și conducte care se găsesc la suprafața solului. Agenții de chelatizare biodegradabili ilustrativi includ, dar nu se limitează la, acid glutamic, acid diacetic, acid metilglicin-diacetic, acid β -alanin-diacetic, acid S,S-etilendiaminodisuccinic, acid iminodisuccinic, acid hidroxiiminodisuccinic, și orice sare a acestora, oricare derivat al acestora și orice combinație a lor. Fluidele de tratament pot cuprinde în mod opțional un acid, care poate include acidul fluorhidric sau un compus care generează acid fluorhidric. Publicația de brevet US nr. 20120097392 este încorporată prin referință în întregime.

[0113] Un agent de chelatizare biodegradabil poate fi selectat din grupul care constă din: acid glutamic acid diacetic, acid metilglicin diacetic, acid β -alanin diacetic, acid etilendiaminodisuccinic, acid S,S-etilendiaminodisuccinic, acid iminodisuccinic, acid hidroxiiminodisuccinic, acizi poliamino-disuccinici, N-bis[2-(1,2-dicarboxietoxi)etil]glicină, acid N-bis[2-(1,2-dicarboxietoxi)etil]aspartic, N-bis[2-(1,2-dicarboxietoxi)etil]metilglicină, N-tris[(1,2-dicarboxietoxi)etil]amină, acid N-metiliminodiacetic, acid iminodiacetic, acid N-(2-acetamido)iminodiacetic, acid hidroximetil-iminodiacetic, acid 2-(2-carboxietilamino)succinic, acid 2-(2-carboximetilamino)succinic, acid dietilentriamino-N,N''-disuccinic, acid trietilentetramino-N,N'''-disuccinic, acid 1,6-hexametilendiamino-N,N'-disuccinic, acid tetraetilenpentamino-N,N''''-disuccinic, acid 2-hidroxipropilen-1,3-diamino-N,N'-disuccinic, acid 1,2-propilendiamino-N,N'-disuccinic, acid 1,3-propilendiamino-N,N'-disuccinic, acid cis-ciclohexandiamino-N,N'-disuccinic, acid trans-ciclohexandiamino-N,N'-disuccinic, acid etilenbis(oxietilen-nitrilo)-N,N'-disuccinic, acid glucoheptanoic, acid cisteic-acid N,N-diacetic, acid cisteic-acid N-monoacetic, acid alanin-N-monoacetic, acid N-(3-hidroxisuccinil)aspartic, N-[2-(3-hidroxisuccinil)]-L-serină, acid

aspartic acid-N,N-diacetic, acid aspartic acid-N-monoacetic, orice sare a acestora, orice derivat al acestora și orice combinație a lor.

[0114] Totuși, tratamentele de chelatizare necesită în general temperaturi mai ridicate de 220 °F (104 °C) sau timpi mai îndelungați pentru a fi mai eficiente, ca atare astfel de tratamente au fost limitate la zone având un astfel de BHST ridicat în mod natural.

[0115] Conform invenției încălzirea in-situ a fluidului de tratament pentru chelatizarea zonelor mai reci ar putea extinde cu mult utilizarea unor astfel de tratamente de chelatizare, în mod special în situațiile în care preîncălzirea fluidului de tratament este costisitoare sau nu este fezabilă.

Încălzirea in-situ a altor reacții chimice în tratamentele de adâncime

[0116] Așa cum se va aprecia de către o persoană de specialitate în domeniu metodele conform invenției se pot aplica pentru alte tratamente dintr-un puț care ar putea decurge mai eficient și în timp util la temperatură mai ridicată decât cele care se pot atinge cu ajutorul pompării unui fluid preîncălzit într-un puț.

[0117] De exemplu, într-o aplicare, tratamentul de adâncime dorit poate implica utilizarea unei rășini termorigide. Într-o altă aplicare, tratamentul de adâncime dorit poate implica distrugerea viscozității atribuite de un agent de gelifiere, care prin încălzirea in-situ poate fi accelerată, economisind astfel timp și costuri de tratament.

[0118] Conform invenției, încălzirea in-situ a unui fluid de tratament care necesită o temperatură mai ridicată ar putea extinde mult utilizarea oricărui astfel de tratament, în mod special în situații în care preîncălzirea fluidului de tratament este costisitoare sau nefezabilă.

Exemple de reacții puternic exoterme și încălzire controlată.

[0119] Diferiți reactanți exotermi și tehnici care se pot adapta pentru utilizarea în această invenție sunt dezvăluite în brevetul US nr. 7,624,743 intitulat "Metode și compoziții pentru tratamentul termic al unei conducte utilizare pentru producția sau transmisia de hidrocarburi pentru a ajuta la îndepărtare acumulării de ceară parafinică" având inventatori pe Stephen T. Arrington; Ronald J. Powell; Ian D. Robb, Diptabhas Sarkar, și Bradley L. Todd, care este cesionată lui Halliburton Energy Services, Inc. Deși scopul și metodele din acesta sunt diferite de prezenta invenție, brevetul US nr. 7,624,742 este încorporat aici prin referință.

[0120] Prezenta invenție redă metode de tratament ale unei porțiuni sau zone de tratament a unui puț care includ introducerea unuia sau mai multor fluide de tratament într-un puț, în care numitul unul sau mai multe fluide de tratament includ: (i) un prim reactant și un al doilea reactant, în care primul reactant și al doilea reactant sunt selectați pentru a fi capabili să reacționeze împreună într-o reacție exotermă, și în care primul și al doilea reactant sunt în concentrații cel puțin suficiente în fluidul purtător pentru a genera o căldură de reacție teoretică de cel puțin 500 kJ/litru din cel puțin unul din fluidele de tratament; și (ii) o substanță chimică de tratament în cel puțin unul din fluidele de tratament, în care substanța chimică de tratament este selectată pentru reacționa chimic cu o substanță dintr-un material în porțiunea sau zona de tratament a puțului.

[0121] Preferabil, primul și al doilea reactant sunt în concentrații cel puțin suficiente în fluidul purtător pentru a genera o căldură de reacție teoretică de cel puțin 500 kJ/litru de fluid de tratament. Mai preferabil, reactanții și concentrațiile sunt selectate pentru a genera o căldură de reacție teoretică de cel puțin 1.000 kJ/litru de fluid de tratament. În unele aplicări, reactanții și concentrațiile sunt selectate pentru a genera o căldură de reacție teoretică de cel puțin 1.500 kJ/litru de fluid de tratament.

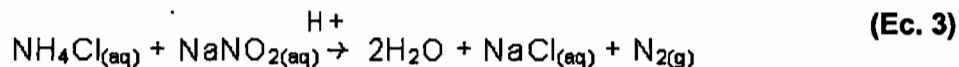
[0122] În continuare, primul reactant și al doilea reactant sunt de asemenea selectați de preferință pentru a avea o energie de activare a reacției relativ scăzută.

[0123] Mai particularizat, cel puțin unul dintre primul și al doilea reactant este de preferință un material solubil în apă. Mai preferabil, atât primul reactant cât și al doilea reactant cuprind un material solubil în apă.

[0124] Atunci când ambii, primul și al doilea reactant cuprind materiale solubile în apă, de preferință primul reactant cuprinde: o sursă de cationi, și al doilea reactant cuprinde o sursă de anioni. Mai preferabil, sursa de cationi cuprinde: o sursă de ioni de amoniu; și sursa de anioni cuprinde: o sursă de ioni de azotit. Sursa de ioni de amoniu cuprinde de preferință o halogenură de amoniu, și cel mai preferabil halogenura de amoniu cuprinde o clorură de amoniu. Se pot de asemenea utiliza sulfatul de amoniu și azotatul de amoniu. Dar, azotatul de amoniu este mai puțin preferabil din cauza naturii sale explozive. Și preferabil, sursa de ioni de azotit cuprinde: un azotit alcalin și cel mai preferabil, sursa de ioni de azotit cuprinde: azotit de sodiu.

[0125] Conform celei mai preferate aplicări a prezentei invenții, reacția exotermă preferată este o reacție catalizată de acid între clorură de amoniu și azotit

de sodiu, așa cum este ilustrat în reacția care urmează (Ecuația 3):



[0126] Căldura de reacție teoretică pentru reacția ilustrată în Ecuația 3 este de -334,47 kJ/mol. Este de așteptat ca, concentrațiile preferate să fie de 5-8 Molar în apă pentru fiecare dintre reactanți cu o concentrație de acid (de exemplu, acid formic, acid acetic sau acid citric) de circa 3% în greutate. Pentru acești reactanți la această concentrație, energia termică teoretică care poate fi generată se poate calcula după cum urmează: $(-335 \text{ kJ/mol})(5 \text{ moli/litru}) = -1670 \text{ kJ/litru}$. În aceste condiții, este de așteptat ca temperatura, pornind de la temperatura și presiunea standard de laborator să se ridice până la circa 200 °F (93 °C).

[0127] Se crede că majoritatea căldurii acestei reacții dintre clorura de amoniu și azotitul de sodiu este datorată reacției dintre ionii de azotit și cei de amoniu. Astfel, se crede că alte săruri de amoniu și alte săruri de azotit ar putea fi utile pentru o reacție exotermă. Clorura de amoniu și azotitul de sodiu sunt, cu toate acestea, reactanții cei mai preferați în prezent.

[0128] Reacția chimică ilustrată în Ecuația 3 decurge cu o viteză ridicată, care ar trebui să fie controlată pentru scopul prezentei invenții. Preferabil, reacția exotermă va fi: (a) întârziată în a produce căldură până după trecerea unui timp suficient pentru eliberarea fluidului de tratament într-o zonă a puțului care trebuie să fie tratată; și (b) încălzește zona de tratament cel puțin circa 2 ore și preferabil circa 3-5 ore. O astfel de încălzire controlată poate transmite căldura, la zona de tratament sau la un fluid adiacent din zonă.

[0129] Conform unei aplicări, cel puțin unul dintre reactanți este sub formă de solid pentru a ajuta la controlul acestei reacții exoterme astfel încât căldura provenită din energia de reacție este eliberată în decursul unei perioade de timp, în locul unui vârf de energie. Este de notat faptul că, controlul amestecării reactanților nu este de așteptat să afecteze în mod substanțial cantitatea totală de căldură care este generată. Sunt câteva exemple de materiale solide care pot fi folosite.

[0130] Preferabil, cel puțin o parte din cel puțin unul din primul reactant și al doilea reactant este suspendată într-o formă solidă în fluidul purtător. Mai preferabil, forma solidă este adaptată pentru a ajuta în plus la controlul amestecării dintre primul reactant și al doilea reactant. Mai preferabil, forma solidă este adaptată pentru a

ajuta la controlul amestecării, astfel încât: (a) mai puțin de 50% din căldura de reacție totală este generată în decurs oricărei perioade de 1 oră; și (b) mai mult de 50% din căldura de reacție totală este generată în decursul unei perioade de cel mult 6 ore. Scopul este acela de a se elibera căldura de reacție, fie cu o viteză uniformă fie în etape, astfel încât să se evite un vârf major în eliberarea energiei termice, dar ca substanțial toată energia termică să fie eliberată în decurs de ore. Cel mai preferabil, căldura de reacție este eliberată în decursul unei perioade de circa 3 la circa 5 ore. De exemplu, forma solidă poate cuprinde cel puțin două forme solide diferite adaptate pentru a ajuta la controlul amestecării dintre primul reactant și cel de-al doilea reactant în cel puțin două etape.

[0131] Pentru a se controla viteza de amestecare și pentru a ajuta la suspendarea materialului solid în fluidul purtător, forma solidă cuprinde de preferință material substanțial sub formă de particule. Mai preferabil, materialul solid are o dimensiune de 20-40 mesh.

[0132] Conform unei aplicări a invenției, cel puțin unul dintre reactanți poate fi înglobat într-o matrice solidă care cuprinde un material care ajută la întârzierea eliberării reactantului. Eliberarea lentă a unui reactant poate conferi o reacție controlată pentru generarea de căldură.

[0133] Conform unei alte aplicări a invenției, cel puțin unul dintre reactanți poate fi încapsulat cu un material de încapsulare pentru a forma o capsulă solidă pentru reactant. Din nou, eliberarea lentă a unui reactant poate conferi o reacție controlată pentru generarea de căldură.

[0134] Conform încă unei alte aplicări a invenției, înglobarea a cel puțin unuia dintre reactanți într-o matrice solidă poate fi combinată în continuare cu încapsularea a cel puțin unei părți a reactantului care este înglobat într-o matrice solidă pentru a conferi un control suplimentar față de reacția exotermă. Conform acestei aplicări, Figura 2 este o reprezentare grafică a unui reactant legat la guar, care poate fi în general sferic, sau cu o altă formă, sau un pelete cu o formă neregulată, și un material similar legat la guar care are și o acoperire de alcool polivinilic care se dizolvă în apă la circa 120-150 °F (49-65 °C), care se pot utiliza împreună într-un fluid purtător pentru a etapiza eliberarea unuia sau mai multor reactanți.

[0135] Un reactant solid legat la guar poate fi format, de exemplu, prin amestecarea a circa 95% în greutate dintr-un reactant, 4% în greutate pulbere uscată de gumă guar și circa 1% în greutate apă. Preferabil reactantul substanțial

pur este sub formă naturală de solid la temperatura și presiunea standard, de exemplu azotitul de sodiu. Guarul este un material polimeric care poate fi hidratat. Cantitatea de apă este insuficientă pentru a hidrata în mod substanțial pulberea de guar, dar este suficientă pentru a face ca materialul polimeric să fie lipicios pentru a ajuta la legarea reactantului într-o matrice. Materialele pot fi amestecate împreună într-o matrice solidă, care poate fi apoi formată în pelete mici. Aceste pelete sunt în mod substanțial uscate într-un cuptor cu vid la circa 176 °F (80 °C) timp de circa 12 ore pentru a se reduce substanțial conținutul de umiditate și a se obține produsul final. În plus față de acționarea ca liant, matricea uscată legată la guar acționează de asemenea ca un vehicul pentru eliberarea lentă a sării reactante în soluție. Dimensiunea acestor pelete poate fi variată după cum se dorește. Preferabil, peletele variază ca dimensiune de la circa 1 la circa 10 mm de la un capăt la celălalt.

[0136] Conform unui alt și alt exemplu, așa cum este ilustrat în Figura 2, o parte sau tot reactantul solid legat la guar poate fi opțional acoperit sau încapsulat cu un material pentru a se întârzia eliberarea a cel puțin unei părți a reactantului legat la guar, care se poate utiliza pentru a ajuta la amestecarea etapizată sau incrementală a reactanților pentru a se controla eliberarea căldurii de reacție.

[0137] Conform încă unui alt exemplu, peletele de material care cuprinde un reactant solid, ca atare sau într-o matrice solidă, pot fi încapsulate pentru a se controla eliberarea reactantului. De exemplu, materialul de încapsulare se poate dizolva lent într-unul dintre componentele fluidului purtător, sau poate fi sensibil la modificarea de pH într-un mediu apos, sau sensibil la o creștere de temperatură.

[0138] Ca un exemplu de material care se poate utiliza pentru încapsularea unui reactant care se dizolvă lent, chitozanul se poate utiliza ca material de acoperire sau încapsulare. Chitozanul se dizolvă în acid acetic care este un catalizator al reacției. Materialul acoperit cu chitozan poate fi suspendat într-o soluție de acid acetic cu viscozitatea mărită. Timpul necesar pentru dizolvarea chitozanului într-o soluție de acid acetic va realiza întârzierea inițierii reacției.

[0139] Ca un exemplu de material care se poate utiliza pentru încapsularea unui reactant care este sensibil la o creștere de temperatură, exemplele includ alcoolul polivinilic sau uleiul vegetal hidrogenat.

[0140] Oricare una sau mai multe dintre aceste diferite tehnici se pot utiliza, separat sau împreună, pentru a ajuta la controlul eliberării unui reactant.

[0141] Figura 3 este un grafic care ilustrează controlul generării de căldură

care se poate realiza pentru o probă cu unul sau mai mulți dintre reactanți într-o formă solidă cum ar fi o matrice de NaNO_2 legat la guar care controlează eliberarea ionilor de azotit în timp pentru reacția cu ioni de amoniu care sunt deja dizolvați în soluție. În Figura 3, o primă linie ilustrează schimbarea temperaturii în timp pentru o reacție necontrolată sau rapidă a unor reacții în faza de soluție apoasă a NH_4Cl 5M cu NaNO_2 5M în prezență de acid acetic. O a doua linie ilustrează modificarea în timp a temperaturii pentru o reacție controlată sau lentă a unei soluții apoase de NH_4Cl cu NaNO_2 legat la guar în prezență de acid acetic.

[0142] Figura 4 este un grafic conceptual care ilustrează un profil de temperatură ($^{\circ}\text{F}$) combinat preconizat în timp (ore) pentru eliberarea etapizată a azotitului de sodiu solid într-o soluție apoasă pentru reacția exotermă dintre clorura de amoniu și azotitul de sodiu, în care prima linie reprezintă creșterea de temperatură datorată eliberării de reactant legat la guar, a doua linie reprezintă a doua eliberare declanșată de temperatură a reactantului legat la guar care este acoperit cu alcool polivinilic ("APV"), și a treia linie reprezintă temperatura globală a soluției.

[0143] Figura 5 este un grafic care ilustrează o comparație între guar, xantan și carboximetil celuloză ("CMC") ca materiale de legare pentru controlarea eliberării unuia dintre reactanți într-o formă solidă ca matrice de NaNO_2 legat la guar, legat la xantan sau legat la CMC, care controlează eliberarea ionilor de azotit în timp pentru reacția cu ionii de amoniu deja dizolvați în soluție. Așa cum este ilustrat în Figura 4, 5% în greutate din materialul de legare a fost testat pentru a se controla eliberarea de NaNO_2 în formă solidă într-o soluție apoasă de NH_4Cl în prezență de acid acetic. Deși fiecare dintre aceste materiale controlează într-un anumit grad eliberarea formei solide de NaNO_2 într-o soluție apoasă, guarul pare să confere cea mai lentă eliberare dintre cele trei materiale testate cu o eliberare incompletă, adică, bulgări reziduali la finalul perioadei de testare. Xantanul ca material liant conferă o eliberare mai completă a formei solide a NaNO_2 într-o soluție apoasă pentru reacția cu NH_4Cl dizolvat în prezență de acid acetic. În final, CMC-ul ca material liant a întârziat eliberarea formei solide a NaNO_2 într-o soluție apoasă dar nu a controlat sau încetinit în mare măsură eliberarea. Este de așteptat ca fiecare din aceste materiale liant, sau o combinație a două sau mai multe dintre aceste astfel de materiale, să fie utile pentru a ajuta la controlul eliberării unei forme solide a reactantului într-o soluție apoasă pentru scopurile prezentei invenții. Guarul este în prezent materialul liant cel

mai preferat.

[0144] Conform unei alte aplicări, struvita solidă nedizolvată este utilizată în locul clorurii de amoniu în reacția redată mai sus în Ecuația 3. Struvita este un fosfat de magneziu și amoniu și acționează ca sursă de ioni de amoniu. Fosfatul de magneziu de amoniu ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 0,6 \text{ H}_2\text{O}$) este o pulbere albă cu densitatea de 1,71, punct de topire (se descompune în pirofosfat de magneziu, $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$) solubil în acizi, insolubil în alcool și apă. Hawley's Condensed Chemical Dictionary, Ediția a-14-a, Ed. Richard J. Lewis, 2001, pag 237. Se cunoaște faptul că struvita este insolubilă în apă, dar totuși este solubilă în soluții acide și se cunoaște de asemenea că dizolvarea struvitei este îmbunătățită de prezența agenților de chelatizare (de exemplu, acidul citric, sărurile de sodiu ale acidului etilendiaminotetraacetic ("EDTA")), care se leagă la magneziu rupând astfel matricea solidă. Prin controlul concentrației agentului de chelatizare, este posibil să fie controlată dizolvarea struvitei și ca urmare să se controleze viteza de generare a căldurii. Figura 6 este un grafic care ilustrează controlul generării de căldură care se poate realiza cu unul dintre reactanții sub formă de struvită nedizolvată solidă și un agent de chelatizare pentru a se dizolva lent struvita și ca urmare a se elibera ionii de amoniu pentru reacția cu NaNO_2 deja dizolvat în soluție.

[0145] Conform încă unei alte aplicări a invenției, NH_4Cl este legat într-o formă solidă. Mai particularizat, în această aplicare NH_4Cl este impregnat în pământ de diatomee și ulterior acoperit cu un agent de eliberare lentă pe bază de rășină. Dimensiunea particulei a fost de 20-40 mesh. Figura 7 este un grafic care ilustrează controlul asupra eliberării ionilor de amoniu în decursul timpului pentru reacția cu ionii de azotit deja dizolvați într-o soluție de testare în prezență de acid acetic, ceea ce ajută la controlul și temporizarea vitezei de generare a căldurii. În Figura 7, o primă linie trasată pe grafic ilustrează schimbarea de temperatură în timp pentru o reacție necontrolată sau rapidă dintre soluțiile în faza apoasă de NH_4Cl 5M și 5M NaNO_2 în prezență de acid acetic atingând un maxim de temperatură de circa 190 °F (88 °C). A doua linie ilustrează schimbarea de temperatură în timp pentru o reacție controlată sau lentă a NH_4Cl cu încapsulare 32% în greutate cu NaNO_2 dizolvat apos în prezență de acid acetic atingând un maxim de temperatură de circa 140 °F (60 °C). O a treia linie ilustrează modificarea de temperatură cu NH_4Cl cu încapsulare 36% în greutate atingând un maxim de temperatură de circa 100 °F (38 °C), și a patra linie ilustrează modificarea temperaturii cu NH_4Cl cu încapsulare 44% în greutate

atingând un maxim de temperatură de circa 80 °F (27 °C).

[0146] Figura 8 este un grafic a unei reacții exoterme întârziate, în care o reacție exotermă este întârziată înainte de a începe, cu ajutorul unui sistem acid cu eliberare întârziată. Un exemplu al unei tehnici care se poate utiliza pentru a întârzia reacția include utilizarea unei soluții neutre sau alcaline și întârzierea eliberării unui acid. Un alt exemplu de tehnică de întârziere a debutului include încapsularea unuia sau a ambilor reactanți ai unei reacții exoterme pentru întârzierea eliberării inițiale a reactantului sau a reactanților.

[0147] Reacția exotermă conform Ecuației 3 produce de asemenea azot gazos. Atunci când se utilizează un fluid cu vâscozitatea crescută pentru a purta reactanții, azotul gazos generat poate produce un fluid spumat. Se consideră că fluidul spumat poate ajuta la realizarea unei margini de siguranță pentru controlul eliberării presiunii generate de azotul gazos.

[0148] În mod dependent de selectarea primului reactant și a celui de-al doilea reactant, reacția poate fi asistată de sau poate necesita un catalizator pentru o reacție exotermă între primul reactant și cel de-al doilea reactant. Când este de ajutor sau este necesar, etapa de formare a unui fluid de tratament cuprinde de preferință în plus: formarea unui fluid de tratament cuprinzând un catalizator pentru o reacție chimică între primul reactant și al doilea reactant.

[0149] În cazul unei reacții care necesită un catalizator, metoda poate cuprinde în plus etapa de: întârziere a eliberării catalizatorului pentru a ajuta la întârzierea începerii oricărei reacții substanțiale între primul reactant și cel de-al doilea reactant. Această etapă de întârziere a eliberării catalizatorului poate fi o abordare independentă sau suplimentară de controlare a debutului eliberării căldurii de reacție, în timp ce având cel puțin o parte din unul dintre primul și al doilea reactant într-o formă solidă este o abordare separată și independentă de control atunci când căldura de reacție este eliberată după eliberarea unui catalizator care permite începerea reacției. De exemplu, eliberarea catalizatorului poate avea loc după ce o parte dintr-unul dintre reactanți a fost eliberată din forma sa solidă pentru a deveni disponibilă pentru reacție, astfel încât este permis un vârf inițial mic de energie termică, urmat de o eliberare mai susținută sau etapizată a energiei termice în mod dependent de natura formei solide a ambilor reactanți.

[0150] Materialul de încapsulare sau înglobare pentru a se întârzia eliberarea de acid poate fi orice material care se topește sau se dizolvă în fluidul purtător la

atingerea unei anumite temperaturi, pentru a se elibera acidul. În continuare, dizolvarea materialului polimeric ar putea fi de așteptat să crească odată cu creșterea temperaturii.

[0151] Cu titlu de exemplu, materialul polimeric poate fi un material care eliberează reactantul încapsulat la atingerea sau la depășirea unei temperaturi specifice. Într-un astfel de caz, de exemplu, materialul polimeric poate fi selectat pentru a elibera un reactant la sau peste o temperatură de 120 °F (49 °C), de exemplu alcoolul polivinilic. Sau, poate fi selectat un material polimeric care eliberează reactantul încapsulat la o temperatură de peste 150 °F (65 °C). Exemple de materiale de încapsulare care au puncte de topire scăzute în aceste intervale includ de asemenea uleiurile vegetale bazate pe materiale de încapsulare, cum ar fi cele descrise în Brevetul U.S. nr. 6.153.236 eliberat în 28 noiembrie 2000 către Balchem Corporation.

[0152] Mai particularizat, de exemplu, atunci când primul și al doilea reactant sunt ioni de amoniu și ioni de nitrit, catalizatorul este preferabil un acid, și mai preferabil un acid carboxilic. Cel mai preferabil, acidul este selectat din grupul care cuprinde: acid acetic, acid citric, acid lactic și orice combinație a acestora, în orice proporție. Pentru această reacție particulară, acidul trebuie să fie eficient pentru a aduce pH-ul apei din fluidul purtător la o valoare care este mai mică sau egală cu circa 5,5. În continuare, în acest caz metoda cuprinde în plus etapa de: întârziere a eliberării acidului pentru a ajuta la întârzierea începerii oricărei reacții substanțiale între primul reactant și al doilea reactant. De exemplu, etapa de întârziere a eliberării acidului poate cuprinde: includerea unui acid cu eliberare întârziată în fluidul de tratament.

[0153] Forma solidă specifică a unui reactant poate fi utilizată pentru a se controla amestecarea reactanților, fie eșalonarea în timp a amestecării în etape de eliberare, fie viteza eliberării staționare a cel puțin unuia dintre reactanți pentru o viteză staționară controlată a amestecării și reacției, sau pentru orice combinație a unor astfel de obiective.

[0154] De exemplu, conform unei aplicări a invenției, forma solidă a unui reactant cuprinde: să aibă cel puțin o parte din cel puțin unul dintre primul și al doilea reactant înglobată într-o matrice solidă cu un material polimeric.

[0155] Conform unei alte aplicări a invenției, forma solidă a unui reactant cuprinde: să aibă cel puțin o parte din cel puțin unul dintre primul și al doilea reactant

încapsulată cu un material polimeric capabil să ajute la controlul eliberării reactantului.

[0156] Pentru înglobarea unui reactant într-o matrice solidă, material de înglobare este de preferință un material polimeric. Mai particularizat, materialul polimeric cuprinde de preferință un material biopolimeric sau un derivat al unui material biopolimeric. Mai preferabil, materialul biopolimeric este selectat din grupul care constă din hidroxi-alchilceluloză, xantan, diutan, gumă guar, chitosan în orice combinație și în orice proporție.

[0157] Preferabil, materialul polimeric este un material care poate fi hidratat. Astfel, când se formează o matrice solidă se adaugă o mică proporție de apă. Preferabil, apa este într-o proporție insuficientă pentru a hidrata în mod substanțial materialul polimeric, dar este într-o proporție suficientă pentru a face ca materialul polimeric să devină lipicios pentru a ajuta la legarea reactantului într-o matrice. Materialele se pot amesteca împreună într-o matrice solidă, care poate fi apoi formată în pelete mici. Aceste pelete sunt ulterior uscate în mod substanțial, de exemplu într-un cuptor cu vid la circa 176 °F (80 °C) timp de circa 12 ore ,pentru a se obține produsul final. În plus față de a acționa ca liant, matricea uscată legată la polimer acționează ca un vehicul pentru eliberarea lentă a sării reactantului în soluție. Dimensiunea acestor pelete poate varia după cum se dorește. Preferabil, peletele variază ca dimensiune de la circa 1 la circa 10 mm de la un capăt la celălalt. Dacă se dorește, uniformitatea dimensiunii peletului poate fi controlată prin tehnici de screening.

[0158] Pentru încapsularea unui reactant sau înglobarea unui reactant într-o matrice, materialul de încapsulare sau de înglobare cuprinde de preferință un material polimeric solubil în apă. Mai preferabil, de exemplu, materialul polimeric solubil în apă este selectat din grupul care constă din alcooli polivinilici, copolimeri ai alcoolului polivinilic, acetat de polivinil parțial hidrolizat, polivinil pirolidonă, alchil celuloze, eteri și esteri ai alchil celulozicelor, hidroxi-alchil, carboximetilceluloză de sodiu, dextrină, maltodextrină, poliacriilați solubili în apă, poliacrilamide solubile în apă, copolimeri acid acrilic/anhidridă maleică, și orice combinație a acestora în orice proporție. Pe baza învățămintelor din această invenție, o persoană de specialitate în domeniu va fi capabilă să selecteze materiale polimerice cele mai adecvate și o formă fizică solidă adecvată pentru a se realiza o eliberare a reactantului după un timp dorit sau după o temperatură dorită.

[0159] Alternativ, pentru încapsularea unui reactant sau înglobarea unui reactant într-o matrice, materialul de încapsulare sau înglobare poate fi sensibil la temperatură. De exemplu, se pot utiliza alcool polivinilic sau ulei vegetal hidrogenat.

[0160] Astfel, materialul de încapsulare sau de înglobare poate fi orice material care se topește sau se dizolvă în fluidul purtător pentru a elibera un reactant pentru o reacție exotermă. În plus, dizolvarea materialului polimeric ar putea fi de așteptat să crească odată cu creșterea temperaturii.

[0161] În plus, atunci când o porțiune din reactanți este încapsulată într-un prim material polimeric care eliberează reactantul la o temperatură mai scăzută și o altă parte din reactant este încapsulată într-un al doilea material polimeric care eliberează reactantul la o temperatură mai ridicată, este posibil să se controleze amestecarea reactanților în etape. Acest principiu poate fi extins pentru a se elibera porțiuni succesive dintr-un reactant pe măsură ce temperatura fluidului de tratament crește cu fiecare eliberare succesivă a reactanților, pentru a genera o parte din căldura de reacție disponibilă pentru întregul material reactant din fluidul purtător.

[0162] Cu titlu de exemplu suplimentar, materialul polimeric poate fi selectat astfel încât să se dizolve într-o soluție acidă, în care fluidul purtător cuprinde apă la un pH neutru sau alcalin; și în care fluidul de tratament cuprinde în plus un acid cu eliberare întârziată. La eliberarea întârziată a acidului, pH-ul apei din fluidul purtător ar putea deveni acid, care ar putea fi utilizat pentru a începe eliberarea unei părți din unul dintre reactanți din fluidul purtător. De exemplu, un astfel de material polimeric este chitosanul, individual sau în combinație cu alginatul de sodiu, material care s-ar putea dizolva într-o soluție de acid acetic. Alte exemple includ polimeri cationici sintetici.

[0163] Conform unei alte aplicări a invenției, forma solidă cuprinde: să aibă cel puțin o parte din cel puțin unul din primul reactant și al doilea reactant într-o formă solidă care este insolubilă în apă neutră; și în care fluidul de tratament cuprinde: un agent pentru creșterea solubilității unui astfel de reactant în apă. Un exemplu specific de astfel de aplicare este acela în care primul reactant cuprinde: fosfat de magneziu și amoniu în formă solidă care este solubil în apă cu o viteză foarte scăzută de dizolvare și al doilea reactant cuprinde o sursă de ioni de nitrit; și în care agentul de creștere a vitezei de dizolvare a fosfatului de magneziu și amoniu cuprinde un agent de chelatizare. În această aplicare, agentul de chelatizare este selectat de preferință din grupul care constă din: acid citric, săruri alcaline ale acidului

etilendiaminotetraacetic ("EDTA") acid nitrilotriacetic ("NTA") și orice combinație a acestora, în orice proporție.

[0164] În plus față de exemplul de reacție exotermă dintre ionul de amoniu și ionul de nitrit, reacția Fenton a fost cunoscută încă din 1894 și este una dintre cele mai puternice reacții de oxidare disponibile. Reacția Fenton este de interes deoarece este puternic exotermă.

[0165] Reacția Fenton implică peroxidul de hidrogen și un catalizator de fier feros (Ecuația 4). Peroxidul este rupt într-un ion de hidroxid și un radical liber hidroxil. Radicalul liber hidroxil este principala specie oxidantă care se poate utiliza pentru a oxida și rupe moleculele organice.



[0166] Alte reacții exoterme similare cu peroxid de hidrogen și ioni metalici sunt de asemenea avute în vedere pentru a produce specii oxidante, cum ar fi reacția dintre peroxidul de hidrogen și ionii de cupru.

[0167] Este bine cunoscut faptul că compușii organici pot fi oxidați cu ușurință. Un avantaj principal al reacției Fenton este acela că nu produce alți compuși organici sau anorganici solizi, cum ar fi permanganat și dicromat, deoarece peroxidul nu conține carbon.

[0168] Dacă reacția este efectuată până la terminare, atunci în final molecula organică se distruge în CO_2 și apă, care sunt în mod normal produsele finale ale unei reacții de combustie. De asemenea, în mod similar reacției normale de combustie, distrugerea substanțelor organice cu reactiv Fenton este puternic exotermă. Spre deosebire de combustie, totuși, reacția Fenton este asociată cu spumarea, frecvent foarte abundentă și groasă în partea de început a reacției, în mod special pentru compuși mari având cantități mari de carbon.

[0169] Totuși, există specii organice care prezintă rezistență la oxidarea prin reacția Fenton. Alcanii clorurați mici, n-parafinele și acizii carboxilici cu lanț scurt, compuși care sunt în mod tipic produse de oxidare ale moleculelor mai mari, par să reziste la fragmentarea în continuare prin reacția Fenton. Cu toate acestea, este de așteptat ca reacția Fenton să poată fi utilizată pentru a oxida hidrocarbura ca unul din reactanți, pentru a genera căldura care este inclusă în fluidul purtător. Căldura acestei reacții ar putea fi de așteptat să fie limitată de cantitatea de peroxid de

hidrogen și fier feros utilizate în fluidul de tratament.

[0170] Un alt exemplu de reacție puternic exotermă este reacția dintre amoniac și bioxid de carbon cu formarea de uree $\text{H}_2\text{NC(O)NH}_2$, un compus solubil în apă produs de numeroase organisme, inclusiv de oameni, pentru a elimina azotul, conform reacției care urmează (Ecuația 5):



[0171] Entalpiile standard de formare (H°_f) a amoniacului, bioxidului de carbon, ureei și apei sunt -46,1, -393,5, -333,0, și respectiv -285,8 kJ/mol. În consecință entalpia teoretică se schimbă pentru reacția (" H_{rxn} ")= $H^\circ_f(\text{H}_2\text{O(l)}) + H^\circ_f(\text{H}_2\text{NC(O)NH}_2(\text{s})) - 2H^\circ_f(\text{NH}_3(\text{g})) - H^\circ_f(\text{CO}_2(\text{g})) = (-285,8 \text{ kJ}) + (-333,0 \text{ kJ}) - (-92,2 \text{ kJ}) - (-393,5 \text{ kJ}) = -133,1 \text{ kJ/mol}$ (în baza cantității de bioxid de carbon).

[0172] O altă clasă de reacții puternic exoterme este aceea a reacțiilor Grignard, pentru care căldura de reacție se găsește în mod tipic în intervalul de la circa -200 kJ/mol la circa -250 kJ/mol.

Fluid purtător

[0173] În mod dependent de reactivii selectați pentru a genera căldură, care pot necesita o soluție apoasă pentru a reacționa, de preferință fluidul purtător al reactanților cuprinde apă. Apa poate fi selectată din grupul care constă din: apă de mare, apă salmastră; apă dulce; și orice combinație a acestora în orice proporție. Fluidul purtător poate cuprinde o hidrocarbură care este lichidă în Condiții Standard de Laborator. Mai preferabil, în mod dependent de reactivii care pot fi selectați pentru a genera căldură, care pot necesita o soluție apoasă, fluidul purtător este o emulsie de apă și hidrocarbură. Cel mai preferabil, hidrocarbura din fluidul purtător este selectată din grupul care constă din: petrol brut, kerosen, un solvent aromatic și orice combinație a acestora în orice proporție.

[0174] Fluidul purtător cuprinde de preferință un agent de creștere a vâscozității. Agentul de creștere a vâscozității ajută la suspendarea materialului solid sub formă de particule în fluidul purtător. De exemplu, agentul de creștere a vâscozității poate cuprinde: un material polimeric solubil în apă. Mai preferabil, agentul de creștere a vâscozității poate fi o polizaharidă selectată din grupul care

constă din: guar, hidroxiialchilguar, carboxialchilhidroxiialchilguar, carboxialchilceluloză, carboxialchilhidroxiialchil-celuloză, xantan, derivați ai oricăreia dintre cele precedente și orice combinație a acestora în orice proporție. Agentul de creștere a vâscozității poate cuprinde în plus un spărgător al agentului de creștere a vâscozității.

[0175] Cel mai preferabil agentul de creștere a vâscozității cuprinde: un xantan cu aditivi care ajută agentul de creștere a vâscozității să reziste la conținutul ridicat de sare și la pH-ul acid, de tipul celor dezvăluiți în publicația de brevet US nr. 2004/0214728, publicat în 28 oct. 2004, având ca inventatori pe Robert S. Taylor, Gary P. Funkhouser, Michael A. McCabe, și B. Raghava Reddy, care este încorporat aici în întregime prin referință.

[0176] Într-o metodă conform invenției, în care reactanții exotermi și substanțele chimice de tratament se introduc în fluide de tratament separate, purtătorul fluid pentru fluidele de tratament separate poate fi identic sau diferit.

Alți aditivi pentru fluide

[0177] Un fluid poate conține aditivi care sunt utilizați de regulă în aplicații din domeniul câmpurilor petroliere, așa cum este cunoscut de o persoană de specialitate în domeniu. Aceștia includ, dar nu sunt în mod necesar limitați la, saramură, săruri anorganice solubile în apă, substitute de săruri (cum ar fi clorura de trimetil amoniu) aditivi de control al pH-ului, agenții tensioactivi, agenți de spargere, adjuvanți de agenți de spargere, captatori de oxigen, alcooli, inhibitori de tartru, inhibitori de coroziune, inhibitori de hidratare, aditivi de control al pierderii de fluid, oxidanți, agenți de chelatizare, agenți de control al apei (cum ar fi modificatori ai permeabilității relative) agenți de consolidare, agenți de control al curgerii înapoi, agenți de îmbunătățire a conductivității, stabilizatori de argilă, captatori de sulfură, fibre, nanoparticule, bactericide, și combinații ale acestora. Desigur, aditivii trebuie să fie selectați astfel încât să nu interfereze cu scopul fluidului de tratament.

Metodă de tratare a unui puț

[0178] Conform unei alte aplicări a invenției, este furnizată o metodă de tratament al unui puț, metoda incluzând etapele de: formare a unui sau mai multor fluide conform invenției; și introducerea a unui sau mai multe fluide de tratament în puț.

[0179] Un fluid poate fi preparat la locul de lucru, preparat la o fabrică sau unitate înainte de a fi utilizat, sau anumite componente ale fluidului pot fi pre-amestecate înainte de utilizare și apoi transportate la locul de lucru. Anumite componente ale fluidului pot fi furnizate ca un "amestec uscat" pentru a fi combinat cu fluidul sau alte componente înainte sau în timpul introducerii fluidului în puț.

[0180] În anumite aplicări, prepararea unui fluid se poate efectua la locul de lucru printr-o metodă care este caracterizată ca fiind "pe fugă." Termenul "pe fugă" este utilizat aici pentru a include metode de combinare a două sau mai multe componente în care un curent de curgere al unui element este introdus continuu în curentul de curgere al unui alt component, astfel încât curenții se combină și se amestecă în timp ce continuă să curgă ca un singur curent ca parte a tratamentului în curs de desfășurare. O astfel de amestecare poate fi de asemenea descrisă ca amestecare în "timp real".

[0181] Frecvent, etapa de eliberare a unui fluid într-un puț intervine într-o perioadă de timp relativ scurtă după formarea fluidului, de exemplu, în decurs de mai puțin de 30 minute până la o oră. Mai preferabil, etapa de eliberare a fluidului intervine imediat după etapa de formare a fluidului care este "pe fugă".

[0182] Trebuie să se înțeleagă că etapa de eliberare a unui fluid într-un puț poate include în mod avantajos utilizarea uneia sau mai multor pompe de fluid.

[0183] Într-o aplicare, etapa de introducere are o viteză și o presiune sub presiunea de fracturare a zonei de tratament.

[0184] Într-o aplicare, etapa de introducere cuprinde introducerea sub condiții de fracturare a zonei de tratament. Fluidul se introduce în zona de tratament cu o viteză și la o presiune care sunt cel puțin suficiente pentru a fractura zona.

[0185] După etapa de introducere a unui fluid, o metodă conform invenției poate include suplimentar o etapă de alocare de timp pentru tratamentul chimic dorit într-un puț la temperatura dorită. De exemplu, porțiunea din puț sau zona de tratament se pot închide pentru un timp necesar pentru tratament.

[0186] După un tratament conform invenției, numitul unul sau mai multe fluide de adâncime pot fi făcute să curgă înapoi la suprafață. Într-o aplicare, etapa de curgere înapoi intervine la 24 de ore de la etapa de introducere. Într-o altă aplicare, etapa de curgere înapoi intervine la 12 ore de la etapa de introducere.

[0187] Preferabil, după fiecare astfel de tratament conform invenției, o etapă de producere de hidrocarburi din formațiunea subterană este obiectivul dorit.

Concluzii

[0188] Ca urmare, prezenta invenție este bine adaptată pentru a atinge finalitățile și avantajele menționate, precum și pe acelea care sunt inerente aici.

[0189] Fluidele exemplificative dezvăluite aici pot fi direct sau indirect afectate de unul sau mai multe componente sau piese de echipament asociate cu prepararea, eliberarea, recaptarea, recircularea, reutilizarea sau înlăturarea fluidelor dezvăluite. De exemplu, fluidele dezvăluite pot afecta direct sau indirect unul sau mai multe amestecătoare, echipamente de amestecare corelat, gropi de noroi, facilități sau unități de depozitare, separatoare de fluid, schimbătoare de căldură, senzori, dispozitive de calibrare, pompe, compresoare și altele asemenea utilizate pentru generarea, depozitarea, monitorizarea, reglarea sau recondiționarea fluidelor exemplificative. Fluidele dezvăluite pot, de asemenea, afecta direct sau indirect orice echipament de transport sau eliberare utilizat pentru a transporta fluidele la locul unui puț sau în adâncime, cum ar fi, de exemplu, orice vase de transport, conducte, țevi, camioane, tuburi sau țevi utilizate pentru a muta fluent fluidele de la o locație la o alta, orice pompe, compresoare sau motoare (de exemplu la partea de sus sau la adâncime) utilizate pentru a pune fluidele în mișcare, și orice supape sau articulații corelate utilizate pentru a regla presiunea sau viteza de curgere a fluidelor și orice senzori (anume de presiune și temperatură), dispozitive de calibrare sau combinații ale acestora și altele asemenea. Fluidele dezvăluite pot fi, de asemenea, afectate direct sau indirect de diferite echipamente și unelte de adâncime care pot intra în contact cu substanțele chimice/fluidele, cum ar fi, dar fără a se limita la, coloane de foraj, tubulaturi spiralate, țeavă de foraj, gulere de foraj, motoare de noroi, motoare sau pompe de adâncime, flotoare, unelte MWD/LWD și echipament telemetric corelat, capete de burghiu (incluzând con cu role, PDC, diamant natural, deschizătoare de gaură, alezoare și biți de perforare) senzori, sau senzori distribuiți, schimbătoare de căldură de adâncime, valve și dispozitive de acționare corespunzătoare, sigilii de scule, împachetări și alte dispozitive sau componente de izolare pentru gaura de puț și altele asemenea.

[0190] Aplicațiile particularizate dezvăluite aici sunt numai ilustrative, iar prezenta invenție poate fi modificată și aplicată practic în moduri diferite, dar echivalente, așa cum este evident pentru o persoană de specialitate în domeniul care beneficiază de învățămintele de aici. Este, ca urmare, evident că aplicațiile

ilustrative particularizate dezvoltate mai sus pot fi adaptate sau modificate și toate aceste astfel de variațiuni sunt considerate ca făcând parte din scopul prezentei invenții.

[0191] Diferitele elemente sau etape conform cu elementele dezvoltate pot fi combinate în mod avantajos sau aplicate practic împreună în diferite combinații sau subcombinații de elemente sau secvențe de etape, pentru a se mări eficiența și beneficiile care se pot obține din invenție.

[0192] Se va putea aprecia că una sau mai multe din aplicările de mai sus pot fi combinate cu una sau mai multe alte aplicări, dacă nu se menționează explicit contrariul.

[0193] Invenția dezvoltată aici în mod ilustrativ poate fi aplicată practic în mod adecvat, în absența oricărui element sau etapă care nu este dezvoltată sau revendicată specific.

[0194] Mai mult, nu se intenționează să se aducă nicio limitare la detaliile de construcție, compoziție, proiectare sau etape prezentate aici, altele decât cele descrise în revendicări.

REVENDICĂRI

1. Metodă de tratament al unei porțiuni sau zone de tratament a unui puț, metoda cuprinzând etapele de:

(A) formare a unui fluid de tratament care cuprinde:

(i) un fluid purtător; și

(ii) un prim reactant și un al doilea reactant, în care primul reactant și al doilea reactant sunt selectați pentru a fi capabili să reacționeze împreună într-o reacție chimică exotermă, și în care primul și al doilea reactant sunt în concentrații cel puțin suficiente în fluidul purtător pentru a genera o căldură de reacție teoretică de cel puțin 500 kJ/litru de fluid de tratament; și

(iii) o substanță chimică de tratament selectată pentru a reacționa chimic cu o substanță sau material în porțiunea sau zona de tratament a puțului; și

(B) introducerea primului fluid de tratament și a celui de-al doilea fluid de tratament în orice ordine secvențială în porțiunea sau zona de tratament a puțului.

2. Metodă conform revendicării 1, în care porțiunea de puț include o supapă de siguranță de adâncime.

3. Metodă conform revendicării 1, în care zona de tratament a puțului este o formațiune de gresie.

4. Metodă conform revendicării 1, în care zona de tratament este o formațiune sensibilă la acid.

5. Metodă conform oricăreia dintre revendicările 1-4, în care substanța chimică de tratament este un agent de chelatare.

6. Metodă conform revendicării 5, în care agentul de chelatare este selectat din grupul care constă din acid glutamic acid diacetic, acid metilglicin diacetic, acid β-alanin diacetic, acid etilendiaminodisuccinic, acid S,S-etilendiaminodisuccinic, acid iminodisuccinic, acid hidroxiiminodisuccinic, acizi poliamino-disuccinici, N-bis[2-(1,2-dicarboxietoxi)etil]glicină, acid N-bis[2-(1,2-dicarboxietoxi)etil]aspartic, N-bis[2-(1,2-dicarboxietoxi)etil]metilglicină, N-tris[(1,2-dicarboxietoxi)etil]amină, acid N-

metiliminodiacetic, acid iminodiacetic, acid N-(2-acetamido)iminodiacetic, acid hidroxi metil-iminodiacetic, acid 2-(2-carboxietilamino)succinic, acid 2-(2-carboximetilamino)succinic, acid dietilentriamino-N,N''-disuccinic, acid trietilentetramino-N,N'''-disuccinic, acid 1,6-hexametilendiamino-N,N'-disuccinic, acid tetraetilenpentamino-N,N''''-disuccinic, acid 2-hidroxi propilen-1,3-diamino-N,N'-disuccinic, acid 1,2-propilendiamino-N,N'-disuccinic, acid 1,3-propilendiamino-N,N'-disuccinic, acid cis-ciclohexandiamino-N,N'-disuccinic, acid trans-ciclohexandiamino-N,N'-disuccinic, acid etilenbis(oxietilen-nitrilo)-N,N'-disuccinic, acid glucoheptanoic, acid cisteic, acid N,N-diacetic, acid cisteic-acid-N-monoacetic, acid alanin-N-monoacetic, acid N-(3-hidroxisuccinil)aspartic, N-[2-(3-hidroxisuccinil)]-L-serină, acid aspartic-acid-N,N-diacetic, acid aspartic-acid-N-monoacetic, orice sare a acestora, orice derivat al acestora și orice combinație a lor.

7. Metodă conform oricăreia din revendicările 1-4, în care fluidul de tratament nu este încălzit înainte de etapa de introducere.

8. Metodă conform oricăreia din revendicările 1-4, în care timpul de contact al fluidului de tratament cu porțiunea sau zona de tratament a puțului este controlat pentru a fi mai scurt decât ar fi fost necesar pentru un fluid de tratament de altfel similar, fără primul și cel de-al doilea reactant.

9. Metodă conform oricăreia din revendicările 1-4, în care primul reactant cuprinde ioni de amoniu și al doilea reactant cuprinde ioni de azotit.

10. Metodă conform oricăreia din revendicările 1-4, în care cel puțin unii dintre cel puțin unul dintre primul și al doilea reactant este suspendat într-o formă solidă în fluidul purtător, iar forma solidă este adaptată în continuare pentru a ajuta la controlul amestecării dintre primul reactant și al doilea reactant.

11. Metodă de tratament al unei porțiuni sau zone de tratament a unui puț, metoda cuprinzând etapele de:

(A) formare a unui prim fluid de tratament care cuprinde:

(i) un prim fluid purtător; și

(ii) un prim reactant și un al doilea reactant, în care primul reactant și al

doilea reactant sunt selectați pentru a fi capabili să reacționeze împreună într-o reacție chimică exotermă, și în care primul și al doilea reactant sunt în concentrații cel puțin suficiente în fluidul purtător pentru a genera o căldură de reacție teoretică de cel puțin 500 kJ/litru de fluid de tratament;

în care volumul primului fluid de tratament este egal sau mai mare de circa 10 m³;

(B) formare a unui al doilea fluid de tratament care cuprinde:

(i) un al doilea fluid purtător; și

(ii) o substanță chimică de tratament selectată pentru a reacționa chimic cu o substanță dintr-un material în porțiunea sau zona de tratament a puțului; și

(C) introducerea a primului fluid de tratament și a celui de-al doilea fluid de tratament în orice ordine secvențială în porțiunea sau zona de tratament a puțului.

12. Metodă conform revendicării 11, în care porțiunea de puț include o supapă de siguranță de adâncime.

13. Metodă conform revendicării 11, în care zona de tratament a puțului este o formațiune de gresie.

14. Metodă conform revendicării 11, în care zona de tratament este o formațiune sensibilă la acid.

15. Metodă conform oricăreia dintre revendicările 11-14, în care substanța chimică de tratament este un agent de chelatizare.

16. Metodă conform revendicării 15, în care agentul de chelatizare este selectat din grupul care constă din: acid glutamic acid diacetic, acid metilglicin diacetic, acid β-alanin diacetic, acid etilendiaminodisuccinic, acid S,S-etilendiaminodisuccinic, acid iminodisuccinic, acid hidroxiiminodisuccinic, acizi poliamino disuccinici, N-bis[2-(1,2-dicarboxietoxi)etil]glicină, acid N-bis[2-(1,2-dicarboxietoxi)etil]aspartic, N-bis[2-(1,2-dicarboxietoxi)etil]metilglicină, N-tris[(1,2-dicarboxietoxi)etil]amină, acid N-metiliminodiacetic, acid iminodiacetic, acid N-(2-acetamido)iminodiacetic, acid hidroximetil-iminodiacetic, acid 2-(2-

carboxietilamino)succinic, acid 2-(2-carboximetilamino)succinic, acid dietilenetriamino-N,N'-disuccinic, acid trietilentetramino-N,N''-disuccinic, acid 1,6-hexametilendiamino-N,N'-disuccinic, acid tetraetilenpentamino-N,N'''-disuccinic, acid 2-hidroxi-propilen-1,3-diamino-N,N'-disuccinic, acid 1,2-propilendiamino-N,N'-disuccinic, acid 1,3-propilendiamino-N,N'-disuccinic, acid cis-ciclohexandiamino-N,N'-disuccinic, acid trans-ciclohexandiamino-N,N'-disuccinic, acid etilenbis(oxietilenenitrilo)-N,N'-disuccinic, acid glucoheptanoic, acid cisteic-acid N,N-diacetic, acid cisteic-acid N-monoacetic, acid alanin-N-monoacetic, acid N-(3-hidroxisuccinil)aspartic, N-[2-(3-hidroxisuccinil)]-L-serină, acid aspartic-acid N,N-diacetic, acid aspartic-acid N-monoacetic, orice sare a acestora, orice derivat al acestora și orice combinație a lor.

17. Metodă conform oricăreia din revendicările 11-14, în care primul și al doilea fluid de tratament nu sunt încălzite înainte de etapa de introducere.

18. Metodă conform oricăreia din revendicările 11-14, în care timpul de contact al primului și a celui de-al doilea fluid de tratament cu porțiunea sau zona de tratament a puțului este controlată pentru a fi mai scurtă decât este necesară pentru un altfel de tratament fără primul fluid.

19. Metodă conform oricăreia din revendicările 11-14, în care primul reactant cuprinde ioni de amoniu și al doilea reactant cuprinde ioni de azotit.

20. Metodă conform oricăreia din revendicările 11-14, în care cel puțin o parte din cel puțin unul dintre primul reactant și al doilea reactant este suspendată într-o formă solidă în fluidul purtător, iar forma solidă este adaptată în continuare pentru a ajuta la controlul amestecării între primul reactant și al doilea reactant.

21. Metodă conform oricăreia din revendicările 11-14, în care primul și al doilea fluid de tratament sunt introduse adiacent unul față de celălalt fără un fluid de tratament intermediar între primul și al doilea fluid de tratament.

22. Metodă conform oricăreia din revendicările 11-14, în care primul fluid de tratament și al doilea fluid de tratament sunt introduse alternativ în puț.

23. Metodă conform revendicării 22, în care un volum total al primului fluid de tratament care este introdus alternativ în puț este mai mare de circa 16 m^3 .

DESENE

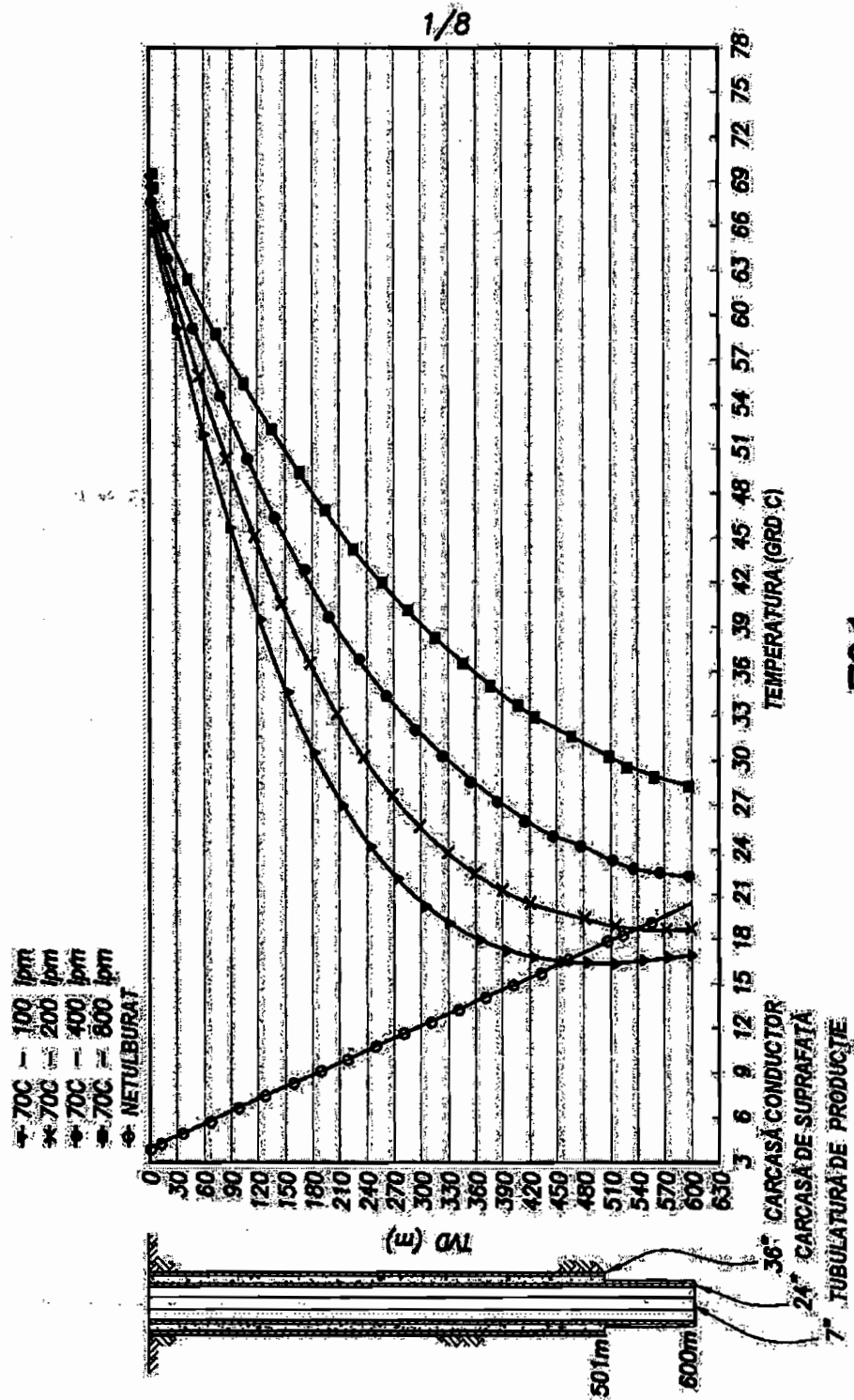


FIG.1

2/8

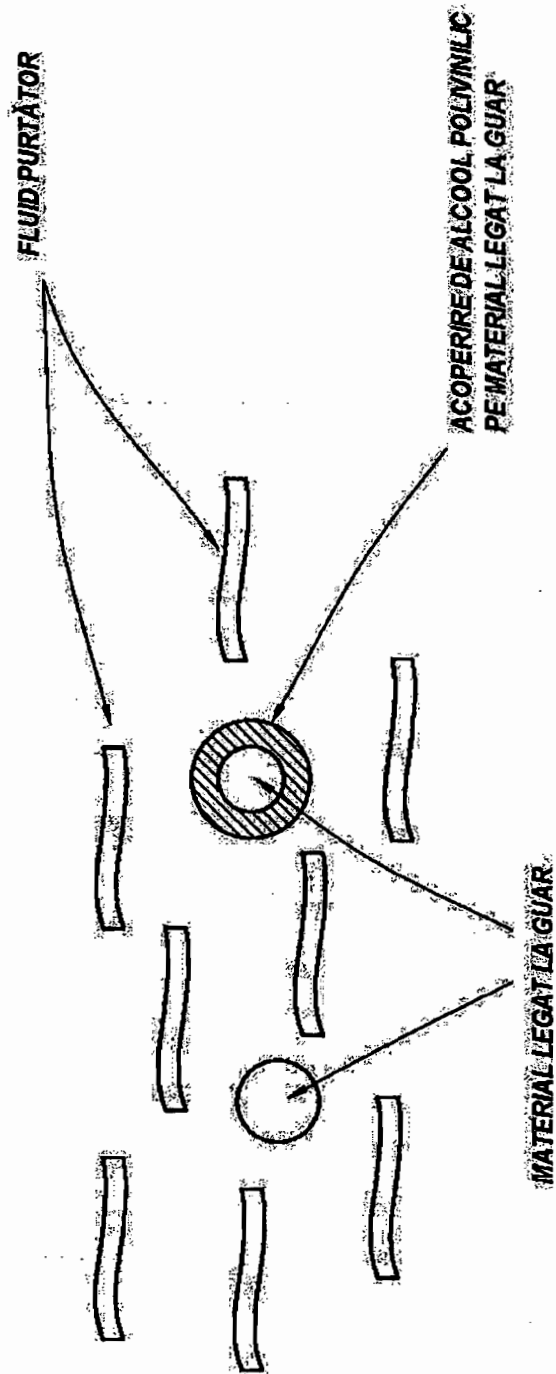


FIG.2

3/8

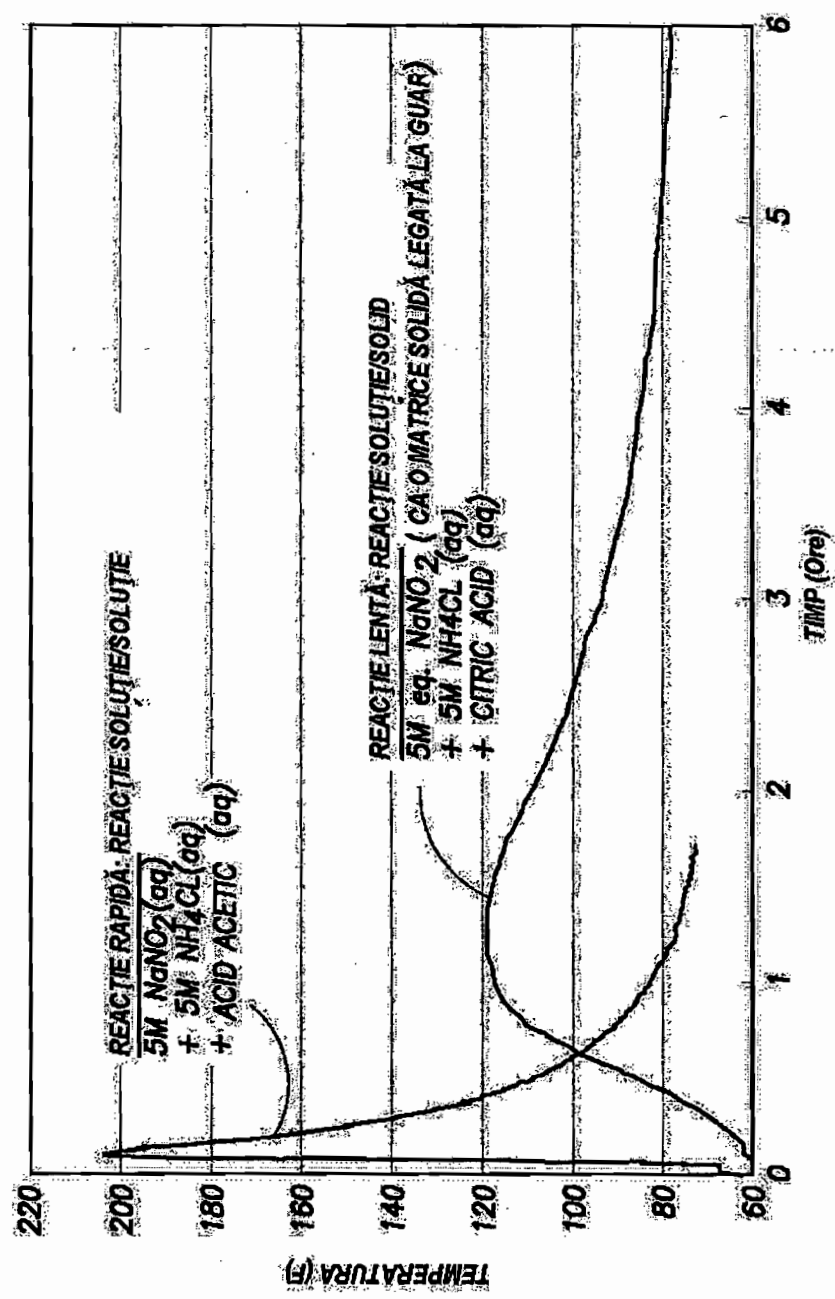


FIG.3

4/8

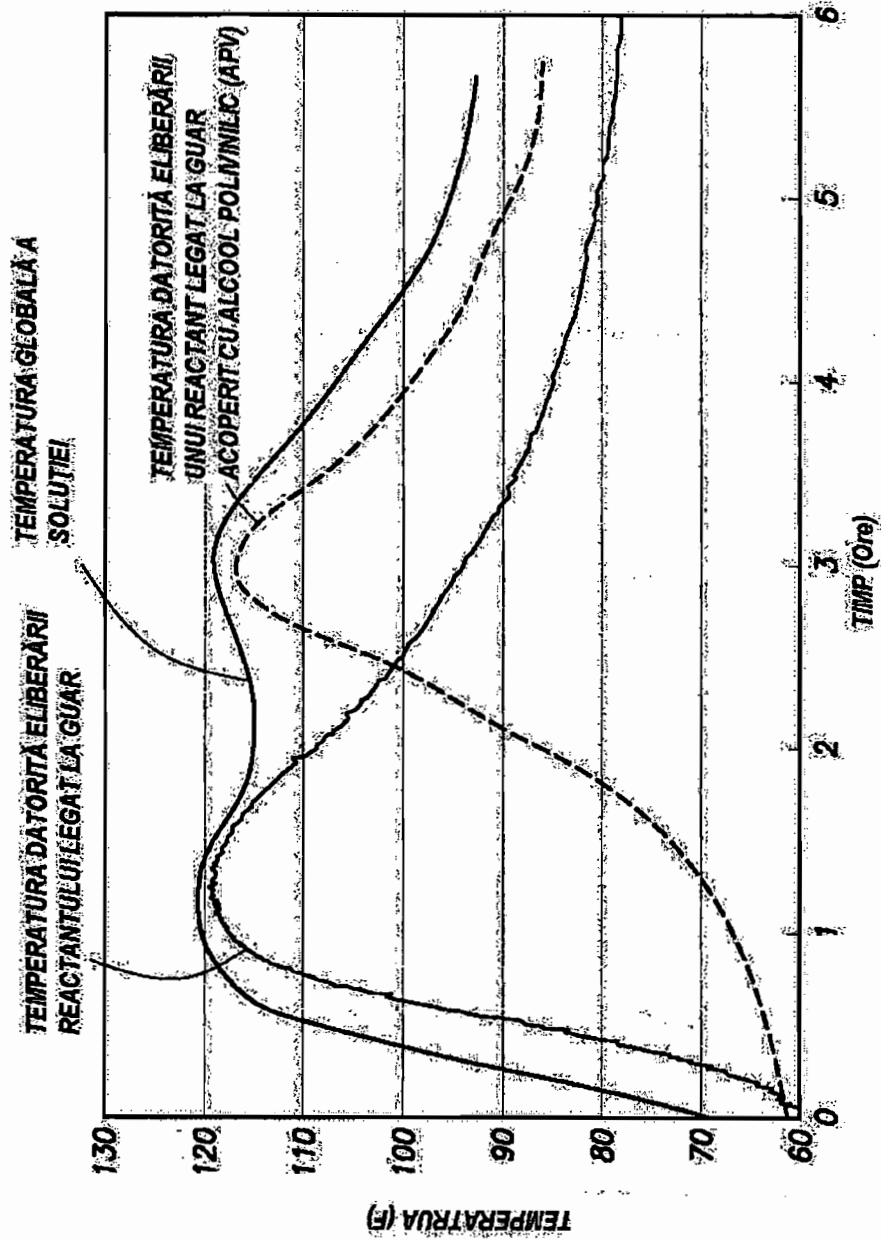


FIG.4

5/8

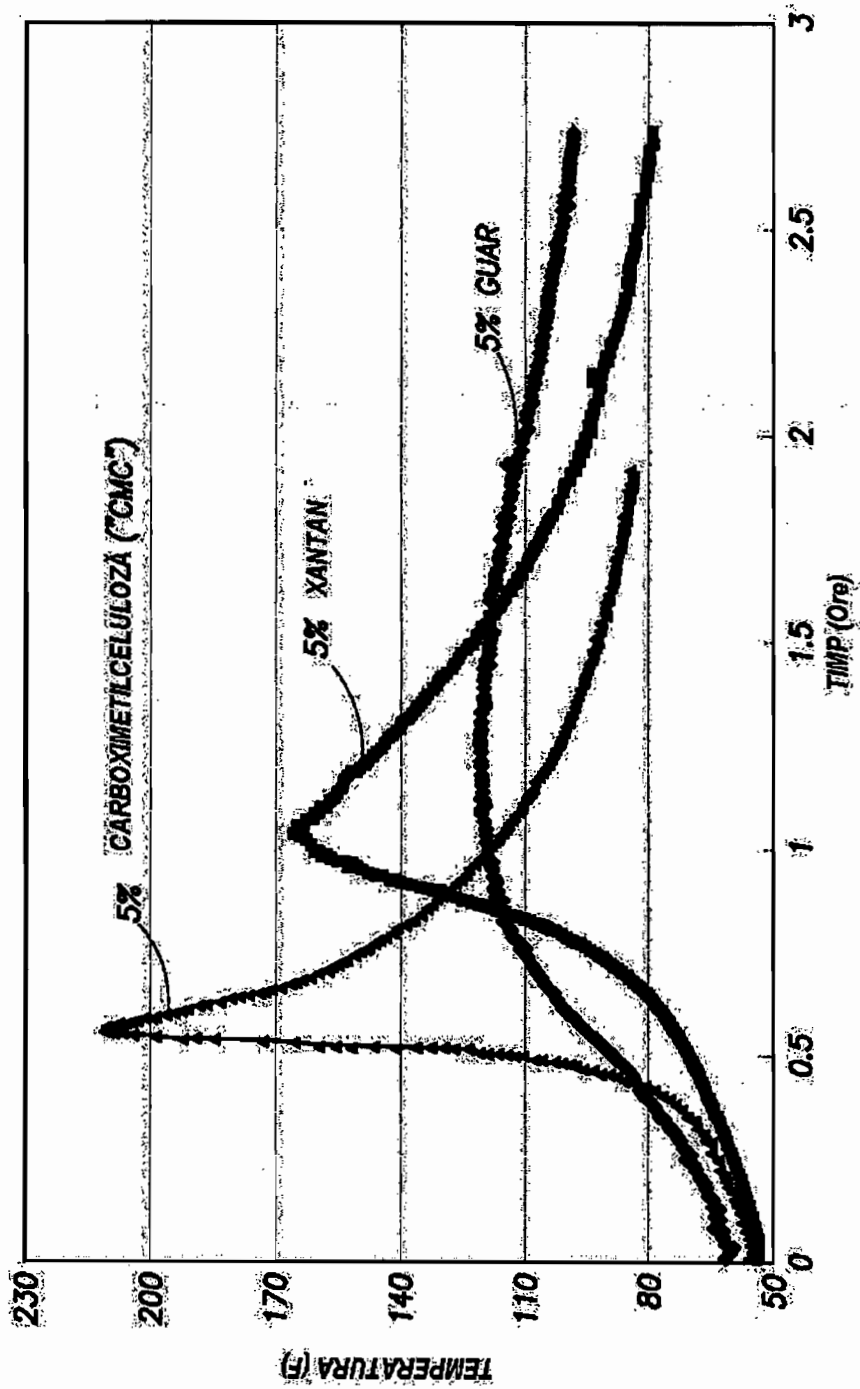


FIG.5

6/8

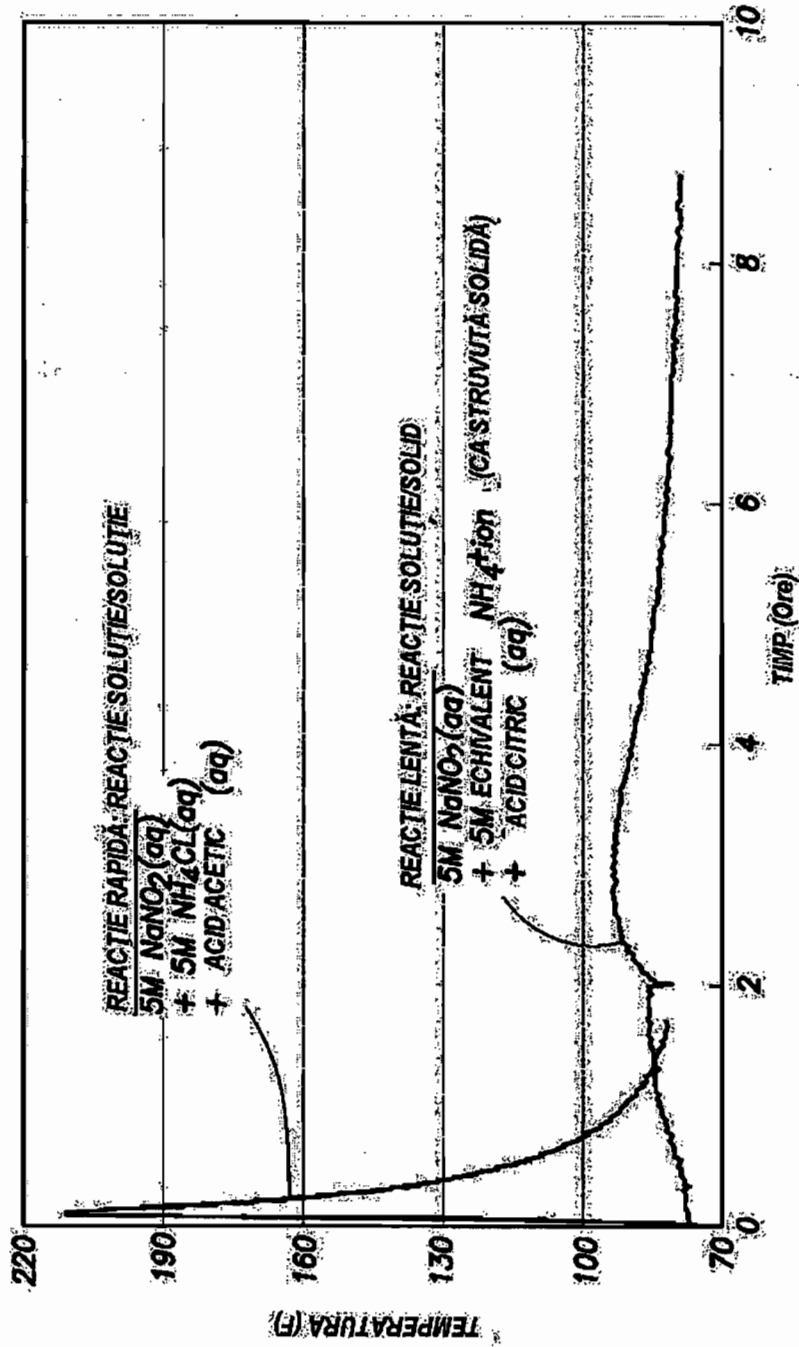
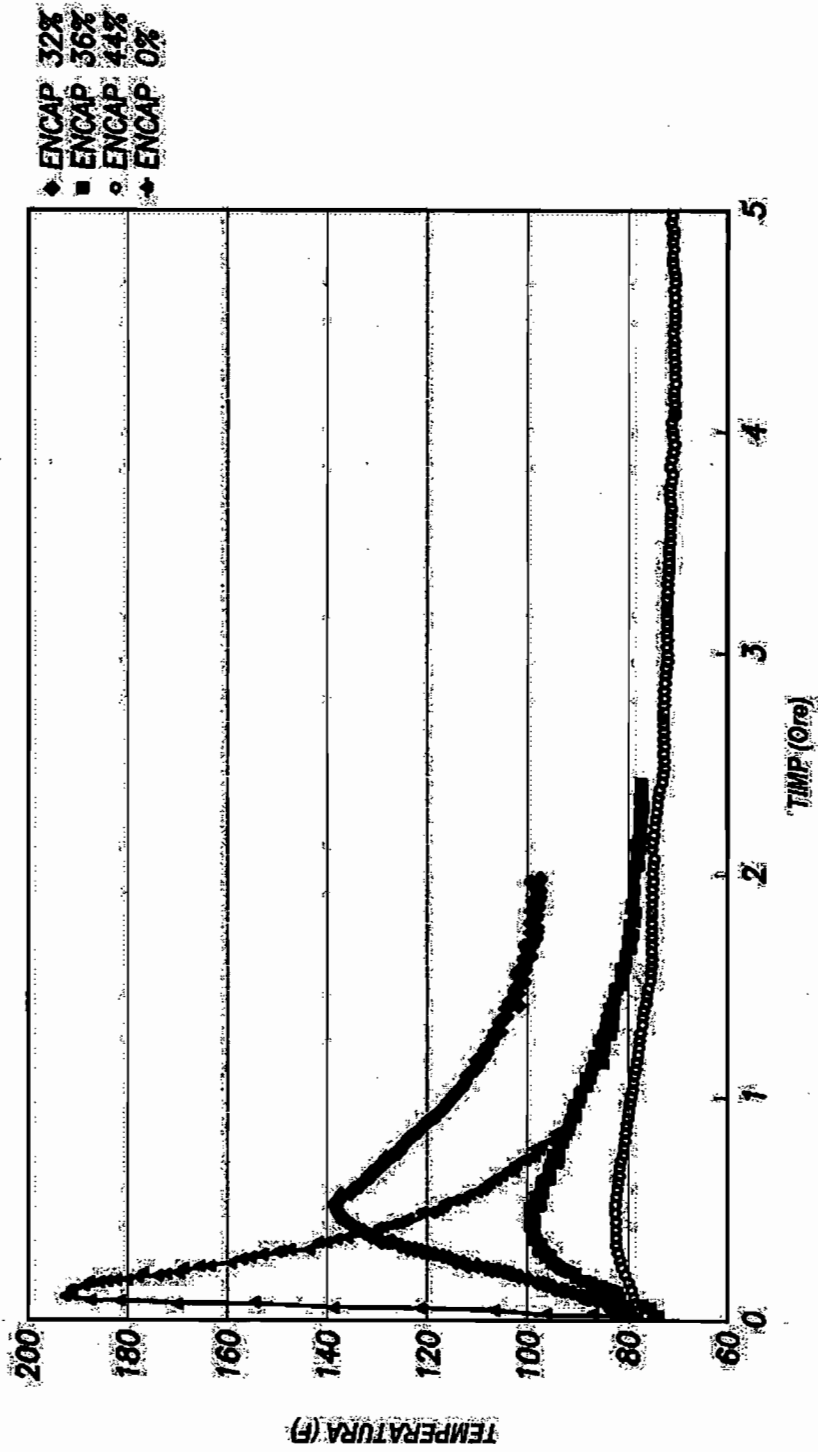


FIG.6

7/8



24-03-2014

8/8

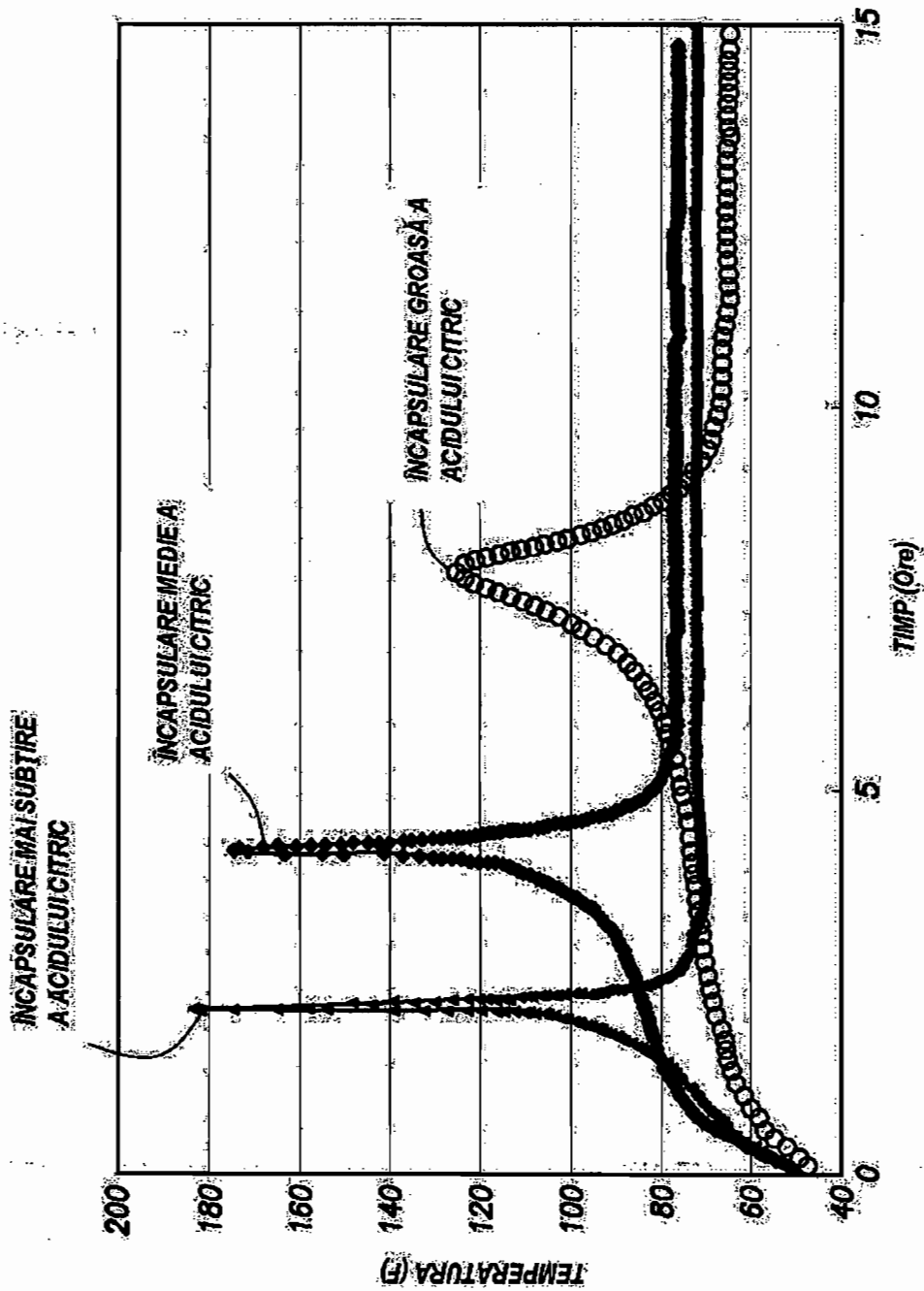


FIG.8