

FÖRBÄTTRAD METOD

Tekniskt område

[0001] Föreliggande uppfinning avser generellt en förbättrad metod för utökad oljeutvinning (även kallad tertiär oljeutvinning) liksom en förbättrad sammansättning för utökad oljeutvinning (EOR).

Uppfinningens bakgrund

[0002] I tidigare känd teknik är substanserna, inklusive 1-deoxy-1-N-octylamino-D-glucitol, kända. Substansen presenteras till exempel i Journal of Surfactants and Detergents, Volume 7, No 2, sidorna 147-159 och sidorna 161-167.

[0003] WO 96/28458 beskriver substanser såsom 1-deoxy-1-N-octylamino-D-glucitol som biocid till exempel inom industriella applikationer för hydraul- och kylvätska.

[0004] Utökad oljeutvinning (tertiär oljeutvinning, eng. Enhanced Oil Recovery (EOR)) utgör teknologier för att öka mängden råolja som kan extraheras ur ett oljefält. Metoder i teknikens ståndpunkt inkluderar gasinjektioner, kemikalieinjektioner, mikrobiella injektioner och termiska metoder.

[0005] Utökad oljeutvinning beskrivs i åtskilliga publikationer, till exempel:

[0006] Speight, J.G. (2009) *Enhanced Recovery Methods for Heavy Oil and Tar Sands*, Gulf Publishing Company, Houston

[0007] Alvarado, V. and Manrique, E. (2010) *Enhanced Oil Recovery – Field Planning and Development Strategies*, Elsevier, Oxford.

[0008] Modern Chemical Enhanced Oil Recovery – Theory and Practice, James J. Sheng, Gulf Professional Publishing, Elsevier, 2011.

[0009] I känd teknik för utökad oljeutvinning har både tensid-polymer (SP) och alkaliska tensid-polymer (ASP) system nyttjats. SP och ASP system utgör användningen av Alpha-olefin sulfonater, Interna olefin sulfonater, Alkyl-aryl sulfonater och Alkyl-eter sulfonater. I båda dessa system föreligger en maximalt användbar temperatur om c:a 70°C. Endast i ett fåtal fall kan högre temperaturer föreligga. Vattensalthalten bör ligga under c:a 35 000 ppm. Detta är helt klart en nackdel eftersom många oljekällor har högre temperaturer och högre salthalter. Problem kring kemiska injektionsmetoder inkluderar att salthalten i många fält gör extraktionen mindre effektiv. Temperaturen i många fält är alltför hög med avseende på de kemikalier som nyttjas varför processen blir ineffektiv. Deemulgeringsmedel behövs ofta i känd teknik.

[0010] Utöver problem med höga temperaturer och/eller höga salthalter är tillsatser dyra och/eller inte återvinningsbara. Vidare kan en del idag använda kemikalier vara toxiska och/eller icke-biologiskt nedbrytbara. Det finns fortsatt utrymme för förbättringar gällande emulgerings- och dispergeringskapaciteten hos de för närvarande tekniskt effektivaste substanserna.

Sammanfattning av uppfinningen

[0011] Det är en målsättning i föreliggande uppfinning att undanröja åtminstone en del av nackdelarna i känd teknik liksom att erbjuda en förbättrad metod för utökad oljeutvinning och en förbättrad sammansättning för utökad oljeutvinning.

[0012] I enlighet därmed är en första aspekt med uppfinningen att erbjuda en metod för utvinning av råolja ur underjordiska kolväteinnehållande formationer, där avsedd metod omfattar stegen: i) injicering i en sådan formation (=reservoar) av en sammansättning för utökad oljeutvinning, bestående av a) en tensid med den generella formeln: R_1-X-R_2 , vari R_1 består av en

öppenkedjig socker alkohol, vari X väljs ut ur en grupp bestående av NH, NCH₃, NCH₂CH₃, O, och S, och vari R₂ utgör en alifatiskt eller aromatisk grupp om minst 5 kolatomer, och b) water, och ii) utvinnandet av råoljan från en eller flera producerande oljekällor.

[0013] Ytterligare en aspekt är att erbjuda en sammansättning för oljeutvinning, bestående av a) en tensid med den generella formeln: R₁-X-R₂, vari R₁ är en öppenkedjig socker alkohol, vari X väljs ut ur en grupp bestående av NH, NCH₃, NCH₂CH₃, O, och S, och vari R₂ är en alifatisk eller aromatisk grupp om minst 5 kolatomer, och b) ett lösningsmedel.

[0014] Ytterligare aspekter, utföranden och förkroppsliganden definieras i bifogade krav, som specifikt ingår häri som referens.

[0015] En fördel med en utformning är att en ny naturproduktsbaserad substans ges. Genom tillsats av denna till pumpvattnet som nyttjas i utökad oljeutvinning kan mer olja utvinnas ur källan.

[0016] Sammansättningen har överlägsna emulsions- (av råolja), vätnings- och dispersionsegenskaper. Vidare är egenskaperna med avseende på skumbildning gynnsamma. När sammansättningen blandas med olja i formationen reduceras skumbildningen.

[0017] Sammansättningen fungerar effektivt i hetta, tryck, hög salthalt och vid hög vattenhårdhet. Reservoartemperaturer om 60-100°C är möjliga. Salthalter om upp till 300000 ppm är också möjliga. Temperaturer om 60-115°C är möjliga för reservoarer under tryck, förutsatt att trycket är så högt att vattenlösningen fortfarande är vätskeformig.

[0018] Startmaterialen (=byggstenarna) för tensiden är billiga och åtminstone delvis förnybara.

[0019]Tensiden är icke-toxisk, nedbrytbar och återanvändningsbar.

[0020]I de flesta applikationer behövs inga deemulgeringsmedel.

[0021]Organiska lösningsmedel behöver ej användas. Vatten används som lösningsmedel vilket är fördelaktigt med avseende på både ekonomisk synvinkel och ur miljösynpunkt.

[0022]Ytterligare fördelar är att den uppfinningstensiden inte lätt absorberar till mineralytor, vilket minskar förlusten av tensid till exempel i ett återvinnande återloppssystem.

Kort beskrivning av ritningarna

[0023] Uppfinningen presenteras nu i form av exempel med hänvisningar till bifogade ritningar, vari:

[0024] Fig. 1a uppvisar den kemiska strukturen hos 1-deoxy-1-octylamino-D-glucitol, även känd som N-octyl-D-glucamine.

[0025] Fig. 1b uppvisar den kemiska strukturen hos 1-deoxy-2-octylamino-D-glucitol.

Detaljerad beskrivning

[0026]Innan uppfinningen uppvisas i detalj bör man hålla i åtanke att uppfinningen inte begränsas till specifika föreningar, konfigurationer, metodsteg, substrat, och att föreningar, konfigurationer, metodsteg, substrat och material i härvid presenterat material kan variera något. Det är också underförstått att den härvid nyttjade terminologin används endast för syftet att beskriva respektive utförande utan att verka begränsande eftersom omfånget av härvidgällande uppfinning endast begränsas av bifogade krav och motsvarigheter.

[0027] Det bör noteras, som nyttjats i denna specificering och de bifogade kraven, att singularformerna "en", "ett", "-en", "-et" omfattar plurala referenter såvida inte annat klart antyds av kontexten.

[0028] Såvida inte annat angivits har alla härvid nyttjade termer och vetenskaplig terminologi de innebörder som dessa normalt innehas av en person förmedlad i uppfinningens teknikområde.

[0029] Termerna "ungefär" och "c:a" som använts i samband med numeriska värden genom beskrivningarna och kraven betecknar ett intervall av noggrannhet som är bekant och acceptabelt för en person bevandrad i teknikområdet. Detta intervall är $\pm 10\%$.

[0030] "Råolja" används härvid för att beteckna en naturligt förekommande blandning utgjord av en komplex blandning av kolväten av olika molekylvikter samt andra organiska föreningar, vilka vanligtvis finnes i geologiska formationer under jordens yta.

[0031] "Kolväte" används härvid för att beteckna en organisk förening utgjord av väte och kol.

[0032] "Socker alkohol" används härvid för att beteckna en hydrerad form av en kolhydrat vars karbonylgrupp reducerats till en primär eller sekundär hydroxylgrupp. Öppenkedjig socker alkohol hänvisar till en socker alkohol som inte är cyklisk.

[0033] I en första aspekt föreskrives en metod för att utvinna råolja ur en underjordisk, kolväteinnehållande formation, varvid metoden utgörs av stegen:
i) injicering i sådan formation av en sammansättning för utökad oljeutvinning, bestående av a) en tensid med den generella formeln: R_1-X-R_2 , vari R_1 består av en öppenkedjig socker alkohol, vari X väljs ut ur en grupp bestående av NH ,

NCH₃, NCH₂CH₃, O, och S, och vari R₂ utgör en alifatiskt eller aromatisk grupp om minst 5 kolatomer, och b) water, och ii) utvinnandet av råolja från en eller flera producerande oljekällor.

[0034] I en utformning utgörs den mellanliggande kemiska gruppen mellan R₁ och R₂ av en amin. I en utformning är tensiden en sekundär amin. I en alternative utformning är tensiden en tertiär amin. Den fria rotationen i bindningen (-NH-, -NCH₃-, -NCH₂CH₃-, -O-, or -S-) försäkrar en potentiellt effektiv micellär packning. Valet att nyttja en av ovanstående bindningstyper, istället för en ester- eller amidbindning, gör även molekylen exceptionellt stabil mot hydrolys, liksom skäligen stabil mot nedbrytning av värme.

[0035] I en utformning återvinns tensiden till tidigare nämnda formation efter utvinnandet av råolja. Lösningens pH mäts företrädesvis och pH justeras vid behov. I en utformning används samma tensidlösning för oljeutvinning ur olika källor. Försök visar att utvinningsgraden inte minskar, eller i huvudsak inte minskar, ens när samma lösning återanvänts 5 gånger. Eftersom lösningens pH i en utformning med återvinning reducerats med varje körning, eller då den nyttjats i en sur källa, behövs tillsats av bas för att säkerställa att pH hos den nyttjade lösningen ligger inom optimala arbetsbetingelser.

[0036] I en utformning ligger pH i intervallet från 8 till 11.5. I en utformning ligger pH över 8. I en annan utformning ligger pH över 9. I ytterligare en annan utformning ligger pH över 9.5. I en utformning ligger pH i intervallet från 9 till 11.5. I en utformning ligger pH i intervallet från 9.5 till 11.5.

[0037] I en utformning där X utgörs av en amingrupp kan surgöring nyttjas för att ändra på tensidens egenskaper. I en utformning där X utgörs av en amin utvinns råolja genom en pH-sänkning. I en utformning där X utgörs av en amin surgörs blandningen som erhållits från en producerande källa. I en utformning

där X utgörs av en amin surgörs blandningen som erhållits från en producerande källa över tid. Uppfinningens tensidlösning kan rensas helt och hållet från olja genom surgöring, efter vilket den görs basisk igen och återanvändes i ännu en utvinningsomgång där X utgörs av en amin. Därmed behöver uppfinningen färre lösningar eftersom makroemulgerad olja (det mesta av emulsionerna) separerar ut utan tillsatser när lösningen kyls ner eller svalnar. Detta underlättar utvinnandet och minskar på behövd utvinningstid och de aktuella kostnaderna.

[0038] I en utformning väljs R1 ur en grupp bestående av mannitol, sorbitol, galactitol, iditol, allitol, altritol, gulitol och talitol. I en utformning väljs R1 ur en grupp bestående av mannitol, sorbitol, galactitol, och iditol. I en utformning utgörs R1 av sorbitol. Beträffande enantiomerer omfattas både D och L molekyler. Sorbitol, till exempel, omfattar både D-sorbitol och L-sorbitol. I en utformning modifieras R1 ytterligare med åtminstone ännu en enhet vald ur en grupp bestående av en socker grupp, en polyetylengrupp och en polypropylengrupp. Andra möjliga R1 utgörs av andra monosackarider liksom något modifierade socker och di-, tri-, osv. socker som inte stör den micellära packningen, m.a.o. socker alkoholen bör vara öppenkedjig.

[0039] I en utformning utgörs X av NH.

[0040] I en utformning är R2 ogrenad. I en alternative utformning är R2 grenad. Molekylstrukturen är företrädesvis linjär för att minimera micellär krökning och tillåta tät packning.

[0041] I en utformning är R2 mättad. I en alternativ utformning är R2 omättad.

[0042] I en utformning utgörs R2 av 7-9 kolatomer. I en utformning utgörs R2 av 8 kolatomer.

[0043] I en annan aspekt ges en sammansättning för oljeutvinning utgörandes a) en tensid med den generella formeln: R_1-X-R_2 , vari R_1 består av en öppenkedjig socker alkohol, vari X väljs ut ur en grupp bestående av NH , NCH_3 , NCH_2CH_3 , O , och S , och vari R_2 utgör en alifatiskt eller aromatisk grupp om minst 5 kolatomer, och b) water.

[0044] Utan att vara begränsad till någon specifik vetenskaplig teori tror uppfinnaren att tensiden har sin beaktningsvärda ytaktivitet utifrån sin mycket effektiva packning. Tensiden är kapabel att sänka ytspänningen på vatten till otroliga c:a 20 dyn/cm; denna starkt reducerade ytspänning möjliggör en mycket effektiv olje-emulgator. Det är känt att tensider för EOR lämpligen bör bilda Winsor III system med olja, och vissa koncentrationer av uppfinningens tensid, salt och olja bildar sådana system. Vidare hjälper dess uttalade vätnings- och dispergeringsegenskaper.

[0045] Vidare, utan att vilja vara begränsad till någon specifik vetenskaplig teori, tror uppfinnaren att uppfinningen för utökad oljeutvinning begagnar sig av samma mekaniska principer som i micellär polymerflödning, dvs. att tensider frigör olja från reservoarstenars porer (förmodligen via en upprullningsmekanism (eng. *roll-up*)) så att denna kan sköljas med i flödesvattnet. Uppfinningssystemet bildar lätt mikro- och makroemulsioner med oljan vid upphettning. Dock separerar makroemulsionerna kinetiskt från lösningen vid kylnings/svalning, medan olja i mikroemulsioner, under termodynamisk kontroll, enkelt kan separeras ut om önskvärt genom surgöring.

[0046] Tensidens molekylstruktur är företrädesvis linjär för att undvika svår micellär kurvatur och därmed möjliggöra tät packning.

[0047] Buffrande med bas är fördelaktigt i flera fall eftersom det höga pH-värdet behövs för en icke-protonerad aminogrupp, vilket då säkerställer hög och optimal utvinningsgrad.

[0048] Den basiska aminbindningen hjälper till att hålla tensidlösningens pH hög (över neutral), vilket håller koncentrationen av hydroxidjoner hög och tillgänglig för reaktion med oljekomponentens surare delar, vilket därmed bildar ytterligare yttaktiva komponenter ur själva oljan.

[0049] På grund av frånvaron av joniska komponenter i tensiden – praktiskt taget varandes en non-jonisk tensid – interagerar den inte nämnvärt med mineralytor, salt eller hårt vatten, och undviker därmed många av de problem som präglar de traditionella, joniska tensiderna.

[0050] Följande tabell illustrerar att föreliggande teknologi som härvid beskrivits är överlägsen SP och ASP systemen nyttjade i känd teknik, vad gäller till exempel temperatur, vattenhårdhet och salthalt.

Undersökande parametrar för Tensid-Polymer & Alkali-Tensid-Polymer System med jämförelser				
			Exempel	Föreliggande
	SP	ASP	Texas-källa	Teknologi
Reservoar Temperatur	<70 °C (1)	<70 °C (1)	75 °C	60-100 °C
Oljedensitet vid ytan (kg/m ³)	-	>850	925	939.2 testat
"Live oil viscosity" vid Pb, mPa*s	<150	<150	4.2	43.3 testat
Horisontell permeabilitet, md	>50	>50	300-1500	-
Vattenhårdhet, ppm	<1 000	<20 (2)	1 953	<4 000
Saltkoncentration i vattnet, ppm	<35 000 (3)	<35 000 (3)	8.567	<300 000
"Current oil saturation" fraktion	0.350	0.350	0.542	-
(1) bästa någonsin rapporterade vid				

90 °C				
(2) bästa någonsin rapporterade vid 350 ppm	SP = Tensid-Polymersystemet			
(3) bästa någonsin rapporterade vid 200 000 ppm	ASP = Alkali-Tensid-Polymersystemet			
Källa: PRIze analytical simulator				

[0051] Ytterligare särdrag och användningar för uppfinningen och deras fördelar kommer att framgå för en i konsten bevandrad person vid igenomläsning av beskrivningen och exemplen.

[0052] Det bör inses att uppfinningen inte är begränsad till de här presenterade detaljerade utformningarna. Följande exempel tillhandahålls för illustrativa ändamål och är inte avsedda att begränsa uppfinningens omfång eftersom omfånget av föreliggande uppfinning endast begränsas av de bifogade kraven och motsvarande.

Exempel

Experimentell procedur:

[0053] En laborativ installation sattes upp för att simulera utökad oljeutvinning. I försöken smetas råolja och salt på en plastmatris för att simulera innehållet i en oljekälla; i den enklaste tänkbara uppsättningen vägs tjock råolja (47,5 mg i prover #1-22) och 48 mg i prover #24-31) och natriumklorid (6 mg) in i förvägda Eppendorff-rör av plast (1,5 mL) med lock (=oljeprovet). Till dessa tillsätts en förberedd tensidlösning (5 mg tensid löst i 1 mL vatten) och oljeprovet förseglas. Glu1=1-deoxy-1-octylamino-D-glucitol, Glu2 =1-deoxy-2-octylamino-D-glucitol. DeHabPEG= polyethyleneglycol-2000-dehydroabietate ester. Innehållet upphettas till +70 °C och provet omskakas ett tag – detta bildar effektivt mikro- och makroemulsioner av oljan bildandes en grå-svart

tensidlösning och ett visst tryck inuti provet – varefter oljeprovsinnehållet hålls ut. De tömda proven tillåts torka ordentligt, vilket möjliggör vägning av de icke-utvunna resterna i provet. Proceduren simulerar således turbulent strömning i en varm källa där oljeutvinning utförs.

[0054] Oljan hade en *API oil gravity* om 19,2.

[0055] Den nyttjade tensidlösningen kan lagras och vid kylning separerar oljan i mikroemulsionsfasen ut och lägger sig på vätsketoppen (blivandes lätt utvinningsbar). Den då gråaktiga tensidlösningen, med kvarvarande mikroemulsioner, kan återanvändas åtminstone fem gånger till i ny oljeutvinning med bibehållen effekt. Mikroemulsionerna kan separeras ut fullständigt genom surgöring (basgöring kan sedan återskapa en ny, aktiv tensidlösning). Vattenhårdheten justerades i vissa prover genom tillsats av kalcium karbonat och/eller magnesium nitrat till oljeprovet.

[0056] När tensiden löses sker detta i rent, destillerat vatten utan något salt närvarande. Närvarande salt i upplösningsteget saktar ner upplösningen av tensid och dess micellbildning. Om så önskas kan salt tillsättas lösningen efter tensidupplösning.

[0057] Alla EOR-prover var förseglade, vilket resulterar i en del tryck vid höga temperaturer – detta simulerar till viss grad verkliga betingelser. Luftvolymen inuti provet är något större än 0,5 mL, medan lösningens volym är 1 mL.

[0058] Tensidkoncentrationen i proverna var 0,5 viktvolymprocent såvida inte annat angivits.

[0059] Alla prover kördes dubbelt; resultaten var nästintill alltid identiska. Om resultaten avvek kördes ytterligare ett prov för att fastställa det felaktiga provet, vars resultat då kasserades.

[0060] När tensiden löses sker detta i rent, destillerat vatten utan något salt närvarande. Närvarande salt i upplösningsssteget saktar ner upplösningen av tensid och dess micellbildning. Om så önskas kan salta lösningar senare tillsättas den färdiga tensidlösningen.

[0061] En droppe olja från en Pasteurpipett väger c:a 13 mg.

[0062] Alla EOR-prover var förseglade, vilket resulterar i en del tryck vid högre temperatur – detta simulerar i viss mån verkliga betingelser. Luftvolymen inuti provet är något mer än 0,5 mL, medan lösningens volym är 1 mL.

[0063] Proverna innehöll följande föreningar: natrium klorid (6 mg i prover #12-22 & 33-38 och andra mängder i #1-9, 24-32, 39-47 & 49-53), tensid (5 mg i alla prover förutom #25-32) och råolja (47,5 eller 48 mg i alla prover förutom #33-38 & 48).

[0064] Med alla försök har alla viktiga parametrar utvärderats i bestämmandet av teknologins begränsningar. De experimentella intervallen var: tensid (0 – 0,5 viktvolymprocent), monovalent salt (natrium klorid: 0 – 30 viktvolymprocent), vattenhårdhet (0 – 4000 ppm) och förhållandet olja till vatten (0,05 – 2). Dessutom testades olika tillsatser för att öka utvinningen (inklusive Borax, fosfat, Pluronic® P 123 och F127Prill tensid (BASF) block co-polymerer), men med marginell effekt. Alla erhållna resultat i utvinningsförsöken sammanfattas i tabellerna.

[0065] Alla prov och resultaten sammanfattas i tabellen nedan:

Prov	Tensid och tillsats	Concentration	Mängd i	Kvarvarande olja	Oil utvunnen
	i 1 mL lösning i tub 1	(vikt - voly)	tub 2 (g)	i tub 2 (g)	ur tub 2 (%)

		mpr ocen t)			
1	Glu1	0,5	0,0475 g olja	0,9 mg	98,11
3	Glu2	0,5	0,0475 g olja	4,7 mg	90,11
9	Glu1	0,5	0,0475 g olja	2,0 mg	95,79
	DeHabPEG-2000 ester	0,5			
12	Glu1	0,5	0,0475 g olja	3,4 mg	92,84
	Na2HPO4x7H2O	0,5	0,006 g NaCl		
13	Glu1	0,5	0,0475 g olja	4,3 mg	90,95
	Na2B4O7x10H2 O	0,5	0,006 g NaCl		
14	Glu1	0,5	0,0475 g olja	10,2 mg	78,53
			0,060 g NaCl		
15	Glu1	0,5	0,095 g olja	13,6 mg	85,68
			0,006 g NaCl		
16	Glu1	0,5	0,190 g olja	14,5 mg	92,37
			0,006 g NaCl		
17	Glu1	0,5	0,380 g olja	35,4 mg	90,68
			0,006 g NaCl		
18	Glu1	0,5	0,0475 g olja	6,9 mg	85,47
	P123BASF	0,5	0,006 g NaCl		
19	Glu1	0,5	0,0475 g olja	11,7 mg	75,37
	F127Prill	0,5	0,006 g NaCl		
20	Glu1	0,5	0,0475 g olja	Emulsion separerar vid syratillsats	
			0,006 g NaCl		
21	Glu1	0,5	0,0475 g olja	Emulsion stabiliseras vid bastillsats	
			0,006 g NaCl		
EFFEKT AV TENSIDKONCENTRATION					
24	Glu1	0,5	0,048 g olja	3,0 mg	93,75
25	Glu1	0,25	0,048 g olja	5,0 mg	89,58
26	Glu1	0,125	0,048 g olja	7,0 mg	85,42
27	Glu1	0,062 5	0,048 g olja	7,0 mg	85,42
28	Glu1	0,031 25	0,048 g olja	13,0 mg	72,92
29	Glu1	0,156 25	0,048 g olja	16,0 mg	66,67

30	Glu1	0,078 13	0,048 g olja	17,0 mg	64,58
31	Glu1	0,039 06	0,048 g olja	19,0 mg	60,42
32	inget/kontroll	0 / rent vatte n	0,048 g olja	37,0 mg	22,92
BÄRKAPACITET					
33	Glu1	0,5	0,0475 g olja	4,0 mg	91,58
			0,006 g NaCl		
34	Glu1	0,5	0,760 g olja	87,0 mg	88,55
			0,006 g NaCl		
35	Glu1	0,5	0,500 g olja	89,0 mg	82,20
			0,006 g NaCl		
36	Glu1	0,5	0,095 g olja	8,0 mg	91,58
			0,006 g NaCl		
37	Glu1	0,5	0,667 g olja	102,5 mg	84,63
			0,006 g NaCl		
38	Glu1	0,5	0,333 g olja	62,0 mg	81,38
			0,006 g NaCl		
EFFEKT AV SALT KONCENTRATION					
39	Glu1	0,5	0,048 g olja	5,0 mg	89,58
			0,012 g NaCl		
40	Glu1	0,5	0,048 g olja	5,0 mg	89,58
			0,020 g NaCl		
41	Glu1	0,5	0,048 g olja	5,0 mg	89,58
			0,030 g NaCl		
42	Glu1	0,5	0,048 g olja	5,0 mg	89,58
			0,040 g NaCl		
43	Glu1	0,5	0,048 g olja	5,0 mg	89,58
			0,050 g NaCl		
44	Glu1	0,5	0,048 g olja	5,0 mg	89,58
			0,006 g CaCO ₃		
45	Glu1	0,5	0,048 g olja	5,0 mg	89,58
			0,001 g CaCO ₃		
			0,003 g Mg(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O		
46	Glu1	0,5	0,048 g olja	5,0 mg	89,58
			0,030 g NaCl		
			0,0014 g LiOH		
47	Glu1	0,5	0,048 g olja	5,0 mg	89,58

			0,030 g NaCl		
			0,001 g CaCO ₃		
YTTERLIGARE INFORMATIVE PROVER					
48	Glu1	0,5	0,333 g olja	0,029	91,29
			0,006 g NaCl		
49	Glu1	0,5	0,048 g olja	0,0005	98,96
			0,050 g NaCl		
50	Glu1	0,5	0,048 g olja	0,005	89,58
			0,060 g NaCl		
51	Glu1	0,5	0,048 g olja	0,005	89,58
			0,100 g NaCl		
52	Glu1	0,5	0,048 g olja	0,005	89,58
			0,200 g NaCl		
53	Glu1	0,5	0,048 g olja	0,008	83,33
			0,300 g NaCl		

Resultat

[0066] Saltproverna visar bevisligen att typ av salt (mono- eller divalent katjon) inte påverkar graden av oljeutvinning i proverna. Teknologin för EOR fungerar likväl i hårt som mjukt vatten.

[0067] Dessutom, i intervallet 0,5-20 viktvolymprocent salt i provet, är utvinningsgraden av olja via tensiden praktiskt taget oförändrad kring 90 %, i tvär kontrast med alla andra jämförda kommersiellt tillgängliga tensider. Upprepade prover gav samma resultat.

[0068] Tillsatsen av mycket små mängder av LiOH eller NaOH ökar uppenbart på utvinningshastigheten vid rumstemperatur även om total utvinningsgrad reduceras något. Dock föreligger sådan reducerad utvinningsgrad inte vid högre temperatur och tillsatser är därmed möjliga i oljekällor.

[0069] Olja, antingen smetad på en plastyta eller blandad med fin, ren sand, utvinns lika effektivt.

[0070] Oljeutvinning – av olja inblandad i salt, grov sand – åstadkommes mycket effektivt genom att först hälla på tensidlösningen och sedan tillsätta mycket små mängder av LiOH eller NaOH. Tillsatsen av sådan bas underlättar utvinnandet ur "fastnade" områden.

[0071] När lösningen upphettas bildar oljan en makroemulsion i tensidlösningen, och separerar ut nästan fullständigt då lösningen svalnat till rumstemperatur.

[0072] Tensidlösningen skummar lätt, men detta reduceras när lösningen kommer i kontakt med råolja.

[0073] Prover #41 och #46 (båda med salt, men utan och med LiOH) gav identiska resultat – tillsatsen av LiOH har ingen påverkan på slutresultatet av EOR, men antas initialt öka utvinningshastigheten vid rumstemperatur med priset av ett lägre totalt utbyte. Tillsats av mycket små mängder av LiOH eller NaOH ökar alltså uppenbarligen utvinningshastigheten vid rumstemperatur även om total mängd utvunnen olja är något lägre. Någon sådan effektsänkning föreligger dock inte vid högre temperaturer varför dylika tillsatser väl kan nyttjas i verkliga oljekällor.

[0074] Alla prover bildar en svart-aktig makroemulsion när dessa upphettas och skakas milt – detta simulerar turbulent flöde vid utvinningen ur en oljekälla (uppvärmning och spolning), varför testerna ger en inledande bild av verkliga betingelser.

Jämförande försök

[0075] Den mest effektiva lösningen förmådde utvinna upp till 98 % av råoljan i provet, i jämförelse med rent vatten som endast förmår utvinna upp till 23 % (= det bästa resultatet vid sekundär oljeutvinning). Andra tensider testades som referens, såsom den non-joniska tensiden, en amid av 2-deoxy-2-amino-D-

glucose och dehydroabietic acid, och den kända katjoniska tensiden, N-dodecyl ammonium hydrochloride, vilka gav utvinningsresultat likvärdiga eller sämre än rent vatten ($\leq 23\%$) med ovanstående experimentella uppställning.

- - -