

Винахід відноситься до нафтогазової промисловості. конкретно до складів зворотної емульсії, що може бути використана для кислотного обробітку призабійної зони нафтового або газового пласту, у вигляді карбонатного колектора, як рідини перфорації або рідини для проведення гідравлічного розриву пласту.

Відома гідрофобна зворотна емульсія для обробітку карбонатного пласту за а. с. СРСР № 1 480 415, кл. Е 21 В 43/27, 1987, що містить, об. %:

газовий конденсат або	
дизельне паливо	16-17
складний моноефір	
триетаноламіна і	
дистильованої таллової	
олії	3-4
розчин соляної кислоти	
(15%-ний)	решта.

Дана емульсія при 20°C має діапазон умовної в'язкості 205-1186, період стабільності при 20-80°C більш 5 год 15 хв. відповідно. При 65°C активна реакція емульсії з карбонатами відбувається після 3-х годинного контактування з мармуровим зразком.

Відповідно до лабораторних даних по конкретному прикладі зворотної емульсії, склад, що містить, об. %:

дизельне паливо	16,5
складний моноефір	
триетаноламіну та	
дистильованої таллової	
олії (емульгал)	3,5
розчин соляної кислоти	
(15%-ний)	80

має при 20°C ефективну в'язкість 324,04 МПа с при градієнті зсуву 437,4 с<sup>-1</sup> і швидкість реакції зі зразком мармуру за 6 год - 31,34 г/м<sup>2</sup> • год. При 90°C емульсія в контакт з зразком мармуру розкладається через 15 хв. Швидкість реакції з мармуром цього складу за перші 30 хв. становить 7882,13г/м<sup>2</sup> год.

Відома також зворотна емульсія для обробітку карбонатного пласту, по а. с. СРСР № 1 345 702, кл. Е 21 В 43/27.1985, що містить, об. %:

дизельне паливо або нафта	37,5-58,5
соляна кислота (12-18-на)	40,0-60,0
окислений петролатум	1,5-2,5

Зворотна емульсія при 20°C має значення умовної в'язкості 140-1100 із. електростабільності -100-200 В і цілком розчиняє карбонатну породу за 24 ч.

Відповідно до лабораторних даних по конкретному прикладі зворотної емульсії склад, що містить, об. %;

нафта	48
соляна кислота (15%-на)	50
окислений петролатум	2

має при 20°C ефективну в'язкість 113,56 МПа • с при градієнті зсуву 437,4 с<sup>-1</sup> швидкість реакції зі зразком мармуру 7,98 г/м<sup>2</sup> • год. При 90°C емульсія в контакт з мармуром розкладається через 20 хв.

Швидкість реакції з мармуром такого складу за перші 20 хв. складає 2499,40 г/м<sup>2</sup> • год.

Недоліком даної емульсії є низька експлуатаційна стійкість при підвищеній температурі, що не дозволяє їй проникати в глиб пласту на значну відстань від стовбура свердловини, а також висока швидкість реакції з карбонатною породою при підвищеній температурі, що призводить до швидкої нейтралізації кислотного розчину безпосередньо в зоні свердловини.

Причиною, що перешкоджає одержанню очікуваного технічного результату, є зниження технологічних властивостей емульсії при використанні у свердловинах із підвищеною забійною температурою.

Задачею, поставленою при створенні винаходу, є, у зворотній емульсії для обробітку карбонатного пласту, шляхом зміни якісних і кількісних показників інгредієнтів складу, поліпшення технологічних властивостей емульсії при підвищених температурах, за рахунок збільшення експлуатаційної стійкості і зниження швидкості реакції з карбонатами.

Поставлена задача вирішується тим, що зворотна емульсія для обробітку карбонатного пласту, що містить вуглеводневу рідину, 12-18% -ну соляну кислоту та емульгатор, згідно з винаходом, як емульгатор використаний 50%-ний вуглеводневий розчин пека таллової олії (тарин), при наступному складі інгредієнтів, об. %:

вуглеводнева рідина	44-58
соляна кислота	40-50
емульгатор	- 2-6.

У якості нафти використовують низьков'язкі товарні нафти родовищ України.

Тарин являє собою 50%-ний розчин пека таллової олії в суміші гасу і каталізатору риформінгу нафти і виробляється за ТУ 38 201425-84 Дрогобицьким нафтопереробним заводом.

Пек таллової олії являє собою Відхід ректифікації таллової олії з кислотним числом 36-44 мг КІН/р, числом омилення 75-117 мг КІН/г і містить у своєму складі, мас. %: смоляні кислоти 15,9-21,6; жирні кислоти 27,3-38,2; окислені та неомилюємі речовини - решта.

Нижньою межею використовуюваного розчину соляної кислоти в складі емульсії є 12% при мінімальному об'ємному вмісті 40%, а верхньою - 18% при максимальному об'ємному вмісті 60%. Використання розчину соляної кислоти менше 12% знижує вміст 100% НСІ при несуттєвому зниженні швидкості реакції з мармуром і ідентичному терміні руйнації емульсії, а застосування розчину НСІ більш 18% істотно збільшує швидкість реакції емульсії з мармуром.

Зворотну емульсію готують шляхом введення в вуглеводневу рідину при постійному перемішуванні емульгатора, а потім поступово Додають розчин соляної кислоти. Після закінчення введення кислотного розчину інтенсивно перемішують компоненти до утворення емульсії. Процес готування зворотної емульсії в промислових умовах здійснюють на стаціонарних установках по готуванню зворотних емульсій або безпосередньо на свердловині з використанням цементувального агрегату ЦА-320 і диспергатора.

Приклад. До  $280 \text{ см}^3$  нафти, наливої в пластмасову склянку, при кімнатній температурі і постійному перемішуванні на змішувачі з частотою обертання вала мішалки  $3 \times 10^9 \text{ хв}^{-1}$  доливають  $20 \text{ см}^3$  емульгатора і перемішують 1 хв.; а потім протягом 1 хв. доливають  $200 \text{ см}^3$  12%-ної соляної кислоти. Отриману емульсію перемішують ще 10 хв., після чого прохолоджують до  $20^\circ\text{C}$ , поділяють на 5 рівних частин і піддають випробуванням.

Ефективну в'язкість емульсії при  $20^\circ\text{C}$  визначають на ротаційному віскозиметрі Rheotest-2 при градієнті зсуву  $437,4 \text{ с}^{-1}$  як добуток двох постійних приладу на величину значень, отриманих на шкалі приладу.

Для оцінки швидкості реакції емульсії зі зразками мармуру  $100 \text{ см}^3$  емульсії наливають у скляну склянку ємністю  $200 \text{ см}^3$ , поміщують у термостат - гліцеринову лазню і нагрівають емульсію до  $80 \pm 10^\circ\text{C}$ . Потім до неї вносять зразки мармуру масою, що представляють собою кубики з загальною площею поверхні  $7 \pm 0,2 \text{ см}^2$ . Час реакції спостерігають на секундомірі. Температуру усередині емульсії контролюють ртутним термометром. Емульсію періодично (через 3-5хв.) перемішують скляною паличкою для імітації її руху по пласті. Після витримки зразків мармуру в контакті з емульсією 30-240 хв. (або до початку поділу емульсії на фази) їх виймають, промивають водою, ацетоном і сушать у шафі при  $105^\circ\text{C}$  до отримання постійної маси. Зважування зразків мармуру до і після реакції проводять на аналітичних вагах із точністю  $10 \text{ г}^{-2}$ .

Для кожного разу реагування емульсії зі зразками мармуру використовують нову порцію емульсії і кубики мармуру.

Руйнацію емульсії контролюють візуально по початкові відділення вільного об'єму розчину соляної кислоти в нижній частині склянки і започаткування бурхливого виділення вуглекислого газу. Швидкість розраховують за формулою:

$$V = (m - m_1) : S \tau \quad (\text{г/м}^2 \cdot \text{год}).$$

Приклади 2-14 проводять аналогічно прикладові 1 із зміною лише самих компонентів і їх кількості.

Склади зворотних емульсій і їх властивості. по прикладах, подані в таблиці. Як впливає з даних таблиці, у складі емульсій найбільш ефективними є концентраційні межі емульгаторів 2-6 об. %. При зниженні концентрації емульгаторів менше 2 об. % емульсія розкладається через 120 хв., а швидкість її реакції з мармуром збільшується. Збільшення концентрації даних емульгаторів понад 6 об. % не змінює властивостей емульсії та економічно не є вигідним. Зниження об'ємного вмісту соляної кислоти в емульсії і сполучене з ним збільшення концентрації нафти є технологічно не вигідним, а зріст вмісту кислотного розчину більш 50 об. % призводить до передчасного розкладення емульсії.

Дана зворотна емульсія в порівнянні з прототипом дозволяє підвищити її експлуатаційну стійкість при  $80^\circ\text{C}$  у 6-9 разів і знизити швидкість реакції з карбонатами.

За період цілісного існування при  $80^\circ\text{C}$  протягом 120 - 180 хв. і більше емульсія може бути доставлена в глиб пласту на необхідну відстань від стовбура свердловини при зберіганні кислотного розчину в активному стані. Це збільшує ефект кислотного обробітку і сполучення стовбура свердловини з віддаленою частиною пласту,

Ефект підвищення стабільності зворотної емульсії і зниження швидкості її реакції з карбонатами при температурі до  $80^\circ\text{C}$  досягається утворенням міцного абсорбційного пласту навколо глобул кислотної фази. Таке «бронювання» кислотної фази усередині емульсії повідомляє їй підвищену стабільність і сприяє повільній дифузії соляної кислоти до поверхні контакту з карбонатною породою. У результаті реакції кислотного розчину з карбонатами утвориться розчин хлористого кальцію, концентрація якого зростає в часі. Цим пояснюється зниження швидкості реакції з карбонатами в часі.

Приклад. На свердловині, що експлуатує карбонатний колектор із перфорованою товщиною продуктивного горизонту  $H = 10 \text{ м}$ , проводять підготовчі роботи, спускають колону труб до інтервалу перфорації і закачують зворотну емульсію при тискові, що не перевищує тиск опресовки колони, і далі продавляють нафтою або водою в об'ємі колони труб.

Емульсію закачують у пласт на діаметр  $D$ , що перевищує радіус погіршеної проникності при-вибійної зони пласту, який визначають перед проведенням обробітку по кривим відновлення тиску. З даного діаметра закачки емульсії і перфорованої товщини пласту визначають її об'єм за формулою:

$$V = 0,785 m \cdot D^2 H,$$

де  $m$  - усереднена пористість колектора.

При  $m = 15,0\%$  і заданій глибині обробітку  $5 \text{ м}$  потрібно закачати біля  $3 \text{ м}^3$  емульсії на  $1 \text{ м}$  ефективної товщини пласту.

Використання винаходу призводить до поліпшення технологічних властивостей емульсії при підвищених температурах за рахунок збільшення експлуатаційної стійкості і зниження швидкості реакції з карбонатами.

При- клад	Склад емульсії					Властивості емульсії			
	вуглеводнева рідина		тарин	розчин соляної к-ти		Ефективна в'язкість емульсії, мПа·с	Швидкість реакції з мармуром при 80°C чере час, хв.		
	Вид	об. %	об. %	об. %	концент рація, %		30	120	240
1.	нафта	56	4	40	12	49,5	193,5	360,1	руйнуван ня
2.	дизельне пальне	44	6	50	18	139,4	167,94	554,91	руйнуван ня
3.	дистилат	45,5	4,5	50	15	40,1	171,20	300,56	руйнуван ня
4.	дизельне пальне	45	5	50	12	148,9	500,23	899,0	руйнуван ня
5.	нафта	55	5	40	18	58,2	222,14	488,12	руйнуван ня
6.	нафта	45	5	50	18	299,3	494,76	808,84	руйнуван ня
7.	нафта	56	4	40	18	47,2	347,54	845,28	руйнуван ня
8.	нафта	48	2	50	12	240,3	488,31	628,0	руйнуван ня
9.	нафта	58	2	40	12	42,7	413,26	руйнуван - ня	
10.	дизельне пальне	43	7	50	18	190,4	189,02	545,10	руйнуван ня
11.	нафта	44	6	50	18	400,9	594,09	руйнуван - ня	
12.	нафта	54	6	40	18	38,1	756,05	руйнуван - ня	
13.	нафта	55	5	40	10	48,2	170,14	236,0	руйнуван ня
14.	дизельне пальне	44	6	50	20	155,3	222,12	734,21	руйнуван ня
Відомі емульсії									
Эмуль- тал	дизельне пальне	16,5	3,5	80,0	15,0	324,0	6962,9	руйнуван - ня	
Амідні кислоти галоїдової олії	нафта	47,75	2,25	50,0	15,0	23,5	1657,4	руйнуван - ня	