



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 99048

(13) C2

(51) МПК

E21B 43/18 (2006.01)

E21B 43/26 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

(21)	Номер заявки:	а 2011 03303	(73)	Власник(и): Щербина Каріна Григорівна , вул. Данилевського, 32, кв. 20, м. Харків, 61050 (UA), Строгий Євген Миколайович , вул. Астрономічна, 35-И, кв. 287, м. Харків, 61118 (UA)
(22)	Дата подання заявки:	21.03.2011	(74)	Представник: Лерантович Еліна Томашівна , реєстр. №285
(24)	Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.07.2012	(56)	Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 49385 A, 16.09.2002 UA 32018 U, 25.03.2008 UA 46425 A, 15.05.2002 UA 88393 C2, 12.10.2009 RU 2153065 C1, 20.07.2000 US 6488086 B1, 03.12.2002 RU 2320862 C2, 27.03.2008 US 4662451 A, 05.05.1987
(41)	Публікація відомостей про заявку:	10.08.2011, Бюл.№ 15		
(46)	Публікація відомостей про видачу патенту:	10.07.2012, Бюл.№ 13		
(72)	Винахідник(и): Щербина Каріна Григорівна (UA), Строгий Євген Миколайович (UA)			

(54) СПОСІБ ЗБІЛЬШЕННЯ ДОВЖИНИ ПЕРФОРАЦІЙНИХ КАНАЛІВ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА**(57) Реферат:**

Спосіб збільшення довжини перфораційних каналів продуктивного містить обробку перфораційних каналів струменем газу і конденсованої рідини, утворених в процесі керованої термохімічної реакції під тиском в перфораційній зоні обсадної колони свердловини між водою і гідрореагуючим складом (ГРС) в суспензії. Суспензію доставляють на вибір в буферній рідині хлорпохідних вуглецю пошаровим продавленням. Суспензія містить складні ефіри технічної нітроцелюлози типу піроксиліну, колоксиліну тощо при об'ємному співвідношенні ГРС : ефір : буфер = (1,0:1,2) : (1,0-3,8) : (0,7 - 2,5) відповідно.

UA 99048 C2

Винахід належить до нафтогазодобувної промисловості і може бути використаний при розробці нафтових, газових і газоконденсатних родовищ для збільшення ефективності освоєння нових свердловин і підвищення продуктивності експлуатаційних. Винахід можна також застосовувати з метою додаткового тріщиноутворення та збільшення відтоку метану у свердловинах вугільних родовищ, які створено для отримання газу, з метою подальшого покращення безпеки праці на вугільних шахтах. Винахід ефективно може діяти для ще більшого покращення роботи свердловин після гідророзриву пласта. При застосуванні способу можна також вирішувати проблему утилізації порошу та боєприпасів.

Відомий спосіб збільшення довжини перфораційних каналів продуктивного пласта (патент України №49385 А, Е21В43/00, Е21В43/18, Е21В43/26, публ. 16.09.2002, Бюл. № 9). Спосіб здійснюється шляхом організації дискретно-імпульсної подачі у пласт під тиском хімічно активного високотемпературного газорідного струменя, що містить легкопроникний газ - водень і лужний розчин з абразивною домішкою. Струмінь робочої рідини генерується при взаємодії гідрореагуючого складу (ГРС) з водою при масовому співвідношенні ГРС: $H_2O=1,0:1,0-1,0:4,5$, відповідно в багатокамерному замкненому об'ємі, верхня камера якого містить хімічну пальну суміш - ГРС, а нижня заповнена водою. Як гідрореагуючий склад використовують алюмогідрид лужного металу (літію, і/або натрію, і/або калію), або суміш гідридів лужного металу з алюмінієм в еквівалентних алюмогідриду співвідношеннях. Багатокамерний замкнений об'єм на каротажному кабелі доставляють в зону перфорації свердловини після підняття насосно-компресорних труб (НКТ) на поверхню. Процесом керують за допомогою електричного імпульсу, що подається по кабелю. Реакція відбувається з виділенням тепла, газоподібних і конденсованих продуктів, що утворюють тиск (Р) на всі напрямки з середини ємності.

Головний недолік способу - це низька ефективність процесу. Потужність струменя залежить як від природи, так і від кількості реагентів, що завантажують у камери, місткість яких дуже обмежена багатокамерним замкненням об'ємом. Крім того здійснення процесу потребує виконання складних операцій.

Найбільш близьким по сукупності ознак та технічному результату є спосіб збільшення довжини перфораційних каналів продуктивного пласта (Патент на корисну модель № 31028 U, публ. 25.03.2008, Бюл. №6), згідно з яким струмінь хімічно активних компонентів безпосередньо генерується в об'ємі перфораційної зони обсадної колони свердловини, де ГРС під силою тяжіння випадає з інертної рідини і з'єднується з водою після доставки в зону обробки свердловини шляхом закачування через насосно-компресорні труби, при цьому в як інертну рідини використовують хлорпохідні вуглецю, наприклад тетрахлорметан, при об'ємному співвідношенні ГРС: буфер = 1: (0,6-2,0) відповідно.

Закачування реагентів через НКТ - стандартна операція, що виконується при експлуатації родовища, вона не потребує додаткового обладнання, та великих трудових затрат, виконується бригадою, що обслуговує свердловину. Кількість реагентів, що закачують у зону обробки, залежить від об'єму перфораційної зони обсадної колони свердловини, один погонний метр якої буде мати місткість завжди більше, ніж будь яка ємність-капсула, яка розміщена в ній. Відповідно кількість газу, що генерується при такому способі, збільшиться, а його енергія повністю використовується на обробку пласта. Термохімічна реакція гідрореагуючого складу з водою відбувається імпульсно, бо поверхня ГРС змінюється. Але збільшення довжини перфораційних каналів відбувається не тільки за рахунок механічної дискретно - імпульсної подачі енергії на продуктивний пласт, але і за рахунок високої проникаючої спроможності водню в будь-яке (навіть достатньо щільне) середовище, а також завдяки хімічній активності всіх складових. Луги, що утворюються під час реакції, частково розчиняють глини, алевроліти, пісковики, збільшуючи проникність порід, та впливають на флюїд (його парафінові складові), тому ефективність способу буде підвищена в порівнянні з аналогом.

Недоліком способу є недостатня ефективність процесу збільшення довжини перфораційних каналів, тому що ресурси підвищення балістичної сили хімічної системи повністю реалізовані в реакції ГРС з водою. Крім того хімічні сполуки, що утворюються, мають обмежену дію на окремі складові породи, які містять карбонати кальцію та магнію, тому що РН середовища залишається лужним на всьому протязі термохімічної обробки привибійної зони пласта.

В основу винаходу поставлена задача удосконалити спосіб збільшення довжини перфораційних каналів продуктивного пласта з наступною інтенсифікацією припливу вуглеводнів шляхом обробки перфораційних каналів струменем газу і конденсованої рідини щоб забезпечити високий термодинамічний потенціал утворених газорідних компонентів, які через перфораційні отвори впливають на пласт, забезпечуючи механічну і хімічну обробку породи, подовжуючи і розгалужуючи канали перфорації.

Поставлена задача вирішується так. Обробку перфораційних каналів проводять струменем газу і конденсованої рідини, утворених в процесі керованої термохімічної реакції під тиском в перфораційній зоні обсадної колони свердловини між водою і гідрореагуючим складом (ГРС) в суспензії, яку доставляють на вибір в буферній рідині хлорпохідних вуглецю пошаровим продавленням, при цьому суспензія містить складні ефіри технічної нітроцелюлози типу піроксиліну, колоксиліну тощо при об'ємному співвідношенні ГРС: ефір: буфер = (1,0: 1,2): (1,0-3,8): (0,7-2,5) відповідно. При цьому буфер необхідний для тимчасового захисту від води тільки гідрореагуючого складу. Нітроефіри такого захисту не вимагають.

Екзотермічні реакції між ГРС і водою з виділенням водню сприяють обезводненню сполук нітроцелюлози та їх розкладанню. Продуктами реакції є оксиди вуглецю (CO, CO₂), азот (N₂) і його оксиди (NO, NO₂, N₂O₃, N₂O₅). Більшість оксидів, створюють в пласті кисле середовище. Воно ефективно впливає на карбонатні включення і породу, яка містить з'єднання основного характеру, типу CaO і MgO.

Задача вирішується також тим, що з появою в газовій фазі зазначених вище сполук у обсадної колони свердловини реалізується закон "оптимізації метання системою двох газів": Відомо, якщо попереду йде легкий газ (у нас водень), а за ним важкий (у нас азот, оксиди вуглецю і азоту), то швидкість руху і потік газу у стільки разів більше, у скільки важкий газ важче першого. Експериментально доведено, що при використанні нітроефірів (типу колокселіну і піроксиліну) у композиції з ГРС для обробки пласта потік газу і швидкість його руху значно збільшується, при цьому довжина перфораційних каналів збільшується на 26-35 % в порівнянні з найближчим аналогом.

Компоненти трьохскладової системи - ГРС: H₂O: ефір починають реагувати між собою тільки коли вони з'єднуються між собою на вибої свердловини. Тільки взаємодія ГРС з водою при співвідношенні компонентів при об'ємному співвідношенні ГРС: ефір: буфер = (1,0: 1,2): (1,0-3,8): (0,7-2,0) відповідно, дозволяє досягти температур необхідних для запалення відносно інертного ефіру технічної нітроцелюлози типу піроксиліну, колоксиліну тощо. Зменшення або збільшення концентрації ГРС або нітроефіру за межі співвідношень, що заявляються, значно знижує працездатність системи, при цьому довжина перфораційних каналів залишається в межах найближчого аналога або стає ще меншою.

Найголовнішим показником працездатності паливної та вибухової системи є балістична сила складу (F), розрахунок якої виконували за формулою:

$$F=R \cdot M \cdot T, \text{ де}$$

R - універсальна газова постійна, рівна 8.314 КДж / моль;

M - число молей, отримане при згоранні системи;

T - адіабатична температура згорання, K.

Термодинамічні розрахунки виконували на ЕОМ з використанням пакету прикладних програм "Сапр-Плазма" в ізохорно-ізотермічному режимі. Приклад:

У таблиці наведена залежність параметрів продуктів згорання 50 %-ного водного розчину піроксиліну від вмісту ГРС (режим розрахунку: TV=const.)

Таблиця

ГРС	P, МПа	T, К	μ	M	Рівноважний склад робочого тіла, мас. %							F: 10 ⁵	Кф
					H ₂	N ₂	NH ₃	CO	CO ₂	H ₂ O	CH ₄		
0	262	482	21,2	47,0	-	17,24	-	-	15,47	66,18	1,09	1,88	-
10	552	1133	20,2	43,0	0,94	15,17	0,46	0,34	6,42	44,10	1,88	4,05	20,4
30	720	1904	24,6	40,6	3,22	11,52	0,68	4,55	2,04	23,07	1,30	6,42	53,5

Згідно розрахунків балістична сила складу, яку використовують згідно прототипу, знаходиться в межах 2,0-3,7·10⁵ м²/с².

F - системи, що заявляється, становить 4,3-6,7·10⁵ м²/с².

Дослідження показали, що при згоранні ГРС в суміші з водним розчином технічної нітроцелюлози конденсовані продукти реакції на 85 % складаються з часток розміром 5-10мкм. Вимірювання проводили під растровим електронним мікроскопом РЕМН-2УЧ.1 в режимі, що відбиває електрони. Такий розмір частинок сприяє зниженню критичного діаметра хвилі горіння газової фази (здатності поширюватися по вузьким каналам).

В процесі горіння системи першим в пласт іде водень, проникливі можливості якого найбільші. Він виділяється з води за допомогою ГРС (алюмогідридів та гідридів натрію). Водень є носієм конденсованих продуктів згорання, які мають лужний характер і впливають на теригенні породи, розчиняють аморфні форми пісковиків, глин та алевролітів.

Газоподібні продукти, що виділяються з нітроцелюлози, утворюють кисле середовище, вони впливають на карбонатні включення і розчиняють породи, що містять оксидні сполуки кальцію та магнію.

Такий подвійний вплив сприяє ефективному розширенню мікротріщин і пор, збільшуючи проникність пластової породи у привибійній зоні свердловини.

Продукти реакції прототипу мають обмежену дію.

При щільних колекторах, створених малопроникними породами використовуються розроблені хімічні системи з підвищеним вмістом ГРС, наприклад, при співвідношенні ГРС: ефір: буфер = 1,0: 1,0: 0,7. Висока проникна здатність водню і його взаємодія з високомолекулярними компонентами флюїду забезпечує їх розкладання з поглинанням водню пластом і підвищенням його проникності та ефективності притоку вуглеводневої сировини.

У породах, де є необхідність випалювати органічну фазу (гудрон, парафін, асфальтени), необхідно створювати підвищений вміст окислювачів, що містять кисень. Тоді склад хімічної системи змінюється на користь збільшення вмісту нітроцелюлози, наприклад,

ГРС: ефір: буфер = 1,0: 3,8: 2,0.

Відмінні ознаки способу є загальними необхідними і достатніми для досягнення необхідного результату та вирішення поставленої задачі.

Спосіб здійснюють наступним чином. Через насосно-компресорні труби закачують попередньо виготовлену робочу суміш у вигляді суспензії буфера зі зваженими твердими частками гідрореагуючого складу з подрібненою нітроцелюлозою (у вигляді піроксиліну, колоксиліну тощо).

Для подрібнення застосовувалися механічні пристрої, що перетворюють колоксилінові і піроксилінові порохи у дрібну стружку. При цьому вибрані компоненти суміші: буфера, суспензії ГРС і нітроефіру не реагують між собою. Шар суспензії продавляють за допомогою водяної помпи в попередньо обводнену зону перфорації продуктивного пласта. Вода, що нагнітається по насосно-компресорним трубам, впливає на суспензію за принципом поршня тиску, додатково стискаючи робочий склад стовпом рідини. Оскільки об'ємна густина суспензії перевищує густину обводненого шару свердловини, то суспензія ГРС з нітроефіром опускається в обводнений шар зони перфорації, де починаються реакції генерування теплової енергії, носієм якої становляться гази та конденсована фаза, що утворюються. Горюча суміш продуктів реакції, що діє під тиском, створює в породі незворотні фізико-хімічні перетворення, які сприяють збільшенню перфораційних каналів пласта та викликають порушення статичної рівноваги між породою і пластовим флюїдом. В об'ємі продуктивного пласта виникає бурхливе дифузійне переміщення та масоперенос пластового флюїду з виносом його на поверхню.

Приклад конкретного виконання (взято умови здійснення відомого технічного рішення – найближчого аналога).

Продуктивний пласт та зона перфорації – 1 м.

Внутрішній діаметр обсадної колони свердловини в зоні перфорації - 146 мм. Тоді загальний об'єм для розміщення реагентів складає 16,7 дм³. В буферній рідині хлорпохідних вуглецю пошаровим продавленням доставляють суспензію, яка містить складний ефір технічної нітроцелюлози - колоксилін (щільність 1,58 г/см³), ГРС - алюмогідрид натрію (щільність 1,28 г/см³), буфер - тетрахлорметан (щільність 1,6 г/см³) при об'ємному співвідношенні ГРС: колоксилін: буфер = 1:1:0,7 відповідно. Тоді зона перфорації вмістить, дм³: 4,51 ГРС; 4,51 колоксиліну; 3,17 тетрахлорметану; 4,51 води.

Балістична сила цієї хімічної системи 6,71·10⁵ м²/с².

Відповідно до найближчого аналогу реакція алюмогідриду натрію з рівною частиною води при об'ємному співвідношенні:

ГРС: буфер: вода = 1:0,7:1 забезпечує балістичну силу порошу рівну тільки 2,7·10⁵ м²/с².

Таким чином спосіб збільшення довжини перфораційних каналів продуктивного пласта, що заявляється, забезпечує високий термодинамічний потенціал утворених газорідних компонентів, які через перфораційні отвори впливають на пласт, забезпечуючи механічну і хімічну обробку породи, подовжуючи і розгалужуючи канали перфорації.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб збільшення довжини перфораційних каналів продуктивного пласта шляхом обробки перфораційних каналів струменем газу і конденсованої рідини, утворених в процесі керованої термохімічної реакції під тиском в перфораційній зоні обсадної колони свердловини між водою і гідрореагуючим складом (ГРС) в суспензії, яку доставляють на вибій в буферній рідині хлорпохідних вуглецю пошаровим продавленням, який **відрізняється** тим, що суспензія містить

складні ефіри технічної нітроцелюлози типу піроксиліну, колоксиліну тощо при об'ємному співвідношенні ГРС : ефір : буфер = (1,0:1,2) : (1,0-3,8) : (0,7 - 2,5) відповідно.

Комп'ютерна верстка Л.Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601