



УКРАЇНА

(19) UA (11) 19472 (13) U
(51) МПК
E21B 43/27 (2006.01)
E21B 43/24 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ТЕРМОКИСЛОТНОЇ ОБРОБКИ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА

1

2

(21) u200607137

(22) 26.06.2006

(24) 15.12.2006

(46) 15.12.2006, Бюл. №12, 2006р.

(72) Акульшин Олександр Олексійович, Гаджун Павло Васильович, Петриняк Володимир Андрійович, Пилипець Андрій Іванович, Немировська Людмила Володимирівна, Дирів Іван Петрович, Ровенчак Володимир Адамович

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "УКРНАФТА"

(57) 1. Спосіб термокислотної обробки продуктивного пласта, що включає нагнітання у пласт розчину нітриту натрію або калію, або літію, або амонію, вуглеводневої суспензії карбаміду і кислотного розчину, який **відрізняється** тим, що у пласт послідовно нагнітають водний розчин нітриту натрію або калію, або літію, або амонію, до якого додають неіоногенну поверхнево-активну речовину (НПАР), вуглеводневу суспензію азотнокислого карбаміду і кислотний розчин з інгібітором корозії при наступних співвідношеннях компонентів:

водний розчин нітриту натрію або калію, або літію, або амонію, мас. %:

нітрит натрію або калію, або лі-

тію, або амонію

НПАР

25-65

0,1-0,5

вода
вуглеводнева суспензія азотнокислого карбаміду, мас. %:

азотнокислий карбамід

25-65

вуглеводнева рідина

решта,

кислотний розчин, мас. %:

соляна кислота, конц. 27%

60-75

фтористоводнева кислота, конц.

40%

10-15

НПАР

0,1-0,5

інгібітор корозії

2-5

вода

решта,

при цьому співвідношення об'ємів водного розчину нітриту натрію або калію, або літію, або амонію, вуглеводневої суспензії азотнокислого карбаміду і кислотного розчину складають [1:(3-4)]:(2,5-5), а між водним розчином нітриту натрію або калію, або літію, або амонію і вуглеводневою композицією азотнокислого карбаміду та вуглеводневою композицією азотнокислого карбаміду і кислотним розчином нагнітають буферну вуглеводневу рідину об'ємом від 0,3 до 1,5 м³.

2. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що як НПАР використовують савенол, дисольван, жиринокс, неонол, як вуглеводневу рідину - дизельне паливо, гас, конденсат, а як інгібітор корозії - коразол, катапін КИ-1.

Корисна модель відноситься до нафтогазовидобувної промисловості, зокрема до способів обробки привибійної зони продуктивних пластів.

Відомий спосіб термохімічної обробки, який полягає у дії на породи продуктивного пласта гарячою соляною кислотою, що нагрівається на вибої свердловини за рахунок екзотермічної реакції частини кислоти з металічним-магнієм [Логинов Б.Г. и др. Руководство по кислотным обработкам скважин. - М.: Недра, 1966. - С.17-18]. Результатом термохімічної обробки є звільнення поверхні порового простору привибійної зони від парафіносмолистих відкладів, що зменшують фільтрацію пластового флюїду, обмежують взаємодію кислоти

з поверхнею колектора. Збільшується також хімічна активність гарячого розчину кислоти з розчинення карбонатних порід продуктивного пласта.

Недоліком цього способу є додаткове введення солей магнію у пластову воду у привибійній зоні пласта, які особливо легко гідролізуються при підвищених температурах з утворенням нерозчинних у воді гідрооксидів та нерозчинних карбонатів Mg₂(OH)₂CO₃ (при контакті іонів магнію з іонами HCO₃ пластової води). Відбувається повторна коагуляція привибійної зони пласта утвореними осадами.

Відомий спосіб термохімічної обробки пласта [Авторське свідоцтво СРСР №1739014 А1, кл Е 21

(13) U

(11) 19472

(19) UA

В 43/27, 43/24], що включає попереднє змішування азотної кислоти з карбамідом з утворенням осаду - азотнокислого карбаміду. При контакті розчину нітриту натрію з осадом азотнокислого карбаміду останній розкладається з утворенням вихідних реагентів і нітрит натрію вступає в реакцію з азотною кислотою.

Спосіб передбачає послідовне або паралельне нагнітання у пласт водного розчину нітриту натрію та вуглеводневої суспензії азотнокислого карбаміду і ґрунтується на проведенні безпосередньо у привибійній зоні пласта свердловини хімічної екзотермічної реакції між компонентами суміші з виділенням великої кількості тепла.

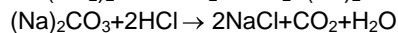
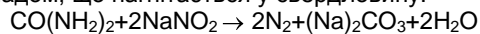
У пласті при контакті суспензії азотнокислого карбаміду з пластовою водою комплексна сполука - азотнокислий карбамід розкладається з утворенням карбаміду та азотної кислоти, яка взаємодіє з нітритом натрію з виділенням тепла, що сприяє розплавленню асфальто-смоло-парафінових відкладів (АСПВ) та зменшенню в'язкості і збільшенню рухливості залишкової нафти у колекторі. Таким чином покращуються фільтраційні властивості привибійної зони продуктивних пластів нафтових свердловин.

Найбільш близьким до способу, що пропонується, є спосіб обробки привибійної зони свердловин хімічними реагентами, спрямований на відновлення фільтраційних характеристик продуктивного пласта у привибійній зоні пласта нагнітальних та видобувних свердловин [Патент Росії №2181832, МПК Е 21 В 43/27, 43/25]. Він полягає у послідовному нагнітанні у свердловину спочатку вуглеводневої суспензії, що містить нітрит натрію (або калію, або кальцію) - 25-30% мас., карбамід (сечовину) 25-30% мас. та дизельне паливо, а потім кислотного поверхнево-активного складу, що містить (% мас.): HCl - 5,0-23,0; HF - 2,0-10,0; розчинник АСПВ - 5,0-25,0; неіоногенну поверхнево-активну речовину (НПАР) - 1,0-5,0; оксиетилендіфосфонову кислоту - 1,0-15,0 та воду - решта.

У способі обробки поєднується термохімічна дія на привибійну зону, направлена на розчинення та видалення АСПВ, з кислотною дією, спрямованою на розчинення утворень, що колюматують привибійну зону. Відбувається диспергування та перехід колюматуючих утворень у водну фазу у виді малов'язкої емульсійно-суспензійної системи прямого типу, що добре фільтрується у водонасичені ділянки пласта та не потребує видалення зі свердловини.

Недоліком цього способу обробки привибійної зони є те, що обидва реагенти, що беруть участь у екзотермічній реакції, є компонентами однієї суспензії, яка нагнітається у свердловину без попереднього відтиснення пластової води, тому контакт суспензії цих реагентів у дизельному пальному з пластовою водою у свердловині може призводити до переходу водорозчинних компонентів термохімічної реакції - карбаміду (сечовини) та нітриту з суспензії в дизельному пальному у водний розчин і протікання екзотермічної реакції ще у стовбурі свердловини.

Недоліком цього способу обробки також є те, що термохімічний вплив реалізується за рахунок протікання екзотермічної реакції карбаміду (сечовини) з нітритом натрію (калію, кальцію) з утворенням азоту та карбонату натрію, водний розчин якого має лужну реакцію і взаємодіє з кислотним складом, що нагнітається у свердловину:



Частина кислотного розчину витрачається на нейтралізацію лужного карбонату, що утворюється внаслідок термохімічної реакції, а не на відновлення проникності привибійної зони.

Використання нітриту кальцію для проведення у пласті термохімічної реакції та наявність плавикової (фтористоводневої - HF) кислоти в кислотному поверхнево-активному складі буде призводити до утворення нерозчинного у воді фториду кальцію, тобто фтористоводнева кислота витрачатиметься не на розчинення силікатних компонентів породи і глинистого цементу та збільшення проникності привибійної зони, а на взаємодію з нітритом кальцію.

Оксиетилендіфосфонову кислоту, яка утворює водорозчинні комплекси з нерозчинними у воді солями катіонів металів другої групи, замість того, щоб сприяти деколюматції привибійної зони пласта, звільненню її від нерозчинних солей, витрачається на запобігання випаданню осаду фториду кальцію та колюматції ним фільтраційних каналів. При недостатніх концентраціях оксиетилендіфосфонової кислоти утворений осад додатково колюматує привибійну зону.

В основу корисної моделі поставлено завдання розробити спосіб обробки продуктивного пласта, який поєднує термохімічний та кислотний впливи застосуванням нових реагентів і технологічних прийомів для досягнення максимальної ефективності, як від підігрівання пласта, направлено на розчинення та видалення нафтової емульсії з привибійної зони продуктивного пласта, так і кислотної дії на колектор з метою збільшення його проникності.

Суть корисної моделі полягає у тому, що у способі термокислотної обробки продуктивного пласта, що включає нагнітання у пласт розчину нітриту натрію, або калію, або літію, або амонію, вуглеводневої суспензії карбаміду і кислотного розчину, у пласт послідовно нагнітають водний розчин нітриту натрію, або калію, або літію, або амонію, до якого додають НПАР, вуглеводневу суспензію азотнокислого карбаміду і кислотний розчин з інгібітором корозії при наступних співвідношеннях компонентів:

- водний розчин нітриту натрію, або калію, або літію, або амонію, мас. %	
нітрит натрію, або калію, або літію, або амонію	25-65,
НПАР	0,1-0,5
вода	решта,
- вуглеводнева суспензія азотнокислого карбаміду: у, мас. %,	
азотнокислий карбамід	25-65,
вуглеводнева рідина	решта,
- кислотний розчин, мас. %,	

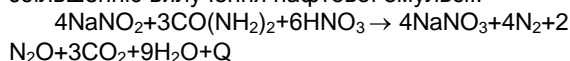
соляна кислота, конц. 27%	60-75,
фтористоводнева кислота, конц. 40%	10-15,
НПАР	0,1-0,5,
інгібітор корозії	2-5,
вода	решта,

при цьому співвідношення об'ємів водного розчину нітриту натрію, або калію, або літію, або амонію, вуглеводневої суспензії азотнокислого карбаміду і кислотного розчину складають [1:(3-4)]:(2,5-5), а між водним розчином нітриту натрію, або калію, або літію, або амонію і вуглеводневою композицією азотнокислого карбаміду та вуглеводневою композицією азотнокислого карбаміду і кислотним розчином нагнітають буферну вуглеводневу рідину об'ємом від 0,3 до 1,5 м³, як НПАР використовують савенол, дисольван, жиринокс, неонол, як вуглеводневу рідину - дизельне паливо, гас, конденсат, а як інгібітор корозії - коразол, катапін КИ-1.

Витрати композиції, у залежності від проникності та нафтонасиченості колектора, можуть змінюватись від 0,5 до 2,5 м³ на 1 м ефективної товщини продуктивного пласта.

Використання способу дозволяє досягнути збільшення фільтраційних властивостей привибійної зони за рахунок відмивання та розчинення залишкової емульсійної нафти та розчинення карбонатних порід пласта і глинистого цементу під час дії кислотного розчину.

Азотнокислий карбамід (NH₂CONH₂·HNO₃) при контакті з пластовою водою розкладається на азотну кислоту та карбамід, які, розчиняючись у воді, взаємодіють з нітритом натрію з виділенням великої кількості тепла та утворенням газоподібних продуктів, які є витісняючими агентами і сприяють збільшенню вилучення нафтової емульсії:



Співвідношення компонентів композиції для обробки привибійної зони розраховано так, що азотнокислий карбамід вводиться у реакційне поле у надлишку. Таким чином, частина азотної кислоти, яка утворюється при розкладенні комплексу азотнокислого карбаміду, витрачається у термохімічній реакції, а частина діє як кислота та окислювач, і особливо активно розчиняє породи пласта у суміші з соляною кислотою (як відомо, азотна і соляна кислота у суміші взаємно підсилюють кислотну дію кожного компоненту). Прогрівання пласта у результаті термохімічної реакції сприяє розчиненню важкорозчинних компонентів у привибійній зоні продуктивного пласта.

Корозійна активність композиції по відношенню до свердловинного обладнання буде мінімальною за рахунок того, що азотна кислота нагнітається у пласт у складі корозійно неактивної комплексної солі - азотнокислого карбаміду і утворюється в пласті при контакті вуглеводневої суспензії азотнокислого карбаміду з пластовою водою, а для зменшення корозійної активності суміші соляної та плавикової кислот в розчин введено інгібітор корозії. Як інгібітор корозії використовують катапін КИ-1, коразол, а як поверхнево-активний компонент для кислотного розчину - савенол, дисольван, жиринокс, неонол, що мають миючий

ефект та покращують контакт кислотного розчину з нафтонасиченим колектором.

Як НПАР для водного розчину нітриту натрію використовують савенол, дисольван, жиринокс, неонол та інші, що ефективно знижують міжфазовий натяг на межі вода-нафта і водний розчин-гідрофобна поверхня, і як наслідок збільшується рухливість залишкових нафтових емульсій.

Азотнокислий карбамід, що не прореагував у термічній реакції має змочуючі властивості і підсилює відмиваючу здатність НПАР.

Нафтові емульсії, які розчиняються під дією тепла, що виділилось у результаті екзотермічної реакції, видаляються з пласта, розчиняючись у вуглеводнях, які є основою суспензії азотнокислого карбаміду, а також нагнітаються у пласт, як буферна вуглеводнева фаза. Застосуванням цього технологічного прийому досягається більш повне вилучення з продуктивних пластів нафтових емульсій, в'язкість яких знижується при підвищенні температури.

Додатковому вилученню залишкової нафтової емульсії і нафти сприяє також насичення пластової води газоподібними продуктами термохімічної реакції. А при розчиненні у пластовій воді двооксиду вуглецю утворюється вугільна кислота, яка також сприяє розчиненню карбонатів з утворенням розчинних у воді гідрокарбонатів.

Суттєвими відмінностями запропонованого способу обробки привибійної зони є:

- комплексність дії на привибійну зону запропонованого способу обробки суттєво розширена.
- відновлення фільтраційних властивостей привибійної зони при видаленні нафтових емульсій за рахунок комплексної дії термохімічного впливу та миючих властивостей композиції, підсилені наявністю змочувача.
- запропонована обробка привибійної зони призводить до збільшення коефіцієнта нафтовилучення з порового колектора внаслідок додаткового його очищення від кольматанта.

Запропонований спосіб доцільно використовувати у видобувних свердловинах нафтових родовищ, продуктивний розріз яких представлено теригенними колекторами, та в яких зниження продуктивності пов'язано зі зниженням фільтраційних властивостей привибійної зони за рахунок утворення нафтової емульсії.

Спосіб реалізується наступним чином.

Водний розчин нітриту натрію (калію, літію, амонію) готують змішуючи нітрит натрію (калію, літію, амонію) з водою та безводною НПАР. Приготування кислотного розчину здійснюють шляхом послідовного додавання до води: НПАР, товарних соляної та фтористоводневої кислот та інгібітора корозії. Розчин транспортують до свердловини в автоцистернах, а кислотний розчин - у спеціальних автоцистернах.

Приготування суспензії азотнокислого карбаміду у вуглеводневій рідині (дизпаливі, гасі або конденсаті) здійснюють в піскозмішувальній установці безпосередньо перед обробкою свердловини шляхом додавання азотнокислого карбаміду до вуглеводневої рідини та старанного перемішування.

Зупиняють свердловину. Обв'язують гирло свердловини з технікою, необхідною для реалізації способу і опресовують комунікації на тиск, що перевищує робочий у 1,5 рази. При відкритому затрубному просторі нагнітають у свердловину по насосно-компресорних трубах (НКТ) послідовно: водний розчин нітриту натрію (калію, літію, амонію) з НПАР, буферну вуглеводневу рідину, суспензію азотнокислого карбаміду у вуглеводневій рідині, буферну вуглеводневу рідину та кислотний розчин.

Після витиснення розчину нітриту натрію у затрубний простір протискують (під тиском, який не перевищує тиск опресування експлуатаційної колони та гирлової арматури), розчин нітриту натрію (калію, літію, амонію) та суспензію азотнокислого карбаміду двома насосними агрегатами одночасно по НКТ та затрубному простору в продуктивні пласти. Закривають затрубний простір та протискують кислотний розчин, що залишився в колоні НКТ протискуючою рідиною - пластовою водою в об'ємі, який дорівнює сумарним об'ємам колони НКТ та експлуатаційної колони в інтервалі перфорації. Зупиняють свердловину на 30 хвилин для реагування і освоюють свердловину методом, який дозволяє протягом короткого часу повністю відібрати продукти реакції із пласта. Після освоєння продовжують експлуатацію свердловини.

Приклад здійснення способу

Для обробки ПЗП запропонованим способом вибрано видобувну свердловину глибиною 2400м, що може розглядатись як типова для нафтового родовища. Продуктивний пласт відкритий перфорацією в інтервалі 2371-2376м. Пластова температура - 65°C. Спосіб експлуатації - глибинонасосний.

Протягом року експлуатації дебіт свердловини зменшився з 21,1т/добу рідини до 7,1т/добу при обводненості продукції 75%. З метою відновлення фільтраційних властивостей привибійної зони та збільшення припливу пластових флюїдів проведення термокислотну обробку продуктивного пласта.

Необхідний об'єм суміші готують з розрахунку витрат композиції 1,5м³ на один метр продуктивного пласта при співвідношенні об'ємів водного розчину нітриту, вуглеводневої суспензії та кислотного розчину відповідно, [1:3,3]:2,5

Попередньо готують 1,2м³ водного розчину нітриту натрію, розчиняючи у 0,60м³ води 0,006м³ дисольвану та 600кг нітриту натрію, а також готують 12,5м³ кислотного розчину, додаючи до 3,5м³ води 12,5кг савенолу, 1,75м³ - 27% соляної кислоти, 1,2м³ - 40% фтористоводневої кислоти та 0,25м³ інгібітора корозол. На свердловині готують 3,8м³ вуглеводневої суспензії азотнокислого карбаміду, перемішуючи 2100кг азотнокислого карбаміду з 1,7м³ вуглеводневої рідини (дизельного палива).

При відкритій затрубній засувці послідовно нагнітають в НКТ 1,2м³ водного розчину нітриту натрію, 0,3м³ буферної вуглеводневої рідини (дизельного палива), 3,8м³ суспензії азотнокислого карбаміду в вуглеводневій рідині (дизельного палива), 0,3м³ буферної вуглеводневої рідини (дизельного палива), 12,5м³ кислотного розчину. Після витиснення розчину нітриту натрію у затрубний простір, насосними агрегатами протискують з НКТ і затрубного простору у пласт розчин нітриту натрію, вуглеводневу суспензію азотнокислого карбаміду і близько 1,6м³ кислотного розчину. Закривають засувку затрубного простору і протискають у пласт ще 10,9м³ кислотного розчину та 7,4м³ пластової води під тиском, що не перевищує тиск опресування експлуатаційної колони та гирлової арматури. Свердловину зупиняють на 30 хвилин для реагування компонентів і освоюють. Після освоєння продовжують експлуатацію свердловини.

Використання запропонованого способу дозволяє покращити фільтраційні властивості привибійної зони свердловини, забезпечити після обробки тривалий ефект (6-8 місяців) підвищеного дебіту свердловини (від 40 до 60%).