



УКРАЇНА

(19) UA (11) 30919 (13) A

(51) 6 E21B43/11, E21B43/263

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИБУХОВОЇ ОБРОБКИ СВЕРДЛОВИН

(21) 98063203

(22) 19.06.1998

(24) 15.12.2000

(33) UA

(46) 15.12.2000, Бюл. № 7, 2000 р.

(72) Войтенко Юрій Іванович, Михалюк Альфред Володимирович, Лігоцький Микола Володимирович, Бульбас Валерій Миколайович, Хотульов Геннадій Петрович, Абрамов Юрій Дмитрович, Гаркот Василь Степанович, Лилак Микола Миколайович

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "УКР-НАФТА"

(57) Спосіб вибухової обробки свердловин, що включає розміщення в свердловині в інтервалі продуктивного пласта розосереджених зарядів вибухових речовин і підривання їх з ультракоротким

уповільненням по відношенню один до одного, який **відрізняється** тим, що послідовно розміщують і підривають не менше двох груп зарядів, при цьому кожен наступну групу розміщують над попередньою на відстані, яка становить $(0...4-6)L_0$, де L_0 - сумарна довжина зарядів попередньої групи, а місце розміщення вибирається з умови найбільшого електроопору породи пласта, заряди в кожній окремій групі та в різних групах формують з вибухових речовин, з різною швидкістю детонації, що має зменшуватись від групи до групи, та різними по масі, яка в кожній групі вибирається з діапазону 1:1 - 10:1, а над (і/або під) зарядами на відстані $(0-1,5)L_0$ встановлюють відбивачі ударних хвиль з демпфуючими елементами.

Винахід відноситься до вибухових робіт в свердловинах і може бути використаний для підвищення проникності привибійних зон свердловин.

Відомий спосіб гідророзриву пласта, що включає спалювання порохового заряду в свердловині, використання екрану, який встановлюють на шляху розповсюдження ударної хвилі, причому відстань від заряду до екрану L і довжина заряду L_0 пов'язані наступними співвідношеннями $L/L_0=1,5-2,5$ (а.с. № 1029673, МПК E21B43/263, 1981).

Недоліком даного способу є його низькі технологічні можливості при використанні вказаного співвідношення в схемі вибухової обробки свердловин. В інтервалі відстаней $L=(0-1,5)L_0$ свердловинна колона буде навантажена небезпечним динамічним навантаженням. Крім того, призначення екрану - не тільки посилення вибухової ударної хвилі із сторони заряду, але й ослаблення її з протилежної сторони (гасіння), а плоский тонкий екран здійснює слабе гасіння вибухової хвилі. Під час вибуху можливе різке переміщення екрану нагору разом з кабелем, що може призвести до заклинення екрану у свердловині і створення аварійної ситуації.

Відомий спосіб утворення тріщин в свердловині, що включає розміщення в свердловині групи з трьох розосереджених зарядів вибухових речовин і підривання їх з мікросекундним уповільненням по відношенню один до одного (US, № 3778366, МПК E21B43/263). Недоліком способу

є те, що в ньому використовується лише ефект руйнування породи тріщинами і не використовується ефект дилатансійного розушлювання породи при суперпозиції хвиль за межами зони радіальних тріщин. Крім того, існує небезпека руйнування свердловинної колони в інтервалах, розташованих вище і нижче заряду, що може ускладнити і погіршити роботу свердловини, особливо при неякісному цементажі чи при проведенні робіт поблизу водонафтового контакту.

Найбільш близьким до запропонованого способу є спосіб дилатансійного торпедування свердловин (патент РФ № 20603080, кл. E21B43/263, 1996, бюл. № 14), який включає розміщення в свердловині розосереджених зарядів вибухової речовини і підривання їх з уповільненням по відношенню один до одного $\Delta t=t_+(0,3...0,5)t_+$, де t_+ - час наростання тиску у вибуховій хвилі; t_+ - час дії вибухової хвилі, с.

$$\begin{aligned}t_+ &= A_n Q^{1/3} + b_n r; & t_+ &= A_n Q^{1/3} + b_n r; \\A_n &= 2,31 \cdot 10^3 (pV_p)^{-1,21}; & A_n &= 5,01 \cdot 10^4 (pV_p)^{-1,3} \\b_n &= 7,59 \cdot 10^2 (pV_p)^{-2,36}; & b_n &= 1,66 \cdot 10^9 (pV_p)^{-1,86}\end{aligned}$$

де Q - маса зарядів вибухової речовини; ρ - щільність породи в продуктивному пласті, кг/м^3 ; V_p - швидкість звуку в продуктивному пласті, м/с .

Недоліком відомого способу є обмежені технологічні можливості внаслідок використання в торпеді зарядів невеликих мас (не більше 12-20 кг в залежності від конструкції свердловини), і, як наслідок, зменшення інтервалу обробки. При збіль-

шенні маси зарядів існує небезпека руйнування колони в ослаблених розрізах поза зоною вибуху над і під інтервалом обробки. Крім того рівновеликі заряди в торпедах не сприяють збільшенню розмірів розушлінення породи пласта.

В основу винаходу поставлено задачу у способі вибухової обробки свердловин шляхом послідовного розміщення груп зарядів у свердловині на оптимальній відстані одна від одної, використання зарядів з різною швидкістю детонації та з різною масою, взятою у визначеному інтервалі, використання відбивачів ударних хвиль забезпечити підвищення ефективності та розширення технологічних можливостей.

Поставлена задача вирішується у способі вибухової обробки свердловин, що включає розміщення в свердловині в інтервалі продуктивного пласта розосереджених зарядів вибухових речовин по відношенню один до одного, тим, що послідовно розміщують і підривають не менше двох груп зарядів, при цьому кожен наступну групу розміщують над попередньою на відстані, яка вибирається з умови найбільшого електроопору породи пласта, та становить $(0...4-6)L_0$, де L_0 - сумарна довжина зарядів попередньої групи, заряди в кожній окремій групі та в різних групах формують з вибухових речовин, з різною швидкістю детонації, що має зменшуватись від групи до групи, та різними по масі, яка в кожній групі вибирається з діапазону 1:1 - 10:1, а над (і/або під) зарядами на відстані $(0-1,5)L_0$ встановлюють відбивачі ударних хвиль з демпфуючими елементами.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак винаходу і технічним результатом, який досягається при використанні винаходу, розкривається у нижченаведеному описі.

Використання способу, який пропонується, дозволяє створювати зони підвищеної проникності в привибійних зонах геотехнологічних свердловин в заданих інтервалах, за умови існування декількох продуктивних пластів, що можуть перемежовуватись пустою породою, або одного потужного пласта від 10 м і більше, що дає можливість вести роботи в складних гірничо-геологічних умовах і збільшити ефективність обробки на 30-150% в порівнянні з відомим методом.

Групи зарядів встановлюють в інтервалах з найбільшим питомим електроопором порід, тобто в необхідних породах в видобувних нафтогазових свердловинах з мінімальною кількістю пластичних домішок в породах.

Для посилення руйнівної дії кожної окремої групи зарядів, з метою збільшення ступеню нерівномірності навантаження породи і збільшення розмірів зон розушлінення, заряди в кожній групі формують різної маси з вибухових речовин з різною швидкістю детонації.

Для посилення ефекту вторинного руйнування привибійної зони свердловини при вибухах другої і кожної наступної групи зарядів в кожній послідовній групі заряди виготовляють з вибухових речовин з меншою швидкістю детонації (наприклад, гексоген, тротил) для підвищення фугасної дії другої та наступних груп.

Для підвищення ефективності вибухових робіт над кожною групою зарядів, а при необхідності і

під нею встановлюють відбивачі ударних хвиль з гасіями енергії. Відбивання ударних хвиль, які несуть до 50% енергії вибуху, і їх взаємодія в осередку вибуху сприяє збільшенню розмірів тріщин як при вибусі першої групи зарядів, так і при вибухах наступних. Відбиття і часткове гасіння прохідних хвиль гарантує безпеку обсадної колони і колони насосно компресорних труб при роботі в умовах спущеної колони. Відстань від крайнього заряду в групі зарядів до відбивача вибирають, виходячи з техніко-геологічних умов, враховуючи такі фактори як відстань до найближчого водоносного пласта, відстань до найближчого розрізу, де має місце неякісний цементаж свердловини. Найбільш прийнятний діапазон відстаней - $(0...1,5)L_0$, де L_0 - сумарна довжина групи зарядів.

Можливість здійснення винаходу детально пояснюється за допомогою креслень.

На фіг. 1 показана схема послідовного розміщення груп зарядів в свердловині;

на фіг. 2 - торпеда для вибухової обробки пласта;

на фіг. 3-5 - різноманітні варіанти відбивачів ударної хвилі та демпфуючих елементів;

на фіг. 6 - схема взаємодії вибухових хвиль від сусідніх зарядів різної маси.

Спосіб реалізується за допомогою торпеди, що складається з групи розосереджених зарядів, які мають різні маси. Діапазон зміни мас сусідніх зарядів - 1:1-10:1.

На фіг. 2 показаний загальний вигляд торпеди для вибухової обробки свердловини. Позицією 1 позначений каротажний кабель, 2 - кабельний наконечник, 3 - ініціатор вибуху, 4 - заряди вибухових речовин, 5 - уповільнювачі з детонуючого шнура, 6 - опорні елементи у вигляді стержнів, 7 - опорні елементи у вигляді перехідників для з'єднання окремих секцій торпеди, 8 - прокладка для фіксації детонуючого шнура.

Торпеда має додатковий трубчастий елемент або фіксатор 9, який встановлюється безпосередньо на кабельному наконечнику або фіксується на кабелі на деякій відстані від нього, яка визначається співвідношенням $(0...1,5)L_0$. На ньому встановлений відбивач ударної хвилі 10, виготовлений у вигляді тіла обертання (фіг. 2, 4, 5) - тонкостінна оболонка з крихкого матеріалу, наприклад, з чавуну чи дюралюмінію. При використанні торпед невеликої маси (до 2...3 кг) можливе використання відбивачів у вигляді тіл обертання, що не руйнуються. Над відбивачем встановлюють демпфуючий елемент для гасіння ударної хвилі, який може бути виконаний в кількох варіантах (фіг. 2-5).

В першому варіанті еластичні оболонки 11 наповнені сипучим матеріалом 12 (пісок, гравій і т. ін.). Кріпиться такий гасій в кількох точках (фіг. 2, 3).

В другому варіанті (фіг. 4) над відбивачем встановлені герметичні оболонки 11 з повітрям або вакуумовані з крихкого матеріалу (скло, ситал, тощо).

В третьому варіанті над відбивачем 9 встановлюють трубчасту оболонку 11, яку попередньо наповнюють рідиною з підвищеними релаксаційними властивостями, наприклад, глинокислотним розчином, або пластовою водою з добавкою ПАВ і утворенням пінистої структури (фіг. 5).

Спосіб реалізується таким чином. Свердловину заповнюють рідиною, сумісною з пластовою, наприклад, дегазованою нафтою або пластовою водою. Промивають вибіий свердловини, піднімають підземне обладнання і здійснюють перфорацію свердловини, доводячи щільність перфораційних отворів 6 (фіг. 1) до 24-30 отв./м. Після цього на геофізичному кабелі в свердловину 2 спускають першу торпеду і здійснюють її підривання в інтервалі перфорації в зоні очікуваного притоку флюїда (нафти або газу) (фіг. 1). Вибухами зарядів 3 (фіг. 1) створюють на стінці свердловини зону поздовжніх радіальних тріщин і області додаткової мікротріщинуватості при суперпозиції вибухових хвиль від сусідніх зарядів (фіг. 1, 6). Потім спускають слідуючу торпеду, яку встановлюють на відсталі $(0...4)L_0$ (трюхсекційна торпеда) або $(0...6)L_0$ - (двохсекційна) і підривають. При підриванні другої торпеди крім утворення зон макро- і мікротріщинуватості навколо її осередку вибуху відбувається взаємодія вибухових хвиль з тріщинами, утвореними під час вибуху першої торпеди та їх підростання і розширення.

Потім, при необхідності, здійснюють спуск третьої торпеди і т. д. При цьому всі торпеди встановлюють в зонах з найбільшим електроопором порід (необводнені нафтові або газові пласти з мінімумом пластичних глинистих домішок). Другу і кожну наступну торпеду встановлюють в цьому пласті, якщо він достатньо потужний, або в сусідньому на вказаній відстані від місця установки першої. Діапазон відстаней між інтервалами встановлення першої і кожної послідовної торпеди визначався в лабораторних, польових і натурних експериментах за допомогою датчиків тиску різних типів і швидкісної кінозйомки процесів руйнування (в лабораторних умовах).

В результаті було виявлено, що додаткове руйнування породи в осередку попереднього вибуху при кожному наступному практично не залежить від типу рідини і складає для промислових мас зарядів в торпедах (5-10) кг $(0...4...6)L_0$, де L_0 - довжина попередньої торпеди (для глибин $H \leq 4-4,9$ км). Перша цифра у вказаному діапазоні відноситься до трюхсекційних торпед, друга - до двохсекційних. При застосуванні одноразової вибухової обробки (однією торпедою) ефективність в 2-3 рази нижча, ніж при дворазовому торпедуванні. Такі результати спостерігались при обробці нафтогазових свердловин на родовищі Верхня Луква НГВУ "Надвірна нафтагаз". При рознесенні двох сусідніх торпед на більшу відстань спостерігається зменшення ефекту вибухової обробки на 30-50%, оскільки в даному випадку послаблюється вплив вибуху сусідньої торпеди на осередок руйнування від попереднього вибуху.

Відбивачі з гасіями енергії встановлюють над (під) торпедою (фіг. 1, а і б).

Заряди в торпеді мають різну масу і сформовані з вибухових речовин з різною швидкістю детонації. При цьому довжина уповільнювача при передачі детонації від заряду меншої маси до заряду більшої в $\sqrt[3]{Q}$ рази менша, ніж при передачі

детонації між зарядами однакової маси (Q - маса заряду, що передає детонацію).

Діапазон зміни мас сусідніх зарядів $(1:1 \div 1:10)$ вибирають з слідуючих міркувань. Для отримання максимального ступеню нерівномірності породи в зоні розущільнення потрібно, щоб від'ємна фаза (розтяг породи) в імпульсі напруги $\sigma_0^I(t)$ від вибуху першого заряду t_-^I накладалась на фазу стискання компоненти напруги $\sigma_0^{II}(t)$ від вибуху другого заряду t_+^{II} (фіг. 6). У відповідності з формулами для цих величин маємо

$$t_-^I = 0,7t_+^I - t_{0I} \cong t_+^I - 2t_{HI} = 0,7(A + \sqrt[3]{Q_1 + b_{+r}}) - 2(A_{-H} \sqrt[3]{Q_1 + b_{-r}});$$

$$t_+^{II} = 2t_{HI} = 2(A_{-H} \sqrt[3]{Q_2 + b_{-r}}).$$

Прирівнюючи ці величини і нехтуючи членами, які містять коефіцієнти b_+ і b_{-r} , як надто малими в порівнянні з іншими, одержимо

$$(0,7A_+ - 2A_{-H}) \cdot \sqrt[3]{Q_1} = 2A_{-H} \sqrt[3]{Q_2},$$

або

$$Q_2/Q_1 = \left(\frac{0,7A_+}{2A_{-H}} - 1 \right)^{1/3}.$$

Розрахунки для найбільш поширених крихких порід (пісковиків, вапняків, гранітів, мармурів, тощо) показали, що це відношення для порід середньої і високої щільності коливається в межах 1:1...10:1, а для порід малощільних (туф, кам'яна сіль, тощо) може виходити за межі цього діапазону.

Приклад конкретної реалізації способу

Прикладом конкретної реалізації способу може служити торпедування нафтової свердловини № 59 в умовах родовища "Верхня Луква" НГВУ "Надвірна нафтагаз". В інтервалах очікуваного найбільшого притоку флюїда (нафти і газу) до свердловини з урахуванням закольматованості привибійної зони проводять повторну перфорацію свердловини зарядами ПКС-80 в інтервалах 1464-1469 м і 1448-1462 м, доводячи щільність перфорації до 30 отв./м.

Після шаблонування свердловини в нижній із вказаних інтервалів опускають торпеду з трюх зарядів довжиною 3-3,5 м і підривають на позначці 1465 м (по нижньому зрізу торпеди). Другу торпеду встановлюють після спуску на позначці 1454 м і підривають в збірці з відбивачем ударних хвиль. Маса зарядів в першій торпеді - 1,52 кг, 2,0 кг, 1,52 кг, в другій - 1,82 кг, 2,2 кг, 1,82 кг. Інтервали уповільнення між вибухами сусідніх зарядів в торпедах забезпечують відрізки детонуючого шнура довжиною 1,2...1,35 м - між нижнім і середнім зарядами; 1,55...1,7 - між середнім і верхнім зарядами в торпеді. Вибухова речовина - гексоген. Детонація починається з нижнього заряду. Після такої обробки дебіт свердловини збільшується в 1,8-2 рази по нафті та в 2-2,5 рази по газу.

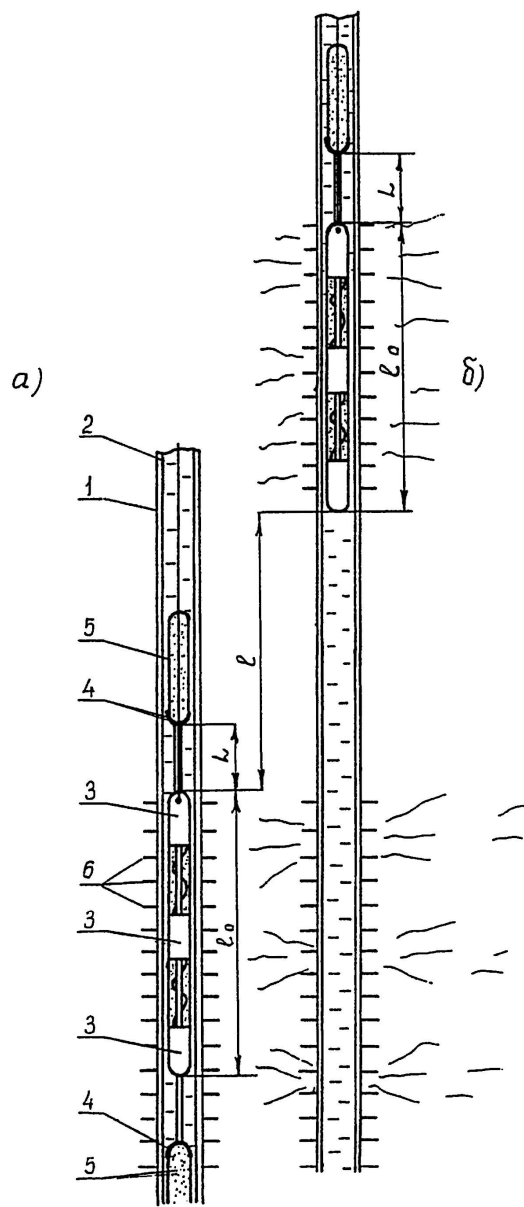


Fig. 1

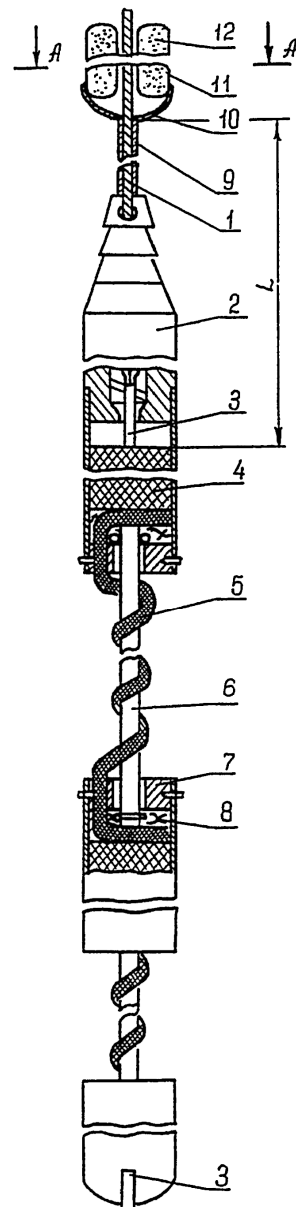


Fig. 2

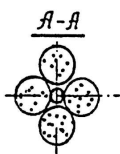


Fig. 3

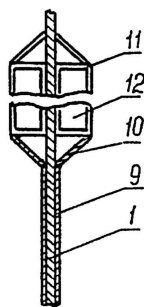


Fig. 4

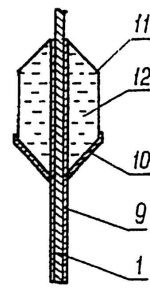
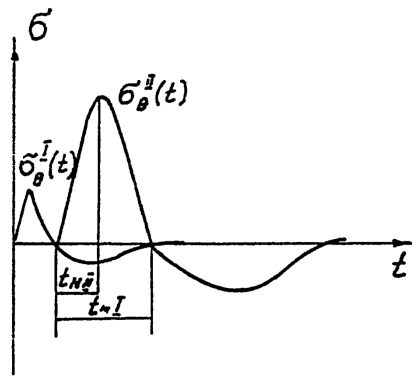


Fig. 5



Фіг. 6

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22
