



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **90954**

(13) **U**

(51) МПК

**E21B 43/263** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2014 01192**

(22) Дата подання заявки: **07.02.2014**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **10.06.2014**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **10.06.2014, Бюл.№ 11**

(72) Винахідник(и):

**Нагорний Володимир Петрович (UA),  
Денисюк Іван Іванович (UA),  
Юшицина Ярослава Олександрівна (UA)**

(73) Власник(и):

**ІНСТИТУТ ГЕОФІЗИКИ ІМ. С.І. СУББОТІНА  
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК  
УКРАЇНИ,  
просп. Академіка Палладіна, 32, м. Київ-  
164, 03680 (UA)**

## (54) СПОСІБ ХВИЛЬОВОЇ ОБРОБКИ СТРУКТУРОВАНОГО НАФТОНОСНОГО ПЛАСТА

(57) Реферат:

Спосіб хвильової обробки структурованого нафтоносного пласта включає хвильову дію на структурований нафтоносний пласт амплітудно-модульованим сигналом.

**UA 90954 U**



Корисна модель належить до засобів обробки структурованого нафтоносного пласта і призначена для підвищення нафтовилучення із нафтоносних пластів.

Найбільш близьким технічним вирішенням до запропонованого є спосіб хвильової обробки нафтоносного пласта, що включає опускання в свердловину в зону залягання нафтоносного пласта випромінювача хвиль для створення хвильової дії на нафтоносний пласт в досить широкому частотному діапазоні  $(\omega_{\min}, \omega_{\max})$ , де  $\omega_{\min}$  і  $\omega_{\max}$  - крайні значення частотного хвильового випромінювання [1]. Недолік такого способу полягає в недостатній вибірковій хвильовій дії на структурований нафтоносний пласт, що знижує ефективність хвильової обробки структурованих нафтоносних пластів.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення ефективності хвильової обробки структурованих нафтоносних пластів.

Очікуваним від застосування корисної моделі технічним результатом є підвищення в пласті рівня пружної енергії.

В основу корисної моделі поставлена задача здійснення такої хвильової обробки структурованого нафтоносного пласта, в результаті якої структурований нафтоносний пласт обробляється амплітудно-модульованим сигналом. При цьому вибір несучої складової амплітудно-модульованого сигналу пов'язується із довжиною тріщин і швидкістю розповсюдження подовжніх хвиль в масиві структурованого нафтоносного пласта, а модулююча складова амплітудно-модульованого сигналу визначається розподілом тріщин в масиві структурованого нафтоносного пласта.

Відомо, що при розповсюдженні в нелінійному геофізичному середовищі (яким є структурований нафтоносний пласт) акустичного амплітудно-модульованого сигналу виду [2]:

$$u = u_0(1 + m \cos \Omega t) \cos \omega_n t, \quad (1)$$

де  $u_0$  - початкова амплітуда амплітудно-модульованого сигналу;

$\Omega$  - модулююча частота;

$\omega_n$  - несуча частота;

$m$  - коефіцієнт амплітудної модуляції,

за рахунок нелінійних ефектів і взаємодії гармонічних коливань в геофізичному середовищі пласта генеруються коливання з частотами  $\Omega$ ,  $2\Omega$ ,  $\omega_n$ ,  $2\omega_n$ ,  $3\omega_n$ ,  $\omega_n \pm \Omega$ ,  $\omega_n \pm 2\Omega$ ,  $\omega_n \pm 3\Omega$ ,  $2\omega_n \pm \Omega$ ,  $3\omega_n \pm \Omega$ ,  $3\omega_n \pm 2\Omega$ ,  $3(\omega_n \pm \Omega)$  [3].

З механіки руйнування відомо [4], що концентрація напружень на тріщині характеризується коефіцієнтом  $K$  інтенсивності напружень. Встановлено [5], що при взаємодії гармонічної хвилі заданої амплітуди  $q$  з тріщиною кінцевої довжини  $l$  коефіцієнт інтенсивності напружень  $K$  нормального відриву залежить від хвильового числа  $\omega l / v_p$ , де  $\omega$  - частота гармонічної хвилі;  $v_p$  - швидкість розповсюдження подовжніх хвиль в пласті). При цьому максимальне значення коефіцієнта  $K$  інтенсивності напружень досягається при виконанні умови:

$$\omega l / v_p = 0,4. \quad (2)$$

Із умови (2) частота гармонічної дії  $\omega$  на масив пласта, при якій коефіцієнт інтенсивності напружень  $K$  досягає максимального значення становить:

$$\omega = \frac{0,4 v_p}{l}. \quad (3)$$

Відомо також [6], що функція розподілу тріщин в масиві пласта залежить від характеру руйнування середовища структурованого пласта в процесі його хвильового навантаження.

Так, для крупноблокового масиву, для якого характерний крихкий характер руйнування, розподіл тріщин підлягає асиметричній функції розподілу тріщин з максимумом, зміщеним вліво від центра симетрії. Для середньоблокових порід з квазікрихким руйнуванням характерний нормальний закон розподілу тріщин в середовищі, а для дрібноблокових порід з пластичним руйнуванням середовища переважною є асиметрична функція розподілу тріщин з максимумом, зміщеним вправо від центра симетрії [6].

Здійснення корисної моделі досягається наступним чином. Згідно з формулою (3) визначають частоту  $\omega$  гармонічної дії на структурований нафтоносний пласт, при якій відбувається підвищення в пласті рівня накопиченої пружної енергії до максимального значення. При цьому визначену частоту приймають рівною несучій складовій амплітудно-

модульованого сигналу. Наприклад, для середньоблокового масиву характерна наявність в середовищі початкових тріщин довжиною 0,16...0,32 м [6]. При швидкості розповсюдження подовжніх хвиль в середньоблоковому середовищі  $v_p = 4500$  м/с згідно з формулою (3) частота  $\omega$  гармонічної дії на такий масив, при якій коефіцієнт інтенсивності напружень  $K$  досягає максимального значення, становить:

$$\omega = \frac{0,4 \cdot 4500}{0,24} = 7500 \text{ Гц.}$$

Отже, несучу складову  $\omega_n$  амплітудно-модульованого сигналу приймають рівною 7500 Гц.

Розрахунок величини модулюючої складової  $\Omega$  проводять наступним чином. Спочатку визначають частоти  $\Omega_1$  і  $\Omega_2$  для крайніх значень довжин тріщин (в нашому випадку 0,16 і 0,32 м), при яких коефіцієнт інтенсивності напружень  $K$  досягає максимального значення.

Для даного випадку:

$$\Omega_1 = \frac{0,4 \cdot 4500}{0,32} = 5625 \text{ Гц}; \quad \Omega_2 = \frac{0,4 \cdot 4500}{0,16} = 11250 \text{ Гц.}$$

Для обробки середньоблокового середовища амплітудно-модульованим сигналом в межах частот 5625...11250 Гц приймаємо, що модулююча частота дорівнює меншому із значень частот  $\Omega_1$  і  $\Omega_2$ , тобто  $\Omega = 5625$  Гц.

Коефіцієнт модуляції  $m$  розраховують згідно з виразом [2]:

$$|mu_0 \cos \Omega t| \leq 1.$$

Після вибору частот  $\Omega$  і  $\omega_n$  встановлюють тип випромінювача, який здатний генерувати амплітудно-модульований сигнал з вибраними частотами.

В подальшому здійснюють хвильову обробку середовища структурованого нафтоносного пласта амплітудно-модульованим сигналом з розрахованими значеннями частот  $\Omega$  і  $\omega_n$  по всій товщині пласта, переміщуючи випромінювач від верхньої до нижньої межі оброблюваного пласта.

В процесі обробки середньоблокового масиву структурованого нафтоносного пласта (з характерною наявністю в середовищі пласта початкових тріщин довжиною 0,16...0,32 м) амплітудно-модульованим сигналом з частотами  $\Omega = 5625$  Гц і  $\omega_n = 7500$  Гц масив пласта зазнає хвильового впливу в діапазоні частот  $\Omega = 5625$  Гц,  $\omega_n = 7500$  Гц,  $2\omega_n - \Omega = 9375$  Гц,  $2\Omega = 11250$  Гц, при яких коефіцієнт інтенсивності напружень  $K$  і рівень накопиченої пружної енергії в масиві пласта досягають максимальних значень. Така дія амплітудно-модульованим сигналом супроводжується обробкою набору початкових тріщин, які присутні в пласті, що обробляється, і дозволяє більш повно охопити середовище середньоблокового структурованого нафтоносного пласта хвильовою обробкою. При цьому амплітуди таких коливань при величині початкової амплітуди  $u_0 = 3,24 \cdot 10^{-5}$  м знаходяться в межах  $10^{-7} - 10^{-9}$  1/м [3].

За результатами натурних досліджень для суттєвого впливу на нафтові родовища достатньо хвильового поля з амплітудою коливань в межах  $10^{-8} - 10^{-9}$  м [7]. Таким чином, хвильові дії при обробці геофізичного середовища структурованого нафтоносного пласта амплітудно-модульованим сигналом можуть слугувати спусковим механізмом вивільнення накопиченої в пласті пружної енергії, яка надходить в середовище пласта в процесі взаємодії створеного хвильового поля з існуючими в пласті тріщинами і їх розкриттям, що супроводжується випромінюванням хвиль високої частоти. Відомо також, що при обробці нафти хвилями високої частоти знижується її в'язкість в 1,7...4,0 рази [8], що призводить до послаблення зв'язку нафти з твердою фазою середовища нафтового пласта, в результаті чого підвищується рухливість нафти в каналах фільтрації пласта.

Досягнення технічного результату від застосування корисної моделі обумовлюється завдяки підвищенню коефіцієнта інтенсивності напружень  $K$  до максимального значення, що призводить до підвищення в пласті рівня пружної енергії і при зовнішніх хвильових впливах незначних амплітуд може слугувати спусковим механізмом вивільнення високочастотної енергії,

що супроводжується зменшенням зчеплення краплин нафти з твердою фазою пласта і сприяє покращенню припливу нафти на вибір видобувної свердловини і підвищенню її дебіту.

Джерела інформації:

1. Вібровильове витіснення нафти з продуктивного пласта при внутрішньо-контурному заводненні / В.М. Казанцев, В.О. Фролагін, Ю.А. Балакіров, Ю.М. Бугай // Нафтова і газова промисловість, 2003, № 1. - С. 39-41.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Высшая школа, 1988, с. 88, 89.
3. Нагорный В.П., Денисюк И.И., Юшицына Я.А. Спектральные характеристики амплитудно-модулируемых акустических волн при их воздействии на нелинейную геофизическую среду // Современный научный вестник, 2013, № 51(190). - С. 13-18.
4. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. - М: Наука, 1988, с. 334-336.
5. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения. - М.: Наука, 1980, с. 433.
6. Мосинец В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах. - М.: Недра, 1976, с. 68, 69.
7. Курленя М.В., Сердюков С.В. Определение области вибросейсмического воздействия на месторождение нефти с дневной поверхности // ФТРПИ, 1999, № 4. - С. 4-11.
8. Нагорный В.П., Денисюк И.И., Лихван В.М., Швейкина Т.А. Исследование повышения эффективности пузырькового режима течения флюидов // Нефтяное хозяйство, 2013, № 5. - С. 80-82.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб хвильової обробки структурованого нафтоносного пласта, що включає хвильову дію на структурований нафтоносний пласт, який **відрізняється** тим, що хвильову дію на структурований нафтоносний пласт здійснюють амплітудно-модульованим сигналом.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що вибір несучої складової амплітудно-модульованого сигналу пов'язується із довжиною тріщин і швидкістю розповсюдження подовжніх хвиль в масиві структурованого нафтоносного пласта.
3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що модулююча складова амплітудно-модульованого сигналу визначається розподілом тріщин в масиві структурованого нафтоносного пласта.

---

Комп'ютерна верстка М. Ломалова

---

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