



УКРАЇНА

(19) UA (11) 56502 (13) U
(51) МПК
E21B 43/28 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ХВИЛЬОВОГО СВАБИРУВАННЯ СВЕРДЛОВИН

1

2

(21) u201012793

(22) 28.10.2010

(24) 10.01.2011

(46) 10.01.2011, Бюл.№ 1, 2011 р.

(72) БАЖАЛ АНАТОЛІЙ ГНАТОВИЧ

(73) БАЖАЛ АНАТОЛІЙ ГНАТОВИЧ, БАРАК АЛЄКСАНДР МОТЕСЛЄВІЧ, RU

(57) 1. Спосіб хвильового свабирування свердловин, який включає розкриття пласта корисної копалини свердловиною, подачу в свердловину рідини, вплив на рідину статичним тиском, а також хвилями певної структури з передачею їх по рідинному хвильоводу, утвореному заповненням рідиною трубного простору, який розташований у поставі герметично з'єднаних труб, що опускають в свердловину з поверхні усередину обсадної труби, з подальшим поворотом хвиль уздовж пласта, відбиттям їх в зоні колектора, який **відрізняється** тим, що на рідину в трубному просторі в напрямку від устя свердловини до вибою діють статичним тиском, який дорівнює чи перевищує границі міцності на розрив рідини, що відкачують через затрубний простір при заданій кількості розчиненого газу в рідині, та впливають хвилями тиску-розтягу з вектором швидкості хвильового руху, направленим уздовж осі свердловини знизу догори, при цьому величина амплітуди швидкості хвильового руху рідини в свердловині перевищує критичну швидкість, при якій амплітуда тисків в об'ємі рідини, охопленій хвилею, перевищує динамічний тиск в'язкісного опору рідини її рухові з заданою швидкістю, яка визначається по наступній формулі:

$$v > v_{кр} = \frac{\sqrt{a_{ж}}}{E_{ж}},$$

де

v - задана швидкість;

$v_{кр}$ - критична швидкість;

[P]- динамічний тиск в'язкісного опору рідини;

$a_{ж}$ - швидкість позаддовжньої хвилі в реальній рідині;

$E_{ж}$ - модуль пружності рідини.

2. Спосіб по п. 1, який **відрізняється** тим, що початкове значення швидкості хвильового руху на усті свердловини визначають по наступній формулі:

$$v_0 = \frac{v_k}{e^{zL}} > \frac{\sqrt{a_{ж}}}{E_{ж}} / e^{zL},$$

де

v_k - швидкість хвильового руху рідини на контакті колектора зі свердловиною;

v_0 - швидкість хвильового руху рідини на усті свердловини;

L - глибина залягання колектора;

$$Z = \frac{v}{2 \cdot a} \cdot \frac{\Delta W}{W} - \text{декремент загасання хвилі в рідинному хвильоводі уздовж свердловини};$$

де:

v - частота хвиль;

a - швидкість хвиль в рідині;

ΔW - утрачена енергія хвилі на заданій довжині;

W - початкова енергія хвилі.

3. Спосіб за п. 2, який **відрізняється** тим, що величину швидкості хвильового руху рідини на контакті її з колектором вибирають менше критичної швидкості хвильового руху гірничої породи колектора з урахуванням коефіцієнта проходження енергії хвилі в середовищі з вищим хвильовим опором:

$$\frac{\sqrt{a_k}}{E_k} > v_0 = \frac{v_k}{e^{zL}} > \frac{\sqrt{a_{ж}}}{E_{ж}} / e^{zL},$$

де: $[G_k]$ - границя міцності на розрив гірничої породи колектора;

a_k - швидкість позаддовжньої хвилі в гірничій породі колектора;

E_k - модуль пружності гірничої породи колектора.

4. Спосіб за пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що хвилі тиску-розтягу в заданій зоні колектора відбивають в пласт гірничої породи колектора хвилями тиску-розтягу з напрямом вектора швидкості хвильового руху по радіусу до свердловини.

5. Спосіб за пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що свабирування здійснюють через трубний простір свердловини, а через затрубний простір стравлюють газ.

6. Спосіб за п. 5, який **відрізняється** тим, що стравлювання газу здійснюють безперервно, компенсуючи додатковою рідиною зменшення об'єму рідини в свердловині.

(19) UA (11) 56502 (13) U

Корисна модель відноситься до гірничої справи і може бути використана для видобування корисних копалин через свердловини.

Відомий спосіб направленої хвильового впливу на гірничі породи на місці залягання [1], який включає розкриття пласта свердловинами, подавання у свердловину рідини, вплив на пласт хвилями імпульсної структури, які випромінюються зі свердловини.

Недоліком даного способу є мала ефективність унаслідок великої втрати енергії хвилі, яка подається в пласт, внаслідок чого хвилі заданої структури не передаються в колектор та не створюють глибоке розрідження в свердловині та колекторі.

Найбільш близьким до технічного рішення, що заявляється, є спосіб хвильового свабирування свердловин [2], який включає розкриття пласта корисної копалини свердловиною, подачу в свердловину рідини, вплив на рідину статичним тиском, а також хвилями певної структури з передачею їх по рідинному хвильоводу, утвореному заповненням рідиною трубного простору, який розташований у ставі герметично з'єднаних труб, що опускають в свердловину з поверхні усередину обсадної труби, з подальшим поворотом хвиль уздовж пласта, відбиттям їх в зоні колектора. Причому на рідину впливають ударними хвилями, з подальшим поворотом хвиль стиснення в зону колектора.

Недоліком даного способу є мала ефективність і високі енерговитрати, що обумовлено великими втратами енергії хвилі, яка подається в пласт. Крім того, хвилі стиснення, що передаються в зону колектора, не створюють глибоке розрідження в свердловині та колекторі, що є необхідною умовою для проведення процесу свабирування. Слід відзначити, що даний спосіб не забезпечує збільшення коефіцієнта добування корисної копалини та має значні витрат на видобування.

В основу корисної моделі поставлена задача створення такого способу хвильового свабирування свердловин, в якому шляхом генерування хвиль певної структури створюється глибоке розрідження в свердловині і досягається збільшення дебіту свердловин і підвищення коефіцієнта добування корисної копалини при зниженні витрат на видобування.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі хвильового свабирування свердловин, який включає розкриття пласта корисної копалини свердловиною, подачу в свердловину рідини, вплив на рідину статичним тиском, а також хвилями певної структури з передачею їх по рідинному хвильоводу, утвореному заповненням рідиною трубного простору, який розташований у ставі герметично з'єднаних труб, що опускають в свердловину з поверхні усередину обсадної труби, з подальшим поворотом хвиль уздовж пласта, відбиттям їх в зоні колектора, згідно корисної моделі, на рідину в трубному просторі в напрямку від гирла свердловини до вибою діють статичним тиском, який дорівнює чи перевищує границі міцності на розрив рідини, що відкачують через затрубний

простір при заданій кількості розчиненого газу в рідині, та впливають хвилями стиску-розтягу з вектором швидкості хвильового руху, направленим уздовж осі свердловини знизу догори, при цьому величина амплітуди швидкості хвильового руху рідини в свердловині, перевищує критичну швидкість, при якій амплітуда тисків в об'ємі рідини, охопленій хвилею, перевищує динамічний тиск в'язкісного опору рідини її рухові з заданою швидкістю, яка визначається по наступній формулі:

$$v > v_{кр} = \frac{\rho \cdot a_{ж}}{E_{ж}}$$

де

v - задання швидкості;

$v_{кр}$ - критична швидкість;

$[\rho]$ - динамічний тиск в'язкісного опору рідини;

$a_{ж}$ - швидкість поздовжньої хвилі в реальній рідині;

$E_{ж}$ - модуль пружності рідини,

Причому початкове значення швидкості хвильового руху на гирлі свердловини визначають по наступній формулі:

$$v_0 = \frac{v_k}{e^{zL}} > \frac{\rho \cdot a_{ж}}{E_{ж}} / e^{zL},$$

де

v_k - швидкість хвильового руху рідини на контакті колектора зі свердловиною;

v_0 - швидкість хвильового руху рідини на гирлі свердловини;

L - глибина залягання колектора;

$Z = \frac{v}{2 \cdot a} \cdot \frac{\Delta W}{W}$ - декремент загасання хвилі в

рідинному хвильоводі уздовж свердловини;

де:

v - частота хвиль;

a - швидкість хвиль в рідині;

ΔW - утрата енергії хвилі на заданій - довжині;

W - початкова енергія хвилі.

Крім того, величину швидкості хвильового руху рідини на контакті її з колектором обирають менше критичної швидкості хвильового руху гірничої породи колектора з урахуванням коефіцієнта проходження енергії хвилі в середовищі з вищим хвильовим опором:

$$\frac{\rho_k \cdot a_k}{E_k} > v_0 = \frac{v_k}{e^{zL}} > \frac{\rho \cdot a_{ж}}{E_{ж}} / e^{zL},$$

де: $[G_k]$ - границя міцності на розрив гірничої породи колектора;

a_k - швидкість поздовжньої хвилі в гірничій породі колектора;

E_k - модуль пружності гірничої породи колектора.

Переважаю хвилі стиску-розтягу в заданій зоні колектора відбивають в пласт гірничої породи колектора хвилями стиску-розтягу з напрямом вектора швидкості хвильового руху по радіусу до свердловини.

Крім того, свабирування здійснюють через трубний простір свердловини, а через затрубний простір стравлюють газ.

Доцільно, коли стравлювання газу здійснюють безперервно, компенсуючи додатковою рідиною зменшення об'єму рідини в свердловині.

Завдяки тому, що на рідину в трубному просторі в напрямку від гирла свердловини до вибою діють статичним тиском, який дорівнює чи перевищує границі міцності на розрив рідини, що відкачують через затрубний простір при заданій кількості розчиненого газу в рідині, та впливають хвилями стиску-розтягу з вектором швидкості хвильового руху, направленим уздовж осі свердловини знизу догори, створюється глибоке розрядження в свердловині та колекторі, яке забезпечує ліквідацію скін-ефекту в ближній до свердловини зоні колектора та зниження глибини депресової вирви та збільшенню припливу рідини з колектора до свердловини.

При цьому величина амплітуди швидкості хвильового руху рідини в свердловині, перевищує критичну швидкість, при якій амплітуда тисків в об'ємі рідини, охопленій хвилею, перевищує динамічний тиск в'язкостного опору рідини її рухові з заданою швидкістю, що також впливає на створення глибокого розрядження в свердловині та колекторі.

Генерування хвиль заданої структури і випромінювання їх в свердловину та далі в колектор створює глибоке розрядження в свердловині та в колекторі.

В наслідок цього підвищується ефективність процесу свабирування, збільшується дебіт свердловин і підвищується коефіцієнт добування корисної копалини. При цьому значно знижуються витрати на видобування.

Завдяки тому, що величину швидкості хвильового руху рідини на контакті її з колектором обирають менше критичної швидкості хвильового руху гірничої породи колектора з урахуванням коефіцієнта проходження енергії хвилі в середовищі з вищим хвильовим опором, забезпечується охорона стінок свердловини від завалювання. При цьому величину швидкості хвильового руху рідини обирають по наступній залежності:

$$\frac{P_k a_k}{E_k} > v_0 = \frac{v_k}{e^{zL}} > \frac{P_{ж} a_{ж}}{E_{ж}} / e^{zL},$$

де: $[G_k]$ - границя міцності на розрив гірничої породи колектора;

a_k - швидкість поздовжньої хвилі в гірничій породі колектора;

E_k - модуль пружності гірничої породи колектора.

Завдяки тому, що стравлювання газу здійснюють безперервно, компенсуючи додатковою рідиною зменшення об'єму рідини в свердловині, забезпечується суцільність рідинного хвильоводу, що впливає на збереження енергії хвилі і зниженню енерговитрат.

Спосіб хвильового свабирування свердловин здійснюється таким чином. У масиві гірських порід бурять свердловину і розкривають пласт корисних копалин. Свердловину облаштовують обсадною колоною, з поверхні усередину якої опускають

став герметично з'єднаних труб, трубний простір якого заповнюють рідиною, утворюючи рідинний хвильовід. Внутрішній простір обсадної колони утворює затрубний простір, який також наповнюють рідиною до виливання. На рідину в трубному просторі в напрямку від гирла свердловини до вибою діють статичним тиском, який дорівнює чи перевищує границі міцності на розрив рідини, що відкачують через затрубний простір при заданій кількості розчиненого газу в рідині. Після цього на рідину в рідинному хвильоводі прикладають хвилі стиску-розтягу з вектором швидкості хвильового руху, направленим уздовж осі свердловини знизу догори, при цьому величина амплітуди швидкості хвильового руху рідини в свердловині, перевищує критичну швидкість, при якій амплітуда тисків в об'ємі рідини, охопленій хвилею, перевищує динамічний тиск в'язкостного опору рідини її рухові з заданою швидкістю.

Хвилі подають з поверхні з передачею їх по рідинному хвильоводу з подальшим поворотом хвиль уздовж пласта і відбиттям їх в зоні колектора.

При цьому початкове значення швидкості хвильового руху на гирлі свердловини обирають з умови не перевищення цієї швидкості критичної швидкості хвильового деформування гірничої породи, при якому відбувається її руйнування у відповідності до залежності, яка враховує й затухання хвилі уздовж стовпа рідини в ставі труб:

$$\frac{P_k a_k}{E_k} > v_0 = \frac{v_k}{e^{zL}} > \frac{P_{ж} a_{ж}}{E_{ж}} / e^{zL},$$

На заданій позначці в зоні колектора хвилі стиску-розтягу на паркері-відбивачі повертають відбивачем уздовж колектора хвилями стиску-розтягу з напрямом вектора швидкості хвильового руху по радіусу до свердловини.

В процесі свабирування свердловини здійснюють безперервне стравлювання газу, компенсуючи додатковою рідиною зменшення об'єму рідини в свердловині. При цьому свабирування здійснюють через трубний простір става герметично з'єднаних труб, опущених усередині обсадної колони, а з внутрішнього простору обсадної колони через затрубний простір стравлюють газ. Контроль ефективності процесу свабирування здійснюють за кількістю рідини, яка поглинається свердловиною, чи за змінюванням статичного та динамічного рівнів в незаповненій рідиною свердловині. Хвилі стиску-розтягу створюють в колекторі біжучий перепад розрядження, який поширюється за кілометри від свердловини, забезпечуючи ліквідацію скін-ефекту в навіколосвердловинній зоні, підвищує проникності колектора і приплив рідини до свердловини.

Таким чином, запропонований спосіб дозволяє створити глибоке розрядження в свердловині та колекторі, та значно збільшує дебіт свердловин, підвищує коефіцієнт добування корисної копалини та знижує витрати на видобування.

Джерела інформації

1. А. с. СРСР № 1030540, МПК³ E21B43/28, 1980р.

2. А. с. СРСР № 1240112, МПК³ E21B43/28, 1983р.

