



УКРАЇНА

(19) UA (11) 92517 (13) C2
(51) МПК (2009)
E21В 43/25МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ РОЗРОБКИ НАФТОВИХ РОДОВИЩ

1

2

(21) а200811750

(22) 02.10.2008

(24) 10.11.2010

(46) 10.11.2010, Бюл.№ 21, 2010 р.

(72) БАЖАЛУК ЯРОПОЛК МИРОСЛАВОВИЧ, КА-
РПАШ ОЛЕГ МИХАЙЛОВИЧ, КЛИМИШИН ЯРО-
СЛАВ ДАНИЛОВИЧ, БАЖАЛУК ВСЕВОЛОД ЯРО-
ПОЛКОВИЧ, ГУТАК ОЛЕКСАНДР ІГОРОВИЧ,
ХУДІН МИКОЛА ВАЛЕНТИНОВИЧ(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕ-
ХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

(56) RU 2238400 С1, публ. 20.10.2004

RU 2217584 С1, публ. 27.11.2003

RU 2293214 С2, публ. 10.02.2007

SU 1710709 А1, публ. 07.02.1992

RU 2136874 С1, публ. 10.09.1999

RU 2117141 С1, публ. 10.08.1998

RU 2168006 С1, публ. 27.05.2001

UA 36242 С2, публ. 15.01.2005

(57) Спосіб розробки нафтового родовища без підтримання пластового тиску, який включає відбір нафти через експлуатаційні свердловини і періодичну дію на пласт імпульсами тиску через експлуатаційні свердловини при закритих затрубних засувках, який **відрізняється** тим, що у свердловині створюють підвищення тиску, яке перевищує значення пластового тиску, за допомогою робочої рідини та генераторів імпульсів тиску, встановлених на експлуатаційних свердловинах, переведених у режим нагнітання, при цьому величину підвищення тиску на усталеному режимі роботи

системи із генератором імпульсів тиску визначають із відношення:

$$\Delta P = \frac{Q \cdot \mu \cdot z \cdot \ln \left(\frac{\sigma}{\pi \cdot r_{зв}} \right)}{2\pi \cdot k' \cdot h},$$

де ΔP - величина підвищення пластового тиску, Па;

Q - середня приймальність свердловини, м³/с;

μ - коефіцієнт динамічної в'язкості робочої рідини, Па·с;

z - коефіцієнт, який враховує забруднення привибійної зони свердловини (визначається за даними дослідного нагнітання або за промисловими даними, що отримані на аналогічних родовищах);

σ - половина відстані між свердловинами, м;

$r_{зв}$ - зведений радіус свердловини, м;

k' - коефіцієнт фазової проникності для робочої рідини у привибійній зоні свердловини, м²;

h - ефективна товщина пласта, м,

а частоту повторення імпульсів тиску для отримання заданого підвищення тиску визначають із відношення:

$$f = \frac{\Delta P}{P \cdot \tau},$$

де f - частота повторення імпульсів тиску, Гц;

ΔP - величина підвищення пластового тиску, Па;

P - значення тиску генератора імпульсів на рівні 0,707 від амплітудного, Па;

τ - тривалість імпульсу тиску, с.

Винахід відноситься до нафтовидобувної промисловості.

Відомий спосіб багатократно імпульсної дії на пласт з очищенням привибійної зони пласта. Недоліком цього способу є низька ефективність очищення привибійної зони в складних умовах експлуатації свердловин через короткочасність циклів репресійно-депресійного діяння та їх значного затухання в часі [1].

Відомий спосіб розробки нафтових родовищ, що передбачає заводнення продуктивного пласта, відбір нафти через експлуатаційні свердловини та

одночасне хвильове діяння на нафтонасичений пласт пружними коливаннями, що генеруються в експлуатаційних свердловинах. Недоліком способу є те, що в зону імпульсного діяння потрапляють ділянки пласта, розміщені тільки в зоні впливу збуджених генератором імпульсів експлуатаційних свердловин, в той же час застійні ділянки, які розміщені поза зоною впливу, діяння не піддаються [2].

Найбільш близьким до винаходу, що пропонується, по технічній суті є спосіб розробки нафтових родовищ, що включає відбір нафти через експлуа-

(13) C2

(11) 92517

(19) UA

таційні свердловини з витісненням із пласта заводненням через нагнітальні свердловини та постійною або періодичною імпульсною дією на пласт через вибої експлуатаційних і нагнітальних свердловин, обладнаних генераторами імпульсів тиску [3].

Недоліком способу є необхідність встановлення генераторів імпульсів тиску на вибоях свердловин, а також те, що на нафтових родовищах, які знаходяться на пізній стадії експлуатації, і на яких відсутня система підтримання пластового тиску (ППТ), застосування технології впливу на пласт згідно вказаного способу є технічно неможливим через відсутність нагнітальних свердловин.

Технічною задачею винаходу є підвищення коефіцієнта нафтовилучення шляхом розблокування застійних зон нафти за рахунок підвищення ефективності імпульсної дії на пласт, вдосконалення існуючої системи розробки на родовищі, розширення меж застосування для родовищ із відсутнім ППТ. Поставлена задача вирішується тим, що при розробці нафтового родовища без підтримання пластового тиску, яка включає відбір нафти через експлуатаційні свердловини і періодичну дію на пласт імпульсами тиску через експлуатаційні свердловини при закритих затрубних засувках, відповідно до винаходу, у свердловині створюють підвищення тиску, яке перевищує значення пластового тиску, за допомогою робочої рідини та генераторів імпульсів тиску встановлених на експлуатаційних свердловинах переведених у режим нагнітання, при цьому величину підвищення тиску на усталеному режимі роботи системи із генератором імпульсів тиску визначають із відношення :

$$\Delta P = \frac{Q \cdot \mu \cdot z \cdot \ln\left(\frac{\sigma}{\pi \cdot r_{зв}}\right)}{2\pi \cdot k' \cdot h},$$

де ΔP - величина підвищення пластового тиску, Па; Q - середня приймальність свердловини, м³/с; μ - коефіцієнт динамічної в'язкості робочої рідини, Па·с; z - коефіцієнт, який враховує забруднення привибійної зони свердловини (визначається за даними дослідного нагнітання або за промисловими даними, що отримані на аналогічних родовищах); σ - половина відстані між свердловинами, м; $r_{зв}$ - зведений радіус свердловини, м; k' - коефіцієнт фазової проникності для робочої рідини у привибійній зоні свердловини, м²; h - ефективна товщина пласта, м;

Частоту повторення імпульсів тиску для отримання заданого підвищення тиску визначають із відношення :

$$f = \frac{\Delta P}{P \cdot \tau},$$

де f - частота повторення імпульсів тиску, Гц; ΔP - величина підвищення пластового тиску, Па; P - значення тиску генератора імпульсів на рівні 0,707 від амплітудного, Па; τ - тривалість імпульсу тиску, с;

Сутність пропонованого винаходу полягає в способі розробки нафтового родовища без під-

римання пластового тиску, що включає відбір нафти через експлуатаційні свердловини і періодичну дію на пласт імпульсами тиску через експлуатаційні свердловини при закритих затрубних засувках, причому у свердловині створюють підвищення тиску, яке перевищує значення пластового тиску, за допомогою робочої рідини та генераторів імпульсів тиску встановлених на експлуатаційних свердловинах переведених у режим нагнітання, при цьому величину підвищення тиску на усталеному режимі роботи системи із генератором імпульсів тиску визначають із відношення:

$$\Delta P = \frac{Q \cdot \mu \cdot z \cdot \ln\left(\frac{\sigma}{\pi \cdot r_{зв}}\right)}{2\pi \cdot k' \cdot h}$$

Частоту повторення імпульсів тиску для отримання заданого підвищення тиску визначають із відношення:

$$f = \frac{\Delta P}{P \cdot \tau}$$

Підвищення тиску на вибої здійснюють за допомогою передачі енергії ударними механізмами, параметри яких визначають у залежності від глибини пласта, його гідропровідності, в'язкості робочої та пластової рідин, конструктивних параметрів свердловини, а також за допомогою періодичного протискування порцій робочої рідини в свердловину при кожному імпульсі при закритій затрубній засувці.

При цьому в теригенних колекторах, за рахунок дії імпульсів тиску відбувається:

- зменшення міцності "наповнювачів" пористого середовища, кольматуючого матеріалу, очистка порових каналів колекторів, ліквідація блокуючого впливу залишкових фаз газу, нафти та води, провокування фільтрації флюїду в неохоплених пропластках, підвищення охоплення пласта як по товщі, так і за простяганням;
- при перевищенні пластового тиску під час дії імпульсів тиску у привибійній зоні створюються гідропотоки, що дає можливість більш ефективно руйнувати колоїдно-дисперснї структури у поровому просторі привибійної зони;
- покращення фільтраційних характеристик заглинених колекторів;
- розблокування слабодренованих та застійних зон нафти в обводнених частинах пласта;
- підвищення ефективності взаємодії розчинників із поверхнею скелету породи та очищення привибійної зони від асфальтено-смолисто-парафінових відкладів.

Спосіб здійснюється наступним чином. Для вибраної свердловини проводять аналіз геолого-технічних характеристик та промислових даних для визначення відстані між свердловинами, зведеного радіусу свердловини, ефективної товщина пласта. В якості генератора для імпульсно-хвильового діяння вибирають генератор імпульсів тиску, що встановлюється на фонтанній арматурі експлуатаційних свердловин. Спочатку на середніх оборотах насосного агрегату проводять долив свердловини до появи циркуляції.

Потім закривають затрубну засувку та проводять гідродинамічне тестування свердловини

шляхом інтенсивної закачки у пласт порції робочої рідини об'ємом до 1 м^3 . Після цього зупиняють закачку і визначають коефіцієнт динамічної в'язкості робочої рідини, коефіцієнт, який враховує забруднення привибійної зони свердловини, коефіцієнт фазової проникності для робочої рідини у привибійній зоні свердловини.

Розраховують потрібну величину підвищення тиску на усталеному режимі роботи системи із генератором імпульсів тиску, причому значення середньої приймальності свердловини приймають рівним її дебіту при усталеній фільтрації:

$$\Delta P = \frac{Q \cdot \mu \cdot z \cdot \ln\left(\frac{\sigma}{\pi \cdot r_{зв}}\right)}{2\pi \cdot k' \cdot h}$$

де ΔP - величина підвищення пластового тиску, Па; Q - середня приймальність свердловини, $\text{м}^3/\text{с}$; μ - коефіцієнт динамічної в'язкості робочої рідини, Па·с; z - коефіцієнт, який враховує забруднення привибійної зони свердловини (визначається за даними дослідного нагнітання або за промисловими даними, що отримані на аналогічних родовищах); σ - половина відстані між свердловинами, м; $r_{зв}$ - зведений радіус свердловини, м; k' - коефіцієнт фазової проникності для робочої рідини у привибійній зоні свердловини, м^2 ; h - ефективна товщина пласта, м.

По значенню підвищення тиску визначають потрібну частоту повторення імпульсів тиску із відношення:

$$f = \frac{\Delta P}{P \cdot \tau}$$

де f - частота повторення імпульсів тиску, Гц; ΔP - величина підвищення пластового тиску, Па; P - значення тиску генератора імпульсів на рівні 0,707 від амплітудного, Па; τ - тривалість імпульсу тиску, с.

При закритій затрубній засувці вмикають генератор імпульсів тиску, внаслідок чого спостерігається підвищення тиску у свердловині за рахунок передачі енергії ударним механізмом та за рахунок періодичного протискування порцій робочої рідини в свердловину. Вказане призводить до найбільш глибокого та ефективного діяння на пласт та очищення привибійної зони, покращення фільтраційних характеристик заглинених колекторів, розблокування слабодренуваних і застійних зон нафти в обводнених частинах пласта, як результат підвищується коефіцієнт нафтовилу-

чення з пласта.

Коректування режимних параметрів установки проводять в ході періодичної імпульсно-хвильової дії на пласт генераторами імпульсів тиску встановлених на фонтанній арматурі експлуатаційних свердловин, переведених у режим нагнітання.

Доцільно в ході діяння на пласт в сусідніх свердловинах додатково проводити заміри термодинамічних вибійних параметрів. Отримана інформація дозволяє найбільш повно контролювати процес діяння.

В ході діяння, в залежності від стану привибійної зони, може виникнути необхідність зміни параметрів роботи генератора.

Спосіб високоєфективний, особливо на обводнених родовищах з відсутньою системою ППТ та реалізується із використанням існуючих технічних засобів. Використання даного способу розробки нафтового родовища збільшує охоплення зони діяння на пласт та підвищує коефіцієнт нафтовилучення на 5-7% в залежності від конкретного родовища.

Можливість здійснення даного способу та докази отримання позитивного ефекту від його використання показані на конкретному прикладі його реалізації.

Приклад. Здійснення способу на нафтовому родовищі "Кубаш-Луква". Внаслідок проведення аналіз геолого-технічних характеристик та промислових даних на свердловині №1 встановлено, що пластовий тиск рівний 1,1 МПа, глибина свердловини 150 м, середня продуктивність 0,15 $\text{м}^3/\text{добу}$, половина відстані між свердловинами 250 м, зведений радіус свердловини 0,032 м, ефективна товщина пласта 3 м. На фонтанній арматурі експлуатаційної свердловини встановили генератор імпульсів тиску, потім на середніх оборотах насосного агрегату провели долив свердловини до появи циркуляції. Потім закрили затрубну засувку та провели гідродинамічне тестування свердловини шляхом інтенсивної закачки у пласт порції робочої рідини об'ємом до 1 м^3 . Після цього зупинили закачку і визначили коефіцієнт динамічної в'язкості робочої рідини $5 \cdot 10^{-2}$ Па·с, коефіцієнт, який враховує забруднення привибійної зони свердловини 1,1, коефіцієнт фазової проникності для робочої рідини у привибійній зоні свердловини $9,75 \cdot 10^{-11}$ м. Розраховали потрібну величину підвищення тиску на усталеному режимі роботи системи із генератором імпульсів тиску, причому значення середньої приймальності свердловини приймали рівним її дебіту при усталеній фільтрації:

$$\Delta P = \frac{Q \cdot \mu \cdot z \cdot \ln\left(\frac{\sigma}{\pi \cdot r_{зв}}\right)}{2\pi \cdot k' \cdot h} = \frac{1.736 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 1.1 \cdot \ln\left(\frac{250}{\pi \cdot 0.032}\right)}{2\pi \cdot 9.75 \cdot 10^{-11} \cdot 3} = 4.062 \text{ кПа}$$

По значенню підвищення тиску визначили потрібну частоту повторення імпульсів тиску, при значенні тиску генератора імпульсів 2 МПа і тривалості імпульсу 0,01 с:

$$f = \frac{\Delta P}{P \cdot \tau} = \frac{4.062}{0.707 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 0.01} = 0.287 \text{ Гц}$$

При закритій затрубній засувці ввімкнули генератор імпульсів тиску, внаслідок чого спостерігається підвищення тиску у свердловині за рахунок передачі енергії ударним механізмом та за рахунок періодичного протискування порцій робочої рідини в свердловину. Вплив здійснювався протягом доби. В результаті був досягнутий технологіч-

7

92517

8

ний ефект збільшення дебіту сусідньої свердловини з 0,12 м³/добу до 0,126 м³/добу.

Джерела інформації:

1. RU, патент, 2136874, кл.6 E21B43/25, 1997.

2. SU, авторське свідоцтво, 1710709, кл. 6 E21B43/25, 1992.

3. RU, патент, 2117141, кл.6 E21B43/20, 1998.

Комп'ютерна верстка В. Мацело

Підписне

Тираж 26 прим.

Міністерство освіти і науки України

Державний департамент інтелектуальної власності, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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