



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 116723

(13) U

(51) МПК

E21B 43/12 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2017 03092**

(22) Дата подання заявки: **03.04.2017**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **25.05.2017**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.05.2017, Бюл.№ 10**

(72) Винахідник(и):

**Бажал Анатолій Гнатович (UA),
Барак Александр Мотелевіч (RU)**

(73) Власник(и):

**Бажал Анатолій Гнатович,
вул. Набережна, буд. 33, с. Бабаї,
Харківський район, Харківська обл., 62403,
Україна (UA),
Барак Александр Мотелевіч,
ул. Бабушкина, д. 55, г. Сергиев Посад,
Московская обл., 141315, Российская
Федерация (RU)**

(74) Представник:

**Аніщенко Людмила Анатоліївна, реєстр.
№265**

(54) СПОСІБ СВЕРДЛОВИННОГО ВИДОБУТКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН

(57) Реферат:

Спосіб свердловинного видобутку корисних копалин включає розкриття продуктивних пластів свердловинами, генерування теплової енергії безпосередньо в пласті. Теплову енергію генерують на капілярному мікрорівні шляхом пропускання електричного струму через природну або штучно створювану струмопровідну частину пласта з утворенням високотемпературного каналу в продуктивному пласті, і забезпечують керовану розрахункову температуру в розрахункових об'ємах продуктивного пласта. Розрахункову температуру визначають залежно від виду корисної копалини і забезпечують стан текучої фази заданих параметрів корисної копалини, що видобувається.

UA 116723 U

Корисна модель належить до технологій свердловинного видобутку корисних копалин і може бути використана для видобутку нафти, газу, бітумів, вугілля, радіоактивних і рідкісних металів, кольорових і дорогоцінних металів, підземної виплавки сірки.

В теперішній час актуальним є підвищення ефективності свердловинного видобутку корисних копалин і збільшення прибутковості режиму їх видобутку.

Ключовим напрямком підвищення ефективності свердловинного видобутку корисних копалин і збільшення прибутковості режиму їх видобутку є підвищення температури продуктивних пластів, що дозволяє інтенсифікувати технологічні процеси і підвищити продуктивність видобутку корисних копалин.

Ці технології сьогодні є інноваційними і мають потенціал подальшого вдосконалення.

Наприклад, доведення нафтовіддачі пластів до 50-60 % за рахунок підвищення температури пластів рівноцінно подвоєнню промислових запасів нафти. Підвищення температури продуктивного пласта до 120 °C дозволяє підвищити нафтовіддачу пласта до 80 %.

Підвищення температури продуктивних пластів при видобутку свердловинами рідкісних, радіоактивних, кольорових і дорогоцінних металів скорочує час переведення корисних копалин в розчин і відповідно час відпрацювання покладів корисних копалин в кілька разів при одночасному підвищенні коефіцієнтів вилучення.

Управління температурним полем при підземній виплавці сірки дозволяє його локалізувати в зоні продуктивного пласта, знизити собівартість видобутку, підвищити коефіцієнт вилучення, забезпечити екологічну безпеку.

Нагрівання газоносного пласта, заблокованого водою, технологічними рідинами або ретроградним конденсатом, вирішує дорогу проблему його розблокування, скорочує час відпрацювання покладу і підвищує газовіддачу пласта.

При цьому важливим моментом є забезпечення оптимального керованого температурного режиму для різного виду корисних копалин, що добуваються.

Відомі способи свердловинного видобутку корисних копалин (вуглеводнів) шляхом нагрівання продуктивного пласта закачуванням в пласт під тиском нагрітої води або перегрітої пари [1].

Задача корисної моделі полягає в паротепловому впливі на продуктивний пласт шляхом нагрівання води на поверхні в спеціальних нагрівальних пристроях до температури нижче температури випаровування і нагнітання нагрітої води через свердловини в продуктивний пласт. Більш ефективним було нагрівання води до температури перегрітої пари з подальшим її закачуванням в пласт через свердловини.

Основні недоліки паротеплового впливу на продуктивний пласт:

- швидке обводнення продукції, що видобувається;
- негативний вплив високої температури на свердловинне і устьове обладнання;
- руйнування скелета пласта і винесення великих об'ємів піску в свердловину;
- утворення стійких емульсій води з нафтою.

Обмеження відносно галузі застосування паротеплового впливу на нафтовий пласт:

- нафтонасиченість менше 40 %;
- пористість менше 20 %;
- нафтонасичена товщина не менше 6 м.
- проникність менше $100 \cdot 10^{-3}$ мкм²;
- коефіцієнт піщанистості менше 0,5;
- висока пошарова неоднорідність по проникності;
- висока в'язкість нафти (більше 1000 мПа * С);
- тріщинуватість колектора;
- зональна неоднорідність пласта по проникності;
- висока уривчастість пласта;
- велика глибина залягання пласта (більше 1000 м) і високий пластовий тиск;
- недостатня величина гірського тиску в неглибоко залягаючих пластах, для уникнення гідророзриву пласта при нагнітанні пари.

Процес паротеплового впливу ефективний при величині паронафтового фактора менше 13 т/т (кількість пари на 1 т нафти). Відомо, що для отримання 13 тонн пари спалюється 1 тонна нафти.

Найбільш близьким до технічного рішення, що заявляється, є спосіб свердловинного видобутку корисних копалин, зокрема спосіб видобутку рідких вуглеводнів [2], що включає в себе розкриття продуктивних пластів свердловинами, генерування теплової енергії безпосередньо в пласті. При цьому використовується процес внутрішньопластового горіння. Внутрішньопластове горіння - це тепловий метод видобутку нафти, при якому теплота

генерується безпосередньо в нафтовому пласті, у протидію термічному впливу шляхом закачування гарячого агента з поверхні.

При здійсненні даного способу внутрішньопластового горіння нафту підпалюють в пласті і горіння підтримують шляхом закачування повітря. При цьому кисень повітря входить в реакцію з паливом (нафтою), утворюючи CO_2 і воду з виділенням теплоти. Кількість енергії (теплоти), що виділилася, залежить від складу пластової нафти. При згорянні важких нафт виділяється приблизно 42-46 тис. КДж / кг.

В одних пластах нафта може під час накачування повітря спалахнути мимовільно, а в інших необхідне попереднє нагрівання.

При хімічній реакції між киснем повітря, що закачується, і пластовою нафтою виділяється теплота також без горіння. Залежно від складу нафти швидкість цього процесу окислення може бути достатньою, щоб температура підвищувалася до такого значення, при якому нафта спалахне. В іншому випадку запалювання нафти може проводитися за допомогою забійних нагрівачів, нагнітанням попередньо нагрітого повітря або попереднім закачуванням в пласт високоактивної нафти, використанням каталізаторів, що ініціюють внутрішньопластове горіння.

До недоліків даного способу з використанням внутрішньопластового горіння відносять наступне:

- неефективний розподіл теплоти при внутрішньопластовому горінні, що обумовлено тим, що значна зона нагріву утворюється позаду фронту горіння;
- пошкодження забійного обладнання та обсадних колон внаслідок досягнення фронтом горіння видобувних свердловин при впливі температури (до 650°C) і виникненні корозії;
- гравітаційне розшарування нафти, що відбувається внаслідок прослизання повітря через пластову нафту, воно знижує продуктивний видобуток;
- забруднення навколишнього середовища внаслідок попадання в атмосферу шкідливих продуктів горіння нафти при внутрішньопластовому горінні;
- сильна залежність економічних показників від властивостей пласта і нафти, що його насичує, при внутрішньопластовому горінні нафти.

При цьому слід зазначити наступні особливості видобутку нафти з використанням процесу внутрішньопластового горіння, які також можна віднести до недоліків.

Показником, що характеризує економічну ефективність процесу внутрішньопластового горіння, є співвідношення об'ємів закачаного повітря і видобутої нафти за рахунок внутрішньопластового горіння. При успішних процесах це співвідношення дорівнювало $3600 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Крім того, для підтримки процесу внутрішньопластового горіння необхідно в пласт постійно подавати великі об'єми окислювача (повітря, кисню). Для цього пласт повинен мати достатню проникність. Але в багатьох випадках вона не достатня і розподілена дуже нерівномірно.

Реакція між киснем і сирію нафтою починає протікати більш бурхливо при підвищенні температури і нафта може самозапалитись через деякий час після досягнення температури $100-150^\circ\text{C}$.

При температурі близько 260°C водень в нафті згоряє, виділяється вода і кокс.

При температурі 370°C кокс горить.

В області фронту горіння залишкове важке паливо (кокс) горить при температурі $315-650^\circ\text{C}$.

Кокс згоряє при величезних витратах повітря, що при видобутку нафти з високим вмістом важких вуглеводнів робить видобуток збитковим.

Вільний кисень може переходити через фронт горіння або обходити його по каналах пласта і, якщо це трапляється, на видобувних свердловинах виникають серйозні проблеми, пов'язані з безпекою робіт.

При цьому спосіб з використанням внутрішньопластового горіння в основному застосовується для видобутку нафти, і не передбачає свердловинний видобуток інших корисних копалин.

В основу корисної моделі поставлена задача створення такого способу свердловинного видобутку корисних копалин, в якому шляхом підвищення температури продуктивних пластів на місці їх залягання досягається підвищення ефективності свердловинного видобутку різних видів корисних копалин і значне збільшення прибутковості режиму їх видобутку при зниженні енерговитрат, зниження собівартості видобутку, а також значне скорочення часу отримання корисної копалини і зменшення рівня забруднення навколишнього середовища.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі свердловинного видобутку корисних копалин, що включає розкриття продуктивних пластів свердловинами, генерування теплової енергії безпосередньо в пласті, згідно з корисною моделлю, теплову енергію генерують на капілярному мікрорівні шляхом пропускання електричного струму через природну

або штучно створювану струмопровідну частину пласта з утворенням високотемпературного каналу в продуктивному пласті, і забезпечують керовану розрахункову температуру в розрахункових об'ємах продуктивного пласта, при цьому розрахункову температуру визначають залежно від виду корисної копалини і забезпечують стан текучої фази заданих параметрів корисної копалини, що видобувається.

При цьому штучну струмопровідну частину пласта із заданими параметрами провідності створюють всередині продуктивного пласта, або в підстиляючому або покриваючому його шарах.

Крім того, через природну або штучно створювану струмопровідну частину пласта пропускають змінний або постійний електричний струм з розрахунковими параметрами і структурою.

Причому задають розрахункову температуру, яка не перевищує або перевищує температуру пароутворення текучих фракцій в продуктивному пласті.

При цьому величину розрахункової температури, що не перевищує температуру пароутворення текучих фракцій в пласті, забезпечують шляхом насичення згаданого пласта мінералізованою рідиною.

Величину розрахункової температури пласта, що перевищує температуру пароутворення текучих фракцій в пласті, забезпечують шляхом утворення тріщин гідророзриву і подачі в продуктивний пласт разом з рідиною гідророзриву дрібнодисперсних фракцій високопровідних матеріалів з електронною провідністю.

Крім того, тріщини гідророзриву утворюють одночасним зустрічним гідророзривом з розрахункової кількості свердловин технологічного блока.

При видобутку важких і в'язких нафт, бітумів і вугілля температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта підвищують до температури їх переходу в парову фазу і газоподібний стан.

При цьому, при видобутку важких і в'язких нафт, бітумів і вугілля через високотемпературний канал в продуктивному пласті пропускають стиснене повітря і забезпечують режим високотемпературного піролізу важких фракцій.

При видобутку природного газу, при блокуванні капілярів пласта водою, технологічними рідинами або ретроградним конденсатом, температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта підвищують до температури випаровування блокуючих рідин.

При видобутку сланцевих вуглеводнів температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта підвищують до отримання в пласті надлишкового капілярного тиску.

При підземній виплавці сірки температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта підвищують до температури плавлення сірки.

При видобутку металів шляхом їх переведення в розчин на місці залягання, температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта підвищують до температури, що забезпечує максимальну швидкість переходу металу в розчин.

Завдяки тому, що теплову енергію генерують безпосередньо в пласті на капілярному мікрорівні шляхом пропускання електричного струму через природну струмопровідну частину пласта або при її відсутності через штучно створювану струмопровідну частину пласта з утворенням високотемпературного каналу в продуктивному пласті, забезпечують керовану розрахункову температуру в розрахунковому об'ємі продуктивного пласта і створюють в пласті розрахункове поле температур, необхідне для ефективного протікання технологічного процесу видобутку без подання текучих теплоносіїв із заданою температурою або додаткових рідин і газів для протікання хімічних реакцій теплоутворення в продуктивному пласті. При цьому нагрівається не весь поклад, як у всіх відомих способах, а тільки та частина пласта в розмірах технологічного блока, яка доступна для вилучення в короткий розрахунковий час.

При цьому розрахункову температуру визначають залежно від виду корисної копалини і забезпечують стан текучої фази заданих параметрів корисної копалини, що видобувається, що дозволяє досягти оптимального протікання всіх стадій технологічного процесу свердловинного видобутку корисних копалин певного виду.

Штучну струмопровідну частину пласта із заданими параметрами провідності створюють всередині продуктивного пласта, або в підстиляючих або покриваючих його шарах, забезпечуючи розрахункову йонну провідність пласта, що дозволяє підвищити температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта.

При цьому внаслідок пропускання змінного або постійного електричного струму з розрахунковими параметрами і структурою через природну або штучно створювану струмопровідну частину пласта забезпечують швидке нагрівання продуктивного пласта до заданих температур. Це дозволяє зробити не тільки швидкий відбір корисного продукту з

прогрітого продуктивного пласта, але також дозволяє різко знизити собівартість видобутого свердловинами продукту, оскільки основні експлуатаційні витрати на його видобуток становлять саме витрати на нагрів продуктивного пласта.

Завдяки тому, що задають розрахункову температуру, яка не перевищує або перевищує температуру пароутворення текучих фракцій в продуктивному пласті, досягається керований температурний режим розрахункового об'єму продуктивного пласта необхідний для оптимального протікання всіх стадій технологічного процесу свердловинного видобутку корисних копалин залежно від виду корисної копалини, наприклад, для видобутку нафти, газу, бітумів, вугілля, радіоактивних і рідкісних металів, кольорових і дорогоцінних металів, підземної виплавки сірки.

Завдяки тому, що величину розрахункової температури, що не перевищує температуру пароутворення текучих фракцій в пласті, забезпечують шляхом насичення згаданого пласта мінералізованою рідиною, наприклад, водою з заданим рівнем мінералізації або технологічними розчинами, досягається розрахункова іонна провідність пласта, що дозволяє підвищити температуру пласта не вище температури випаровування рідкої мінералізованої фази (води).

Завдяки тому, що величину розрахункової температури пласта, що перевищує температуру пароутворення текучих фракцій в пласті, забезпечують шляхом утворення тріщин гідророзриву і подачі в продуктивний пласт разом з рідиною гідророзриву дрібнодисперсних фракцій високопровідних матеріалів з електронною провідністю, наприклад, графіту, алюмінієвої пудри, пилоподібних фракцій вугілля-антрациту і т.п. в розрахунковій концентрації, досягається розрахункова висока температура при проходженні електричного струму заданих параметрів і структури. При цьому тріщини гідророзриву утворюють одночасним зустрічним гідророзривом з розрахункової кількості свердловин технологічного блока, що прискорює процес утворення тріщин і забезпечує їх розміщення в одній площині, і в цілому дозволяє інтенсифікувати процес видобутку.

Підвищенням температури розрахункового об'єму продуктивного пласта при видобутку важких і в'язких нафт, бітумів і вугілля до температури їх переходу в парофазний і газоподібний стан, забезпечують можливість подальшої конденсації їх парофазних фракцій в пласті або на поверхні в рідкі вуглеводні, а газові фракції утилізувати як ринковий паливний продукт.

Підвищення температури продуктивного пласта до температури плавлення важких вуглеводнів (нафтенів, асфальтенів, смол, парафінів) дозволяє перейти на продуктивний свердловинний видобуток важких і в'язких нафт і бітумів, розвідані запаси яких, перевищують в 7 разів розвідані запаси легких нафт.

Прогрів нафтового пласта до температури пароутворення текучих середовищ в ньому збільшує рухливість в'язких нафт на 2-3 порядки. Це здатне підвищити продуктивність свердловин в 10-30 разів.

При цьому завдяки тому, що при видобутку важких і в'язких нафт, бітумів і вугілля через високотемпературний канал в продуктивному пласті пропускають стиснене повітря і забезпечують режим високотемпературного піролізу важких фракцій, значно підвищується ефективність видобутку.

Переведення вугілля на місці залягання в локалізованому високотемпературному полі в парогазові фракції дозволяють ввести в промислову експлуатацію незліченні енергетичні ресурси вугільних родовищ з більш низькою собівартістю, ніж вуглеводневі енергетичні ресурси.

Підвищенням температури розрахункового об'єму продуктивного пласта при видобутку природного газу, при блокуванні капілярів пласта водою, технологічними рідинами або ретроградним конденсатом, до температури випаровування блокуючих рідин, досягається розблокування заблокованих дрібнокапілярних масивів газоносного пласта, скорочення часу відпрацювання покладу і підвищення газовіддачі пласта.

Підвищенням температури розрахункового об'єму продуктивного пласта при видобутку сланцевих вуглеводнів до отримання в пласті надлишкового капілярного тиску досягається підвищення коефіцієнта вилучення і зниження термінів відпрацювання продуктивних пластів.

Завдяки підвищенню температури розрахункового об'єму продуктивного пласта при підземній виплавці сірки до температури плавлення сірки досягається скорочення часу отримання корисної копалини, підвищення коефіцієнта вилучення, зниження собівартості видобутку, а також забезпечується екологічна безпека видобутку.

Підвищенням температури розрахункового об'єму продуктивного пласта при видобутку металів шляхом їх переведення в розчин на місці залягання, до температури, що забезпечує максимальну швидкість переходу металу в розчин досягається скорочення часу відпрацювання покладів корисних копалин при одночасному підвищенні коефіцієнтів вилучення і зниженні собівартості за рахунок скорочення експлуатаційних витрат.

Спосіб свердловини видобутку корисних копалин здійснюють таким чином.

Продуктивний пласт розкривають сіткою свердловин за розрахунковою схемою їх взаємного розташування.

На локальній ділянці відпрацьовуваного технологічного блока в продуктивному пласті генерують теплову енергію шляхом пропускання електричного струму на капілярному мікрорівні через природну струмопровідну частину пласта або при її відсутності через штучно створювану струмопровідну частину пласта з утворенням високотемпературного каналу в продуктивному пласті, підводячи електричний струм, наприклад, змінний або постійний електричний струм з розрахунковими параметрами і структурою, і забезпечують швидке нагрівання продуктивного пласта до заданих температур. При цьому нагрів оптимального об'єму продуктивного пласта електричним струмом здійснюють протягом 3-5 днів.

Розрахункову температуру нагрівання визначають залежно від виду корисної копалини і забезпечують стан текучої фази заданих параметрів корисної копалини, що видобувається, що дозволяє здійснювати оптимальне протікання всіх стадій технологічного процесу свердловинного видобутку корисних копалин певного виду.

Штучну струмопровідну частину пласта із заданими параметрами провідності створюють всередині продуктивного пласта, або в підстиляючому або покриваючому його шарах, забезпечуючи розрахункову провідність пласта, що дозволяє підвищити температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта.

Електричну енергію в продуктивний пласт для його нагрівання підводять або через технологічні свердловини, або через спеціально пробурені.

Електричний струм, що підводиться, забезпечує в пласті розрахункове поле температур, необхідне для ефективного протікання технологічного процесу видобутку без подання в пласт текучих теплоносіїв із заданою температурою або додаткових рідин і газів для протікання хімічних реакцій теплоутворення в продуктивному пласті. При цьому нагрівають не весь поклад, а тільки ту оптимальну частину пласта в розмірах технологічного блока, яка доступна для вилучення в короткий розрахунковий час. Той обсяг масиву продуктивного пласта, який за цей час не відпрацьовують, не нагрівається, за винятком фонових нагріву розсіяним теплом.

При цьому задають розрахункову температуру, яка не перевищує або перевищує температуру пароутворення текучих фракцій в продуктивному пласті, яка визначається в залежності від фізико-хімічних характеристик корисної копалини. Під впливом заданого керованого температурного режиму забезпечують стан текучої фази заданих параметрів корисної копалини, що видобувається, що дозволяє досягти оптимального протікання всіх стадій технологічного процесу свердловинного видобутку корисних копалин певного виду, наприклад для видобутку нафти, газу, сланцевих вуглеводнів, бітумів, вугілля, радіоактивних і рідкісних металів, кольорових і дорогоцінних металів, підземної виплавки сірки.

Величину розрахункової температури, що не перевищує температуру пароутворення текучих фракцій в пласті, забезпечують шляхом насичення мінералізованою рідиною (мінералізованою водою або технологічних розчинів) природної або штучно створюваної струмопровідної частини продуктивного пласта. В результаті чого електричний опір продуктивного пласта і, отже, теплова потужність, що підводиться, дозволяє отримати таку розрахункову провідність, яка підвищує температуру пласта не вище температури випаровування рідкої мінералізованою фази і забезпечує стан текучої фази заданих параметрів корисної копалини, що видобувається.

Величину розрахункової температури пласта, що перевищує температуру пароутворення текучих фракцій в пласті, забезпечують шляхом утворення тріщин гідророзриву і подання в продуктивний пласт разом з рідиною гідророзриву дрібнодисперсних фракцій високопровідних матеріалів з електронною провідністю.

При цьому тріщини гідророзриву утворюють одночасним зустрічним гідророзривом з розрахункової кількості свердловин технологічного блока, в результаті чого відбувається утворення в пласті тріщин гідророзриву, що з'єднуються, перекривають, розрахунковий обсяг масиву продуктивного пласта на розрахунковій позначці.

У тріщини гідророзриву як пропант разом з рідиною розриву нагнітають дрібнодисперсні фракції високопровідних матеріалів з електронною провідністю, наприклад графіту, алюмінієвої пудри, пилоподібних фракцій вугілля-антрациту і т.п., в розрахунковій концентрації, що забезпечує високу температуру при проходженні електричного струму заданих параметрів і структури.

Це дозволяє при видобутку важких і в'язких нафт, бітумів і вугілля всіх видів температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта підвищити до температури їх переходу в текучий стан, в тому числі в паровий і газоподібний стан. В такому текучому стані корисних копалин

проводять їх вилучення, значно скоротивши час вилучення і підвищивши коефіцієнт видобування і ефективність видобутку в цілому.

При видобутку важких і в'язких нафт, бітумів і вугілля через високотемпературний канал в продуктивному пласті пропускають стиснене повітря і забезпечують режим високотемпературного піролізу важких фракцій. При цьому під впливом електричного струму відбувається швидке нагрівання частини струмопровідного шару з утворенням високотемпературного каналу, а після досягнення розрахункової температури електричний нагрів припиняють і через високотемпературний канал в продуктивному пласті пропускають стиснене повітря. В результаті цього встановлюється високотемпературний піроліз важких фракцій з тепловим режимом (до 500 °C), що самопідтримується. Це значно знижує витрати, скорочує час і підвищує ефективність видобутку.

При цьому важкі і в'язкі нафти, бітуми і вугілля переводять в парофазний і газоподібний стан з подальшою конденсацією їх парофазних фракцій в пласті або на поверхні в рідкі вуглеводні, а газові фракції утилізують як ринковий паливний продукт.

При видобутку природного газу з газових резервуарів заблокованих водою, технологічними рідинами і ретроградним конденсатом, попередньо здійснюють розблокування капілярних структур газових резервуарів. Для цього температуру розрахункового об'єму продуктивного газового пласта підвищують до температури випаровування блокуючих рідин. Це дозволяє значно скоротити час відпрацювання покладу і підвищити газовіддачу пласта.

При видобутку сланцевих вуглеводнів температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта підвищують до отримання в пласті надлишкового капілярного тиску, що дозволяє підвищити коефіцієнт вилучення і знизити термін відпрацювання продуктивних пластів.

На сьогоднішній момент видобування при видобутку сланцевих вуглеводнів становить 6-12 %. Підвищення температури розрахункового об'єму продуктивного пласта до отримання в пласті надлишкового капілярного тиску дозволяє підвищити коефіцієнт вилучення до 60-70 %.

При підземній виплавці сірки температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта підвищують до температури плавлення сірки. Для цього проводять нагрів струмопровідної частини продуктивного пласта до температури текучості сірки шляхом локалізованого нагріву електричним струмом. В результаті цього забезпечують переведення не текучих спочатку середовищ в текучий стан і далі проводять видобуток сірки. Це дозволяє скоротити час вилучення корисної копалини до 30 % і підвищити видобування сірки, знизивши за рахунок цього собівартість корисної копалини, що видобувається, до 20 %. При цьому забезпечується екологічна безпека видобутку сірки.

При видобутку металів температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта підвищують шляхом нагрівання електричним струмом струмопровідної частини продуктивного пласта для підвищення текучості розчину і забезпечують максимальну швидкість переходу металу в розчин і далі зі свердловини видобувають метал в текучому стані. При цьому досягається скорочення часу відпрацювання покладів корисних копалин при одночасному підвищенні коефіцієнтів вилучення і зниженні собівартості за рахунок скорочення експлуатаційних витрат.

При таких умовах здійснюють інтенсифікацію переходу в розчин металів при їх свердловинному видобутку, наприклад, радіоактивних і рідкісних металів, кольорових і дорогоцінних металів, а також забезпечують підвищення коефіцієнта вилучення всіх нафт, в тому числі в'язких і важких (до 70 %), сланцевих (розсіяних) вуглеводнів, газу, бітумів, всіх видів вугілля, сірки, а також скорочують терміни обробки покладів корисних копалин при їх видобутку.

Основним фактором, що визначає економічну ефективність запропонованого способу видобутку корисних копалин, є багаторазове зниження часу нагріву пласта і часу вилучення корисної копалини з оброблюваного технологічного блока.

Наприклад, видобуток нафти з пласта, що має такі характеристики:

- піщаний пласт пористістю 30 %,
- нафтонасиченістю 75 %
- і водонасиченістю 25 %,
- об'ємом 1 м³ містить 0,225 м³ нафти.

При нагріванні від 20 °C до 315 °C цього об'єму нафтового резервуару на місці залягання витрачається 0,035 м³ нафти, або 15,5 % від запасів, що в ньому містяться.

Втрати тепла через покрівлю і підшву пласта прийняті 40 %.

При цьому коефіцієнт використання тепла в одиницю часу не буде перевищувати 15 %.

Зі збільшенням часу нагріву пласта і часу видобування нафти з пласта пропорційно зростають і сумарні теплові втрати.

Витрати енергії на нагрів продуктивного пласта в наведеному прикладі, віднесені до видобутку нафти з одного кубічного метра масиву продуктивного пласта. Для реального технологічного блока об'ємом, наприклад, 1 млн. м³ продуктивного резервуара, наведені цифри енерговитрат на нагрів треба множити на 1 млн.

5 У реальних умовах при підводі тепла в свердловини нагрітим теплоносієм в стовбурі свердловини втрачається 15-17 % енергії. Втрати енергії в навколишню породу складають до 40 %. Втрати енергії з вилученням продуктом складають до 20 %. На нагрів скелета продуктивного пласта витрачається до 1/3 підведеної до пласта енергії.

10 Економічна ефективність видобутку корисного продукту досягається при швидкому вилученні його з нагрітого продуктивного пласта при забезпеченні досить швидкого нагріву продуктивного пласта.

Відомо, що при найшвидшому існуючому способі нагріву продуктивного пласта внутрішньопластовому горінні, радіус фронту горіння за два роки нагнітання повітря в пласт досягає 16 метрів.

15 При цьому експериментально встановлені оптимальні параметри нагнітання повітря в пласт при внутрішньопластовому горінні, при яких забезпечується максимальна швидкість просування фронту горіння 10 см на добу.

У той час як швидкість дренажування текучого середовища в нафтовому пласті може досягати від 1 м/годину до 100 м/годину залежно від проникності, текучості флюїду і депресії.

20 Таким чином, забезпечивши швидке нагрівання продуктивного пласта електричним струмом за заявленою технологією, наприклад за 3-5 днів, і далі провівши швидку відкачку з нагрітого продуктивного пласта флюїду, досягаємо в 10-30 разів швидший видобуток корисного продукту з продуктивного пласта, ніж існуючі методи нагріву пласта. В результаті цього в 10-30 разів будуть знижені експлуатаційні витрати на видобуток, основу яких складають витрати на нагрів пласта, що значно знизить собівартість видобутого свердловинами продукту.

25 Запропонований спосіб був випробуваний на видобувних свердловинах і показав ефективність його використання при видобутку нафт, в тому числі в'язких і важких, сланцевих (розсіяних) вуглеводнів, газу, бітумів, всіх видів вугілля, сірки, металів.

30 Свердловинний видобуток рідких і газоподібних енергоресурсів з бітумів і з невидобутих важких і в'язких нафт по способу, що заявляється, дозволяють отримати конкурентноспроможні ринкові енергоресурси з собівартістю до 3-х разів нижчою, ніж видобуваються сьогодні свердловинами вуглеводні, такі як нафта або газ.

35 Свердловинний видобуток рідких і газоподібних енергоресурсів з вугільних покладів (бурих, кам'яного вугілля і антрацитів) по способу, що заявляється, дозволяє отримати конкурентноспроможні ринкові енергоресурси з собівартістю до 5 разів нижчою, ніж видобуваються сьогодні свердловинами вуглеводні.

40 Свердловинний видобуток металів (радіоактивних, рідкісних, кольорових, дорогоцінних) шляхом їх переведення в розчин на місці залягання з нагріванням продуктивного пласта по способу, що заявляється, дозволяє прискорити їх перевод в розчин і скорочує час відпрацювання покладів від 3-6 років, до 2-3 років пропорційно знизивши їх собівартість за рахунок скорочення експлуатаційних витрат.

45 Так даний спосіб дозволяє вирішити складну проблему розблокування заблокованих водою, технологічними рідинами, ретроградним конденсатом дрібнокапілярних масивів газоносного пласта, що дозволяє значно знизити собівартість видобутку газу на 30-50 % за рахунок скорочення термінів відпрацювання покладів, підвищення видобування при значному зниженні експлуатаційних витрат.

50 При свердловинному видобутку сланцевих (розсіяних) вуглеводнів спосіб, що заявляється, вирішує основні проблеми видобутку сланцевих вуглеводнів - знижує собівартість і підвищує видобування. Підвищення температури продуктивних сланцевих пластів за технологією, що заявляється, дозволяє підвищити видобування від існуючих на 6-12 % до теоретично можливих 60-70 %, виходячи тільки з економічної доцільності.

55 При підземній виплавці сірки нагрів продуктивного пласта до температури текучості сірки шляхом локалізованого нагріву електричним струмом по способу, що заявляється, дозволяє скоротити час вилучення корисної копалини до 30 % і підвищити видобування, знизивши за рахунок цього собівартість корисної копалини, що видобувається, до 20 %.

Таким чином, даний спосіб забезпечує підвищення ефективності свердловинного видобутку різних видів корисних копалин і значне збільшення прибуткового режиму їх видобутку при зниженні енерговитрат, зниження собівартості видобутку, а також значне скорочення часу отримання корисної копалини і зменшення рівня забруднення навколишнього середовища.

60 Джерела інформації:

1. Антоніаді Д.Г. та ін. Наукові основи розробки нафтових родовищ термічним методом. - М.: Недра, 1995. - с. 24-27, с. 66-150.

2. Антоніаді Д.Г. та ін. Наукові основи розробки нафтових родовищ термічно методом. - М.: Недра, 1995. - с. 28-30, с. 154-257.

5

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб свердловинного видобутку корисних копалин, що включає розкриття продуктивних пластів свердловинами, генерування теплової енергії безпосередньо в пласті, який **відрізняється** тим, що теплову енергію генерують на капілярному мікрорівні шляхом пропускання електричного струму через природну або штучно створювану струмопровідну частину пласта з утворенням високотемпературного каналу в продуктивному пласті, і забезпечують керовану розрахункову температуру в розрахункових об'ємах продуктивного пласта, при цьому розрахункову температуру визначають залежно від виду корисної копалини і забезпечують стан текучої фази заданих параметрів корисної копалини, що видобувається.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що штучну струмопровідну частину пласта із заданими параметрами провідності створюють всередині продуктивного пласта, або в підстиляючому або покриваючому його шарах.
3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що через природну або штучно створювану струмопровідну частину пласта пропускають змінний або постійний електричний струм з розрахунковими параметрами і структурою.
4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що задають розрахункову температуру, яка не перевищує або перевищує температуру пароутворення текучих фракцій в продуктивному пласті.
5. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що величину розрахункової температури, що не перевищує температуру пароутворення текучих фракцій в пласті, забезпечують шляхом насичення згаданого пласта мінералізованою рідиною.
6. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що величину розрахункової температури пласта, що перевищує температуру пароутворення текучих фракцій в пласті, забезпечують шляхом утворення тріщин гідророзриву і подання в продуктивний пласт разом з рідиною гідророзриву дрібнодисперсних фракцій високопровідних матеріалів з електронною провідністю.
7. Спосіб за п. 6, який **відрізняється** тим, що тріщини гідророзриву утворюють одночасним зустрічним гідророзривом з розрахункової кількості свердловин технологічного блока.
8. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що при видобутку важких і в'язких нафт, бітумів і вугілля температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта підвищують до температури їх переходу в парофазний і газоподібний стан.
9. Спосіб за п. 8, який **відрізняється** тим, що через високотемпературний канал в продуктивному пласті пропускають стиснене повітря і забезпечують режим високотемпературного піролізу важких фракцій.
10. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що при видобутку природного газу при блокуванні капілярів пласта водою, технологічними рідинами або ретроградним конденсатом, температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта підвищують до температури випаровування блокуючих рідин.
11. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що при видобутку сланцевих вуглеводнів температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта підвищують до отримання в пласті надлишкового капілярного тиску.
12. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що при підземній виплавці сірки температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта підвищують до температури плавлення сірки.
13. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що при видобутку металів шляхом їх переведення в розчин на місці залягання, температуру розрахункового об'єму продуктивного пласта підвищують до температури, що забезпечує максимальну швидкість переходу металу в розчин.

Комп'ютерна верстка В. Мацело

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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