



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52648 (13) C2
(51) 7 E21B43/27,43/26,43/22,E21F7/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВИДОБУВАННЯ МЕТАНУ З ПІДЗЕМНОГО ВУГЛЕЦЕВОГО ВІДКЛАДУ

1

(21) 98094936
(22) 21 09 1998
(24) 15 01 2003
(31) 08/934 585
(32) 22 09 1997
(33) US
(46) 15 01 2003, Бюл. № 1, 2003 р
(72) Різ Уолтер К., US, Бросс Стивен В., US
(73) БАСТАР РЕСОУРСЕС, ІНК., US
(56) UA 8855, C2, 30 09 1996
SU 1774025, A1, 07 11 1992
GB 2309719 A, 06 08 1997
(57) 1 Спосіб видобування метану з підземного вуглецевого відкладу, який включає пробурювання щонайменше однієї свердловини, який відрізняється тим, що включає також нагнітання в зазначений відклад водного розчину окисника, що містить щонайменше один окисник, який вибрано з групи, до якої входять пероксид, озон, кисень, діоксид хлору, гіпохлорит, водорозчинні солі металів - хлорноватистої кислоти, перхлорат, хлорат, персульфат, перборат, перкарбонат, перманганат і нітрат, а також їх суміш, витримування водного розчину окисника в зазначеному відкладі впродовж певного вибраного періоду часу і видобування метану із зазначеного відкладу
2 Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що до складу підземних вуглецевих відкладів входять глинисті мінерали, і метан добувають з поверхонь глинистих мінералів у відкладах
3 Спосіб за п. 1 або п. 2, який відрізняється тим, що водорозчинними солями металів є солі натрію або калію
4 Спосіб за п. 3, який відрізняється тим, що вод-

2

ний розчин окисника містить водний розчин щонайменше однієї солі, вибраної з-посеред перхлоратів, персульфатів, перборатів, перкарбонатів і перманганатів натрію і калію
5 Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який відрізняється тим, що водний розчин окисника нагнітають у відклад через свердловину, зазначену свердловину закривають на певний вибраний час, після чого метан видобувають із зазначеної свердловини
6 Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який відрізняється тим, що відклад було розірвано тріщинами, що простягаються від згаданої свердловини, до нагнітання водного розчину окисника
7 Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який відрізняється тим, що водний розчин окисника містить рідину для гідророзривання відкладу, яку нагнітають за умов розривання для розривання зазначеного відкладу
8 Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який відрізняється тим, що зазначений водний розчин окисника витримують в згаданому відкладі впродовж щонайменше 24 годин
9 Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який відрізняється тим, що зазначений окисник присутній в кількості, що досягає межі розчинності зазначеного окисника у воді
10 Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який відрізняється тим, що у підземному вуглецевому відкладі пробурюють щонайменше одну нагнітальну свердловину і щонайменшу одну добувну свердловину, і тим, що водний розчин окисника нагнітають в зазначений відклад через нагнітальну свердловину, і метан відбирають із зазначеного відкладу через добувну свердловину

Даний винахід відноситься до способів підвищення швидкості видобування метану з підземного вуглецевого відкладу за допомогою хімічного стимулювання відкладу водним розчином окисника для підвищення швидкості видобування метану із зазначеного відкладу. Даний винахід застосовний для підвищення видобування метану з відкладів, до складу яких нарівні з вуглецевими речови-

нами входять неорганічні речовини, наприклад, як у випадку відкладу вуглистого сланцю. Підвищена швидкість видобування забезпечується за допомогою збільшення площі поверхні органічних складових відкладу, які містять вуглеводні, за допомогою інтенсифікації утворення тріщин і інших нових поверхонь в згаданих вуглецевих речовинах, завдяки чому полегшується десорбування легких вуглево-

(19) UA (11) 52648 (13) C2

днів із відповідного вуглецевого відкладу Вуглецеві відклади, такі як сланці, частково складаються з глинистих мінералів Даний винахід може бути застосований також для підвищення ефективності видобування легких вуглеводнів, адсорбованих згаданими глинистими мінералами

У відкладі, що включає вуглецеві речовини, які можуть включати мацериали, керогени і інші органічні речовини, разом з неорганічними речовинами, наприклад, пісками, глинами і подібними кластичними речовинами, виявляються значні кількості газоподібного метану У цьому описі такі відклади називають "вуглецеві відклади" До складу багатьох таких вуглецевих відкладів входять значні кількості метану або інших адсорбованих або адсорбованих легких вуглеводнів типу метану, однак видобування метану з таких відкладів ускладнено, оскільки проникність і площа оголеної поверхні вуглецевих речовин, що входять до їх складу, надто низькі для забезпечення ефективного вивільнення метану з відкладу

Терміни "адсорбований" або "адсорбований" в даному описі використовуються взаємозамінно і відносяться до метану або інших легких вуглеводнів, які знаходяться в вуглецевих речовинах або на їх поверхні, і до метану або інших легких вуглеводнів, які знаходяться в глинисто-мінеральних речовинах, що входять до складу вуглецевого відкладу, або на поверхні цих речовин

Відповідно, робляться постійні зусилля, спрямовані на створення способів імпування впливу факторів, які зумовили утворення у вугільному відкладі більш розвиненої тріщинуватості і підвищення швидкості видобування метану з вуглецевих відкладів

Згідно з даним винаходом, надається спосіб підвищення швидкості видобування метану з підземного вуглецевого відкладу, в якому пробурена щонайменше одна свердловина, причому вказаний спосіб включає

а) нагнітання в зазначений відклад водного розчину окисника, що включає щонайменше один окисник, який обрано із групи, до якої входять пероксид, озон, кисень, діоксид хлору, гіпохлорит, водорозчинні солі металів — хлорнуватистої кислоти, перхлорат, хлорат, персульфат, перкарбонат, перманганат і нітрат, а також їх поєднання,

б) витримування зазначеного водного розчину окисника в зазначеному відкладі впродовж певного обраного часу, і

с) видобування метану із зазначеного відкладу з підвищеною швидкістю

Нагнітання водного розчину окисника в зазначений відклад і витримування розчину у відкладі впродовж обраного періоду часу інтенсифікує і полегшує десорбування метану та інших легких вуглеводнів з глинисто-мінеральних складових відкладу, уможливорює переміщення метану із зазначеного відкладу в стовбур свердловини, і уможливорює видобування метану із зазначеного відкладу з підвищеною швидкістю

До числа придатних окисників відносяться пероксид, озон, кисень, діоксид хлору, гіпохлорит, водорозчинні солі металів — хлорнуватистої кислоти, перхлорат, хлорат, персульфат, перкарбонат, перманганат і нітрат, а також їх поєднання

Відповідно до одного з варіантів здійснення даного винаходу, швидкість видобування метану з підземного вуглецевого відкладу, в якому пробурена щонайменше одна нагнітальна свердловина і щонайменше одна добувна свердловина, підвищується шляхом

а) нагнітання в зазначений відклад через зазначену нагнітальну свердловину водного розчину окисника, що містить щонайменше один окисник, і

б) видобування метану із зазначеного відкладу через зазначену добувну свердловину з підвищеною швидкістю

Даний винахід допомагає підвищити ефективність видобування метану з вуглецевих речовин, що містяться у відкладі разом з неорганічними речовинами, і підвищує ефективність видобування метану з неорганічних речовин, в яких і якими він адсорбований

Нижче наведено докладний опис даного винаходу з посиланнями на варіанти його здійснення, яким віддається перевага, і за допомогою прикладених графічних фігур, на яких

Фіг 1 - схематичне зображення свердловини, пробуреної в підземному вуглецевому відкладі з поверхні,

Фіг 2 - схематичне зображення свердловини, пробуреної в підземному вуглецевому відкладі з поверхні, де у вугільному відкладі були утворені тріщини,

Фіг 3 - схематичне зображення нагнітальної свердловини і добувної свердловини, пробурених в підземному вуглецевому відкладі з поверхні,

Фіг 4 - схематичне зображення нагнітальної свердловини і добувної свердловини, пробурених в підземному вуглецевому відкладі з поверхні, де у вуглецевому відкладі були утворені тріщини з боку нагнітальної свердловини, і

Фіг 5 - схема розташування свердловин для конфігурації з п'яти свердловин

Опис переважних варіантів здійснення винаходу

При описуванні фігур одні й ті ж цифрові позначення будуть використовуватися для позначення однакових або схожих елементів

На Фіг 1 показано вуглецевий відклад 10, в якому з поверхні пробурена свердловина 14 У стовбурі свердловини 14 у відповідному положенні за допомогою цементу 18 встановлена обсадна труба 16 Незважаючи на те, що стовбур свердловини 14 обсаджений, потрібно розуміти, що в показаних на фігурах варіантах здійснення, яким віддається перевага, свердловини можуть бути необсадженими або частково обсадженими У альтернативному варіанті обсадна труба 16, що заходить в вуглецевий відклад 10 або проходить крізь нього, може мати отвори на ділянці обсадної труби 16, що знаходиться у вуглецевому пласті, які забезпечують надходження рідини з обсадної труби 16 до вуглецевого відкладу У стовбурі свердловини 14, що проходить у вуглецевий відклад 10, знаходяться насосно-компресорна труба 20 і ущільнювач 22 Ущільнювач 22 розташований таким чином, щоб запобігати проходженню рідини у просторі між зовнішнім діаметром насосно-компресорної труби 20 і внутрішнім діаметром обсадної труби 16 Для стовбура свердловини 14,

крім того, передбачено обладнання 24, виконане з можливістю нагнітання потоку газу або рідини у вуглецевий відклад 10 або для добування потоку газу або рідини з вуглецевого відкладу 10

При практичному здійсненні даного винаходу водний розчин окисника нагнітається, як показано стрілкою 26, через насосно-компресорну трубу 20 у вуглецевий відклад 10, як показано стрілками 28. Зони, які зазнають обробки, показані лініями 30. Водний розчин окисника нагнітають у вуглецевий відклад 10 впродовж певного періоду часу для посилення або інтенсифікації утворення додаткових площі поверхні або тріщин у органічних речовинах, які містяться у вуглецевому відкладі 10. Водний розчин окисника нагнітають у вуглецевий відклад 10 впродовж певного періоду часу і в кількості, які вважаються достатніми для підвищення здатності органічних речовин, присутніх у вуглецевому відкладі 10 в зонах 30, до десорбції метану й інших легких вуглеводнів, які адсорбовані цими органічними речовинами, або на їхній поверхні. Через певний період часу або після завершення нагнітання певної кількості водного розчину окисника свердловина може бути закрита на період часу, який може досягати 24 год або бути ще довшим. Свердловину звичайно закривають доти, поки тиск в стовбурі не повернеться до рівня тиску у відкладі, і додають ще щонайменше 12 додаткових годин. В альтернативному варіанті час нагнітання водного розчину окисника може виявитися таким, що відповідає періоду часу, впродовж якого окисник має знаходитися у вуглецевому відкладі 10. Період закриття свердловини забезпечує можливість переміщення розчину окисника у вуглецевий відклад 10 для окиснення його складових, і, тим самим, збільшення площі поверхні і тріщин в органічних речовинах, присутніх у вуглецевому відкладі 10. Період закриття свердловини, крім того, забезпечує можливість переміщення розчину окисника у вуглецевий відклад 10 для відділення метану та інших легких вуглеводнів, адсорбованих глинистими мінералами, присутніми у вуглецевому відкладі 10. Після періоду закриття вода, метан або й те, й інше можуть добуватися з вуглецевого відкладу 10 для обезводнення останнього в зонах 30 і видобування метану. Термін "обезводнення", як він використовується в цьому тексті, не означає повне вилучення води з вуглецевого відкладу 10, а, натомість, вилучення з вуглецевого відкладу 10 такої кількості води, якої достатньо для відкриття каналів в системі тріщин у вуглецевому відкладі 10, завдяки чому метан може видобуватися по цих каналах з вуглецевого відкладу 10.

Водний розчин окисника містить окисник, який обрано із групи, до якої входять пероксид, озон, кисень, діоксид хлору, гіпохлорит, водорозчинні солі металів - хлорноватистої кислоти, перхлорат, хлорат, перборат, персульфат, перкарбонат, перманганат і нітрат, а також їх поєднання. До солей металів, яким віддається перевага, належать солі натрію та калію. Як правило зазначений окисник використовується в концентраціях, що досягають межі розчинності даного окисника у водному розчині. У випадку пероксиду і озону, окисник, як правило, присутній в кількостях, що становлять приблизно до десяти (10) (мас.) відсотків водного

розчину окисника, хоч, у випадку необхідності, можуть використовуватися і більш високі концентрації. Такі окисники використовувалися як агенти для розкладання гелю в рідині для підрозривання нафтогазоносних відкладів (fracturing fluid gel breaking), і є наявними на ринку. Нагнітання розчину окисника полегшує утворення додаткової вільної площі поверхні і тріщин у вуглецевому відкладі і полегшує вивільнення метану та інших легких вуглеводнів з органічних речовин і з поверхні глинистих мінералів, якими вони адсорбовані.

У варіанті здійснення, зображеному на Фіг 1, використовується одна свердловина для нагнітання водного розчину окисника для хімічного посилення або інтенсифікації утворення додаткової вільної площі поверхні і тріщин в органічних речовинах, присутніх у вуглецевому відкладі 10, і полегшення вивільнення вуглеводнів, адсорбованих глинистими мінералами, присутніми в зонах 30, наслідком чого є вивільнення пластової води і підвищення швидкості видобування метану з вуглецевого відкладу 10. Термін "підвищення", як він використовується в даному тексті, означає зміну у порівнянні з вуглецевим відкладом, що не зазнав обробки.

На Фіг 2 показаний подібний варіант здійснення, за винятком того, що у вуглецевому відкладі 10 утворені тріщини 32. Свердловина працює практично так само, як показано на Фіг 1, за винятком того, що у вуглецевому відкладі 10 тріщини були утворені заздалегідь або вони утворюються за допомогою рідини, яка протягом принаймні частини операції утворення тріщин може містити водний розчин окисника. У випадку, коли вуглецевий відклад 10 є досить непроникним, як початковий захід інтенсифікації утворення тріщин, який передуює застосуванню водного розчину окисника для промивки тріщин, може бути застосований, наприклад, звичайний метод утворення тріщин. Промивання тріщин водним розчином окисника після їх утворення підвищує проникність на ділянках, які контактують із тріщинами. У таких випадках свердловину бажано закривати, як обговорювалося вище, і окисники обираються з числа тих самих окислювальних речовин, які обговорювалися раніше. Тріщини утворюються у вуглецевому відкладі 10 до нагнітання водного розчину окисника. Розчин окисника, у випадку необхідності, може включати рідину для підрозривання відкладу. Крім того, водний розчин окисника може також, у випадку необхідності, нагнітатися у вуглецевий відклад вище або нижче градієнта (тиску) підвального розриву пласта.

На фіг 3 показана нагнітальна свердловина 34 і добувна свердловина 36, пробурені у вуглецевому відкладі 10 з поверхні 12. Нагнітальна свердловина 34 знаходиться на такий відстані від добувної свердловини 36, яка залежить від характеристик конкретного вуглецевого відкладу тощо. Відповідно до даного винаходу, описаний вище водний розчин окисника нагнітається у вуглецевий відклад 10 через нагнітальну свердловину 34, як показано стрілкою 26 і стрілками 28, для обробки зон 30, які можуть простягатися від нагнітальної свердловини 34 практично по колу, однак, у варіанті, якому віддається перевага, як правило, простягаються у бік

найближчої добувної свердловини або добувних свердловин. Добувна свердловина 36 розташована таким чином, щоб з її допомогою з вуглецевого відкладу 10 добувати воду і метан. Як результат добування води і метану через добувну свердловину 36, водний розчин окисника переміщується у бік добувної свердловини 36. Нагнітання водного розчину окисника бажано продовжувати до збільшення об'єму води в добувній свердловині 36, або до досягнення необхідного підвищення проникності, або збільшення площі поверхні, або підвищення об'єму видобутих рідин. Підвищення проникності, збільшення площі поверхні або об'єму видобутих з добувної свердловини 36 рідин свідчить про підвищення проникності, або збільшення площі поверхні, або про те й інше разом у вуглецевому відкладі 10, що супроводжується вивільненням додаткових кількостей рідин з вуглецевого відкладу 10 для видобування, як показано стрілками 38, через добувну свердловину 36 і трубопровід 40. Стрілки 38 показані направленими у бік добувної свердловини 36 з обох сторін з врахуванням того, що добування води буде продовжуватися, з більш низькою швидкістю, і з необроблених ділянок вуглецевого відкладу 10.

Варіант здійснення, представлений на Фіг 4, подібний зображеному на Фіг 3, за винятком того, що у вуглецевому відкладі 10 були утворені тріщини 32. Тріщини 32 у варіанті здійснення, представленому на Фіг 2, можуть мати практично будь-яку протяжність. У протилежність цьому, у варіанті здійснення, представленому на Фіг 4, довжина тріщин 32 у варіанті, якому віддається перевага, становить не більше ніж половину відстані до добувної свердловини 36. Зрозуміло, що у випадку, якщо тріщини 32 досягають добувної свердловини 36, буде важко використати будь-яке витіснення рідиною або газом між нагнітальною свердловиною 34 і добувною свердловиною 36. Бажано, щоб довжина тріщин була не більше ніж половина відстані між нагнітальною свердловиною 34 і добувною свердловиною 36. Водний розчин окисника в тріщинах 32 використовується так, як обговорювалося раніше.

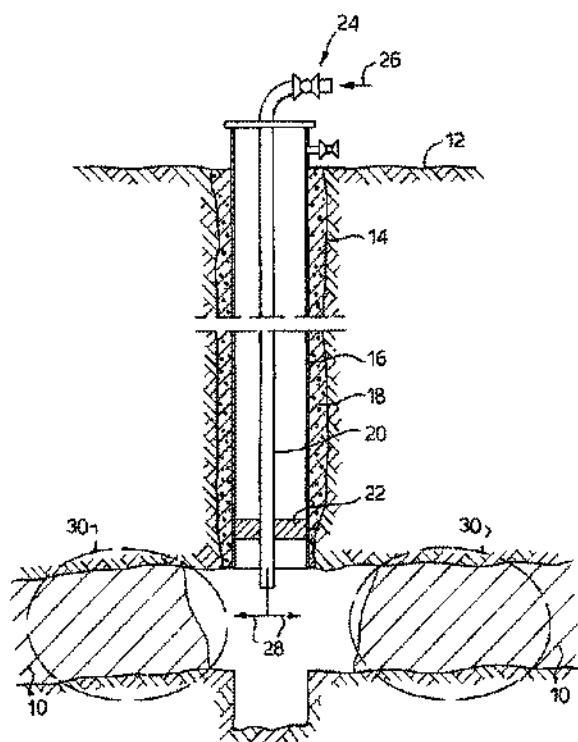
На Фіг 5 представлена схема розташування свердловин для конфігурації з п'яти свердловин. Схеми з декількома свердловинами, наприклад, схеми з п'ятьма свердловинами, є ефективними для практичного здійснення даного винаходу, і вони можуть рекурентно повторюватися на великій площі. Такі схеми добре відомі фахівцям в даній галузі техніки, і буде наданий лише стислий опис. На схемі, представленій на Фіг 5, водний розчин окисника нагнітається через нагнітальну свердловину 34 для обробки зон 30 для підвищення ефективності добування води і метану з добувних свердловин 36. При досягненні необхідного рівня утворення тріщин або підвищення проникності, про що свідчить підвищення швидкості добування рідин з добувних свердловин 36, нагнітання водного розчину окисника припиняється, а нагнітальна свердловина 34 може бути перетворена в добувну свердловину. Видобування на даній ділянці після цього може проводитися через первинні добувні

свердловини і перетворену нагнітальну свердловину. Ділянки 30 посиленого утворення тріщин підвищать швидкість добування метану і, зрештою, ефективність його видобування.

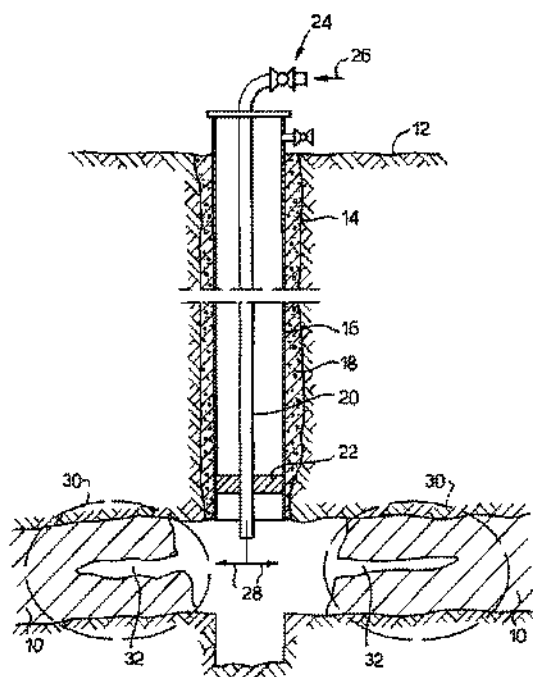
Спосіб, запропонований цим винаходом, придатний також як етап попередньої обробки при здійсненні обробки з нагнітанням газу для підвищення ефективності добування метану з вуглецевого відкладу 10. Добре відомим є застосування діоксиду вуглецю, окремо або в поєднанні з іншими газами, для підвищення ефективності видобування метану з вугільного відкладу. Фахівцям в цій галузі техніки точно так само добре відоме застосування інертних газів, наприклад, азоту, аргону тощо для добування додаткових кількостей метану з вугільного відкладу за допомогою підвищення тиску у вугільному відкладі і, тим самим, добування додаткової кількості метану, оскільки парціальний тиск метану в атмосфері вугільного пласта знижується. Застосування подібних процесів вимагає проникності відкладу для потоку газу через відклад (або для проходження потоку газу в відклад), для того щоб метан можна було добувати, і, крім того, необхідно, щоб об'єми метану, що знаходяться в органічних речовинах, мали вільні поверхні, через які вони могли б десорбуватися. Спосіб, запропонований цим винаходом, інтенсифікує утворення вільних поверхонь і тріщин в органічних речовинах і підвищує проникність вуглецевого відкладу, в якому органічні речовини присутні у великих кількостях і утворюють суцільну мережу, що піддається обробці, і може використовуватися перед застосуванням обробки за допомогою витіснення газом або десорбції газу для підвищення ефективності добування метану.

Хоча Заявники не бажають зв'язувати себе якою-небудь окремою теорією, спосіб, запропонований цим винаходом, може функціонувати за допомогою утворення вільних поверхонь або системи тріщин в зонах вуглецевого відкладу, що обробляються розчином окисника. Загалом, спосіб, запропонований цим винаходом, забезпечує ефективне збільшення площі поверхні, придатної для десорбування метану з мацералів, керогенів і інших неорганічних речовин, присутніх у відкладі, в якому містяться певні кількості метану. Виявляється, що в подібному вуглецевому відкладі метан може бути адсорбований неорганічними речовинами, зокрема, глинами, а також органічними речовинами, і що швидкість видобування метану як з органічних, так і з неорганічних речовин підвищується за допомогою способу, запропонованого цим винаходом.

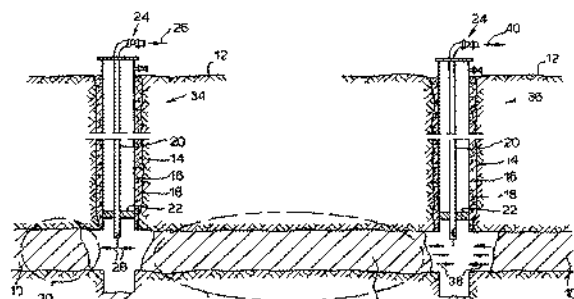
Після опису даного винаходу з посиланням на деякі з варіантів його здійснення, яким віддається перевага, потрібно зазначити, що обговорені варіанти здійснення є ілюстративними по своїй природі, але не обмежувальними, і що в межах обсягу даного винаходу можливі численні варіанти і модифікації. Багато таких варіантів і модифікацій можуть бути визнані очевидними і бажаними фахівцями в даній галузі техніки після ознайомлення з наведеним вище описом варіантів здійснення, яким віддається перевага.



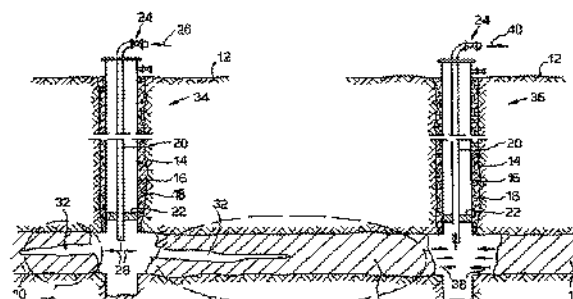
Фиг. 1



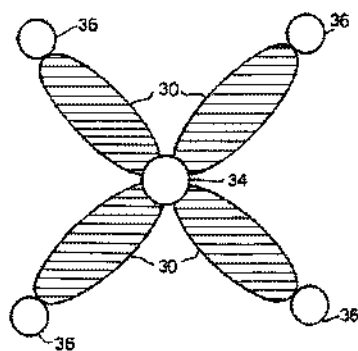
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5