

(19) C2 (11) 52647 (13) UA

(98) а/с 925, м. Харків, 61082

(85) null

(74) Шляховецький Олександр Михайлович, (UA)

(45) [2003-01-15]

(43) [1999-08-30]

(24) 2003-01-15

(22) 1998-09-21

(12) null

(21) 98094935

(46) 2003-01-15

(86)

(30) 08/934.722 1997-09-22 US

(54) СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ ВИДОБУВАННЯ МЕТАНУ З ПІДЗЕМНОГО ВУГІЛЬНОГО ВІДКЛАДУ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ ДОБЫЧИ МЕТАНА ИЗ ПОДЗЕМНОГО УГОЛЬНОГО ОТЛОЖЕНИЯ METHOD FOR INCREASE OF THE RATE OF METHANE EXTRACTION FROM UNDERGROUND COAL BED

(56) UA 8855, C2, 30.09.1996 1 SU 1774025 A1, 07.11.1992 1 SU 1693265, A1, 23.11.1991 1 GB 2309720, A, 31.01.1996 2 US 5494108 A, 27.02.1996 2

(71)

(72) US Піз Уолтер К. US Піз Уолтер К. US Піз Уолтер К. US Бросс Стівен В. US Бросс Стівен В. US Бросс Стівен В.

(73) US ВАСТАР РЕСОУРСЕС, ІНК. US ВАСТАР РЕСОУРСЕС, ІНК. US ВАСТАР РЕСОУРСЕС, ІНК.

Способ повышения скорости добычи метана из подземного угольного отложения, в котором пробурена по меньшей мере одна буровая скважина, включает нагнетание в названное отложение водного раствора окислителя, выдержку последнего в отложении в течение определенного выбранного времени и добычу метана. При этом раствор окислителя содержит по меньшей мере один окислитель, который выбран из группы, в которую входят диоксид хлора, водорастворимые соли металлов - перхлорат, перборат, хлорат, персульфат, перкарбонат, перманганат и нитрат, а также их смесь.

Спосіб підвищення швидкості видобування метану з підземного вугільного відкладу, в якому пробурена щонайменше одна свердловина, включає нагнітання в згаданий відклад водного розчину окисника, витримання останнього у відкладі впродовж певного вибраного часу і видобування метану. При цьому розчин окисника містить щонайменше один окисник, який вибрано з групи, до якої входять діоксид хлору, водорозчинні солі металів - перхлорат, перборат, хлорат, персульфат, перкарбонат, перманганат і нітрат, а також їх суміш.

Method for increasing rate of methane extraction from underground coal beds with at least one well drilled in it includes pumping in to the bed water solution of oxidizer, with soaking the last one in the bed during specific selected time, and extraction of methane. At that, the solution of oxidizer includes at least one oxidizer chosen from the group including chlorine dioxide, water-dissolvable salts of metals – perchlorate, perborate, chlorate, persulphate, percarbonate, permanganate and nitrate, and the mix of those.

1. Спосіб підвищення швидкості видобування метану з підземного вугільного відкладу, в якому пробурена щонайменше одна свердловина, за допомогою нагнітання в згаданий відклад водного розчину окисника, витримування водного розчину окисника у відкладі впродовж певного вибраного часу для інтенсифікації утворення тріщин в згаданому відкладі і видобування метану із згаданого вугільного відкладу з підвищеною швидкістю, який **відрізняється** тим, що згаданий розчин окисника містить щонайменше один окисник, який вибрано з групи, до якої входять діоксид хлору, водорозчинні солі металів - перхлорат, перборат, хлорат, персульфат, перкарбонат, перманганат і нітрат, а також їх суміш.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що водорозчинними солями металів є солі натрію або калію.
3. Спосіб за п. 2, який **відрізняється** тим, що водний розчин окисника включає водний розчин щонайменше однієї солі, яку вибрано з групи, яка включає перхлорати, персульфати, перборати, перкарбонати, перманганати і нітрати натрію і калію.
4. Спосіб за п. 1 або п. 2, або п. 3, який **відрізняється** тим, що водний розчин окисника нагнітають у зазначений відклад через першу свердловину, згадану першу свердловину закривають на певний вибраний час, після чого із згаданої першої свердловини видобувають метан з підвищеною швидкістю.
5. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що відклад було розірвано тріщинами, що простягаються від згаданої свердловини, до нагнітання водного розчину окисника.
6. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що водний розчин окисника включає рідину для гідророзривання відкладу, яку нагнітають за умов розривання для розривання згаданого відкладу.
7. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що згаданий водний розчин окисника витримують в згаданому відкладі впродовж щонайменше 24 годин.
8. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що згаданий окисник присутній в кількості, що досягає межі розчинності згаданого окисника у воді.
9. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що пробурюють щонайменше одну нагнітальну свердловину і щонайменше одну добувну свердловину, і тим, що він включає операції нагнітання водного розчину окисника в згаданий відклад через згадану нагнітальну свердловину і видобування метану із згаданого вугільного відкладу через згадану добувну свердловину з підвищеною швидкістю.

Даний винахід відноситься до способів підвищення швидкості видобування метану з підземного вугільного відкладу за допомогою хімічного стимулювання відкладу водним розчином окисника для підвищення швидкості видобування метану із згаданого відкладу.

У підземному кам'яновугільному відкладі знаходяться значні кількості газоподібного метану. Для підвищення ефективності видобування метану з вугільного відкладу вдаються до цілого ряду процесів.

Найпростішим з них є процес зниження тиску, коли у вугільному відкладі з поверхні пробурюють свердловину, і метан видобувають з неї за допомогою зниження тиску, завдяки чому метан десорбується з вугільного відкладу і переміщується в свердловину і на поверхню. Цей спосіб неефективний, оскільки вугільний відклад, як правило, майже позбавлений пор, і метан, як правило, знаходиться не в порах вугільного відкладу, а абсорбований вугіллям. Видобування метану з вугільного відкладу подібним способом є можливим, але цей процес є порівняно повільним.

Природна проникність деяких вугільних відкладень досить висока для того, щоб забезпечити можливість видалення води *in situ* і, тим самим, підвищити швидкість видобування метану. У деяких відкладах системи тріщин, розвинені в процесі діагенезу вугільного пласта, зумовлюють наявність каналів, по яких вода і метан переміщуються в добувної свердловини для подальшого відбирання. При видаленні води або "обезводненні" вугільного відкладу вода видалається з каналів, завдяки чому метан з більшою швидкістю переміщується по каналах до добувної свердловини.

Багато які вугільні відклади позбавлені екстенсивне розвинених систем тріщин, або тріщинуватість у них повністю не розвинена. Подібні вугільні відклади характеризуються вельми низькою проникністю для води і газу і не забезпечують досить високого темпу відбирання останніх. Внаслідок цього вода заповнює канали, і видобування метану з таких вугільних відкладень зі значною швидкістю стає ускладненим або неможливим. Подібна низька проникність вугільних відкладів, що містять воду, зумовлена повною або майже повною насиченістю їх водою. Можливо, що вугільні відклади з краще розвиненою тріщинуватістю в геологічному минулому могли зазнати впливу дифузійної окислювальної рідини якогось типу, в той час як вугільні відклади з менш розвиненою тріщинуватістю не мають ознак впливу окислювальної рідини в геологічному минулому.

Терміни "абсорбований" або "адсорбований" в даному описі використовуються взаємозамінно і відносяться до метану або інших легких вуглеводнів, які знаходяться в вуглецевих або інших речовинах або на їх поверхні.

Відповідно, робляться постійні зусилля, спрямовані на розвиток способів повторення впливу умов у вугільному відкладі з краще розвиненою тріщинуватістю в геологічному минулому і підвищення швидкості видобування метану з таких відкладень.

У нашій заявці GB-A-2309719 ми описуємо спосіб підвищення швидкості видобування метану з підземного вугільного відкладу, який включає нагнітання водного розчину окисника у відклад і витримання згаданого розчину в згаданому відкладі впродовж періоду часу, достатнього для стимулювання утворення тріщин в згаданому відкладі. Зокрема, як придатні окисники згадані пероксид водня, озон і кисень. У наступних експериментах з використанням як окисників солей металів і деяких галоїдвмісних сполук, однак, ми виявили, що згадана обробка іноді викликає несподівані і небажані побічні ефекти, наприклад, повторні реакції з компонентами відкладу, наслідком чого є закупорка тріщин і, отже, підвищення ефективності видобування метану, яке не досягає оптимуму. Більше того, неможливо передбачити, яка з солей металів або яка з галоїдвмісних сполук виявиться пов'язаною з цими небажаними побічними ефектами. Однак, в результаті додаткового екстенсивного експериментування, ми виявили, що згадані побічні ефекти можна звести до мінімуму або уникнути їх, якщо як окисник брати щонайменше один з групи, до якої входять діоксид хлору і водорозчинні солі металів — перхлорат, хлорат, персульфат, перборат, перкарбонат, перманганат і нітрат.

Відповідно до даного винаходу, пропонується спосіб підвищення швидкості видобування метану з підземного вугільного відкладу, в якому пробурена щонайменше одна нагнітальна свердловина, за допомогою нагнітання водного розчину окисника в згаданий відклад, витримання згаданого водного розчину окисника в згаданому відкладі впродовж періоду часу, достатнього для стимулювання утворення тріщин в згаданому відкладі, і видобування метану із згаданого відкладу з підвищеною швидкістю, який відрізняється тим, що згаданий розчин окисника містить щонайменше один окисник, який обрано з групи, до якої входять діоксид хлору, водорозчинні солі металів — перхлорат, перборат, хлорат, персульфат, перкарбонат, перманганат і нітрат, а також їх поєднання.

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

а) нагнітання водного розчину окисника в згаданий відклад через згадану

нагнітальну свердловину і

b) видобування метану із згаданого вугільного відкладу через згадану добувну свердловину з підвищеною швидкістю.

Нижче наведено докладний опис даного винаходу, що надає ефективний спосіб підвищення ефективності видобування метану з вугільного відкладу, з посиланням на переважні варіанти його здійснення і за допомогою прикладених графічних фігур, на яких:

Фіг.1 - схематичне зображення свердловини, пробуреної в підземному вугільному відкладі з поверхні;

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

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

Фіг.4 - схематичне зображення нагнітальної свердловини і добувної свердловини, пробурених в підземному вугільному відкладі з поверхні, де у вугільному 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 і ті ж цифрові позначення будуть використовуватися для позначення однакових або схожих елементів.

На Фіг.1 показаний вугільний 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 переважних варіантах здійснення, показаних на фігурах, свердловини можуть бути як обсадженими, так і необсадженими. В альтернативному варіанті обсадна труба 16, що заходить в вугільний відклад 10 або проходить крізь нього, може мати отвори на ділянці обсадної труби 16, що знаходиться у вугільному пласті, які забезпечують проходження рідини з обсадної труби 16 до вугільного відкладу. У стовбурі свердловини 14, що проходить у вугільний 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. У стовбурі свердловини 14, крім того, розміщено обладнання 24, виконане з можливістю нагнітання потоку газу або рідини у вугільний відклад 10 або відбирання потоку газу або рідини з вугільного відкладу 10.

При здійсненні даного винаходу водний розчин окисника нагнітається, як показано стрілкою 26, через насосно-компресорну трубу 20 у вугільний відклад 10, як показано стрілками 28. Зони, які зазнають обробки, показані лініями 30. Водний розчин окисника нагнітають у вугільний відклад 10 впродовж певного періоду часу для посилення або інтенсифікації утворення провідної безперервної системи тріщин у вугільному відкладі 10. Водний розчин окисника нагнітають впродовж такого періоду часу і в такій кількості, які вважаються достатніми для підвищення проникності вугільного відкладу 10 в зонах 30. Через певний обраний період часу або після того, як було здійснено нагнітання певної обраної 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 свердловини не повернеться до рівня тиску у відкладі, і додають ще 12 додаткових годин. У альтернативному варіанті, час нагнітання водного розчину окисника може виявитися таким, що відповідає періоду часу, впродовж якого окисник має знаходитися у вугільному відкладі. Час закриття забезпечує можливість переміщення окисника у вугільний відклад 10 для окиснення складових вугільного відкладу 10 з метою посилення розвитку системи тріщин у вугільному відкладі 10. Після періоду закриття вода, метан або і те і інше можуть відбиратися з вугільного відкладу 10 для обезводнення останнього в зонах 30 і видобування метану. Термін "обезводнення" не означає повне вилучення води з вугільного відкладу 10, а, швидше, вилучення з вугільного відкладу 10 такої кількості води, якої достатньо для відкриття каналів в системі тріщин у вугільному відкладі 10, завдяки чому метан може видобуватися з вугільного відкладу 10 через ці канали.

Водний розчин окисника містить щонайменше один з окисників, який обрано з групи, до якої входять діоксид хлору і водорозчинні солі металів -перхлорат, хлорат, персульфат, перборат, перкарбонат, перманганат, нітрат, а також їх поєднання. Перевага віддається водорозчинним солям металів -перхлорату, персульфату, перборату, хлорату, перкарбонату, перманганату, нітрату і їх сполученням; серед них особлива перевага віддається солям натрію та калію — перхлорату, хлорату, персульфату, перборату, перкарбонату, перманганату, нітрату і їх поєднанням. У типовому випадку згаданий окисник використовується в концентраціях, що досягають межі розчинення даного окисника у водному розчині.

До солей металів, яким віддається перевага, належать солі натрію та калію. Такі окисники використовувалися як агенти для розкладання геля в рідині для гідророзривання нафтогазоносних відкладів (fracturing fluid gel breaking), і є наявними

на ринку.

У варіанті здійснення, зображеному на Фіг. 1, одна свердловина використовується для нагнітання водного розчину окисника для хімічного посилення або інтенсифікації утворення системи тріщин в зонах 30, наслідком чого є випуск пластової води і підвищення швидкості видобування метану з вугільного відкладу 10. Термін "підвищення", що використовується в даному описі, означає зміну у порівнянні з вугільним відкладом, що не зазнав обробки.

На Фіг.2 показаний подібний варіант здійснення, за винятком того, що у вугільному відкладі 10 утворені тріщини 32. Свердловина працює, по суті, так само, як показано на Фіг.1, за винятком того, що у вугільному відкладі 10 тріщини були утворені заздалегідь або вони утворюються рідиною, до складу якої протягом принаймні частини операції утворення тріщин може входити водний розчин окисника. У випадку, якщо вугільний відклад 10 є досить непроникним, як початковий захід інтенсифікації утворення тріщин, який передусє застосуванню водного розчину окисника для промивки тріщин, може бути використаний, наприклад, звичайний метод утворення тріщин. Промивання тріщин водним розчином окисника підвищує проникність на ділянках, дотичних до тріщин. У таких випадках свердловина може закриватися, як обговорювалося раніше, і окисники обрані з числа тих, що вказані вище. Тріщини утворюються у вугільному відкладі 10 до нагнітання розчину окисника. Розчин окисника, у випадку необхідності, може містити рідину для гідророзривання відкладу. Крім того, водний розчин окисника може також, у випадку необхідності, нагнітатися у вугільний відклад вище або нижче градієнта (тиску) гідравлічного розриву пласта. На Фіг.3 показана нагнітальна свердловина 34 і добувна свердловина 36, пробурені у вугільному відкладі 10 з поверхні 12. Нагнітальна свердловина 34 знаходиться на такій відстані від добувної свердловини 36, яка залежить від характеристик конкретного вугільного відкладу тощо. Відповідно до даного винаходу, вищеописаний водний розчин окисника нагнітається у вугільний відклад 10 через нагнітальну свердловину 34, як показаний 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 вугільного відкладу 10 відбирати воду і метан. Внаслідок відбирання 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 підвищення об'єму відібраних рідин. Збільшення проникності або підвищення об'єму відібраних з добувної свердловини 36 рідин свідчить про утворення або посилення утворення тріщин у вугільному відкладі 10, наслідком чого є підвищення проникності, завдяки чому додаткові кількості рідин вивільнюються з вугільного 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 відбирання води буде продовжуватися, з більш низькою швидкістю, і з необроблених ділянок вугільного відкладу 10.

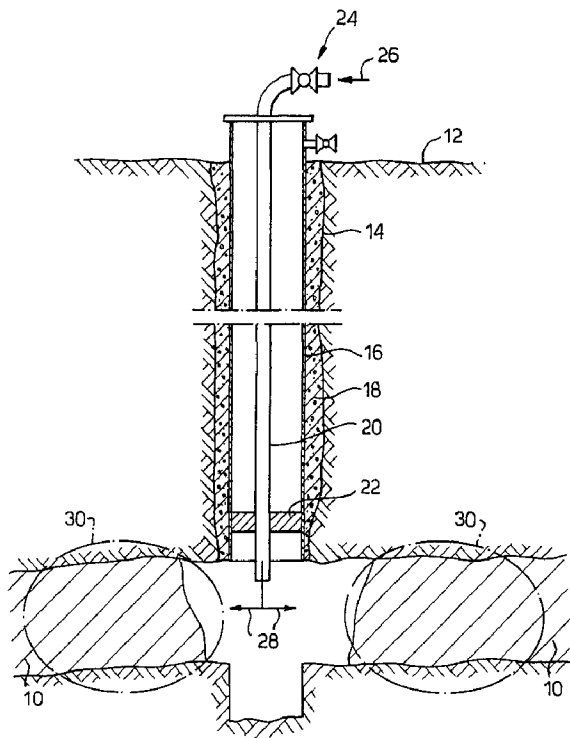
Варіант здійснення, представлений на Фіг.4, подібний зображеному на Фіг.3, за винятком того, що у вугільному відкладі 10 були утворені тріщини 32. Тріщини 32 у варіанті здійснення, представленою на Фіг.2, можуть мати практично будь-яку протяжність. У протилежність цьому, у варіанті здійснення, представленою на Фіг.4, довжина тріщин 32, в бажаному варіанті, становить не більше ніж половина 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, як обговорювалося вище.

На Фіг.5 представлена схема розташування свердловин для конфігурації з п'яти свердловин. Схеми розміщення декількох свердловин, наприклад, схема розміщення п'яти свердловин, є ефективними для практичного здійснення даного винаходу, і вони можуть рекурентно повторюватися на великій площі. Подібні схеми добре відомі фахівцям в даній області техніки, і буде наданий лише стислий опис. На схемі, представленою на Фіг.5, водний розчин окисника нагнітається через нагнітальну свердловину 34 для обробки зон 30 для підвищення ефективності видобування води і метану з добувних свердловин 36. При досягненні необхідного рівня утворення тріщин або підвищення проникності, про що свідчить підвищення швидкості відбору 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 посиленого утворення тріщин підвищать швидкість відбирання 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 відбирання метану з вугільного 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 даній області техніки так само добре відоме застосування інертних газів, наприклад, азоту, аргону тощо для видобування додаткових кількостей метану з вугільного відкладу за допомогою підвищення тиску у відкладі і, тим самим, видобування додаткової кількості метану, оскільки парціальний тиск метану в атмосфері вугільного пласта знижується. Застосування подібних процесів вимагає проникності відкладу для потоку газу в або через відклад для того, щоб метан можна було відбирати. Спосіб, запропонований цим винаходом, підвищує проникність вугільного відкладу і може використовуватися перед застосуванням обробки за допомогою витіснення газом або десорбції газу для підвищення видобування метану.

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



Фиг. 1

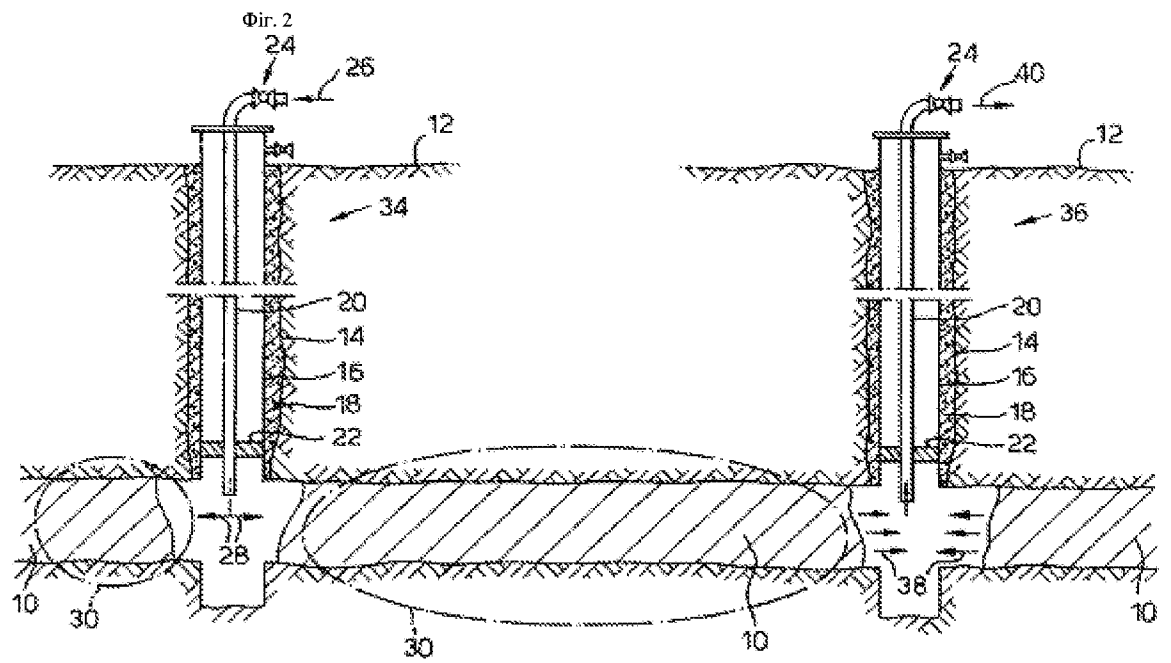
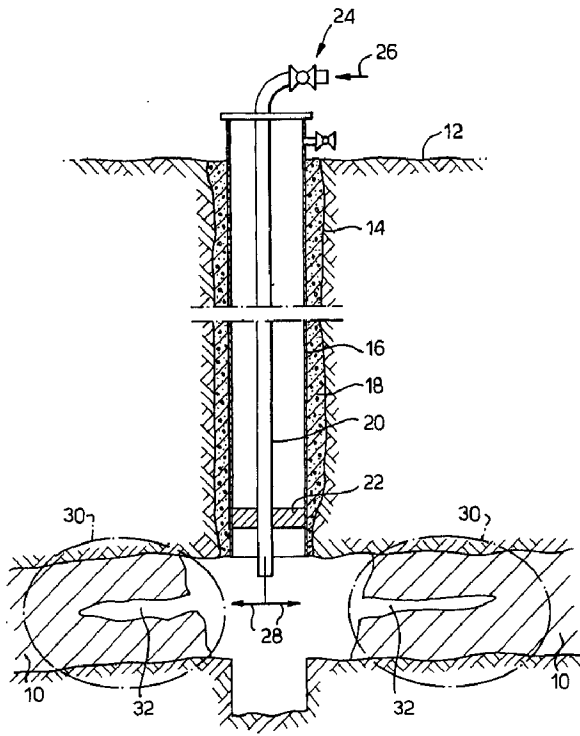


Fig. 3

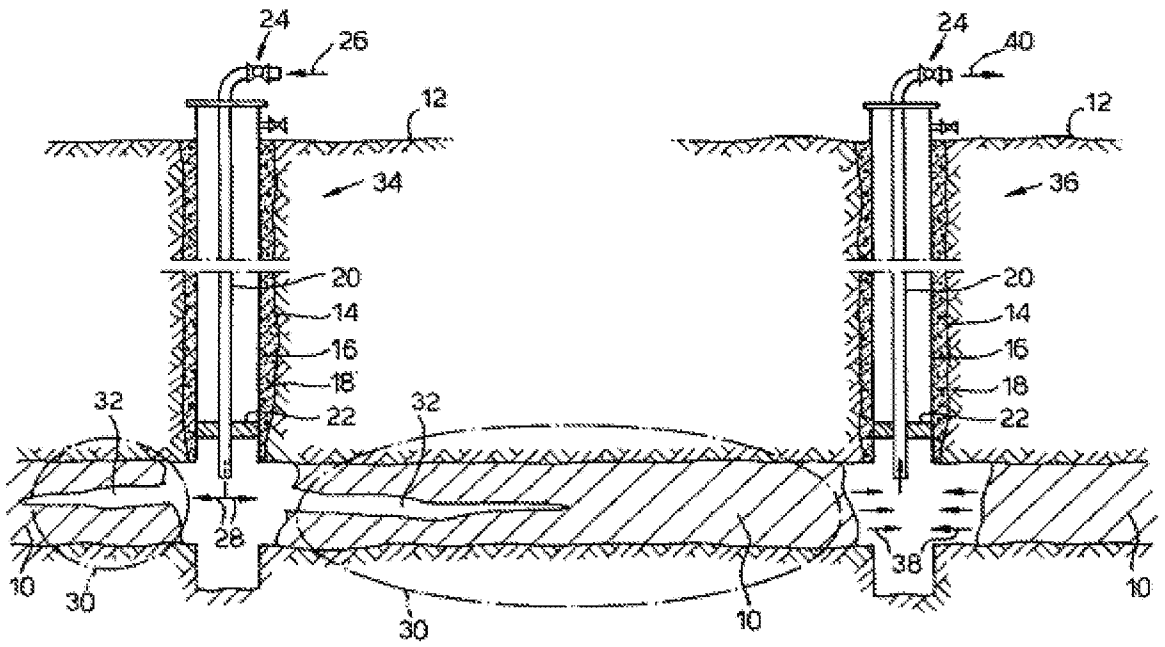


Fig. 4

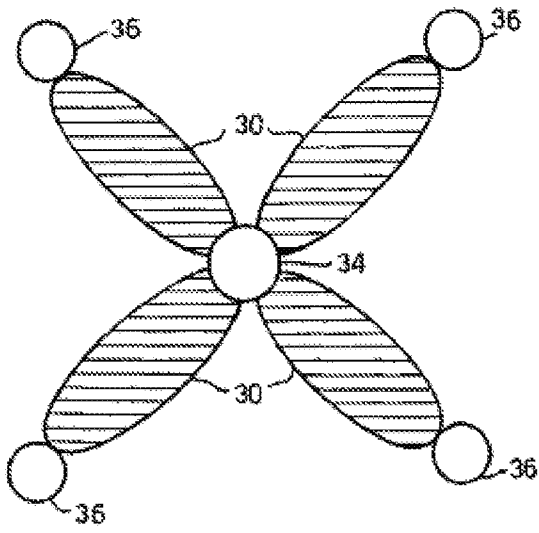


Fig. 5