



УКРАЇНА

(19) UA (11) 47851 (13) U
(51) МПК (2009)
E21B 43/16МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ КОМПЛЕКСНОЇ РОЗРОБКИ ГАЗОГІДРАТНИХ РОДОВИЩ

1

2

(21) u200909311

(22) 10.09.2009

(24) 25.02.2010

(46) 25.02.2010, Бюл.№ 4, 2010 р.

(72) ТУРІВНЕНКО ІВАН ПЕТРОВИЧ, ТУРІВНЕНКО
СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ, ЛЕУСЕНКО НАТАЛІЯ ІВАНІВ-
НА(73) ТУРІВНЕНКО ІВАН ПЕТРОВИЧ, ТУРІВНЕНКО
СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ, ЛЕУСЕНКО НАТАЛІЯ ІВАНІВ-
НА(57) Спосіб комплексної розробки газогідратних родовищ, що включає попередню геологічну оцінку родовища, буріння транспортних каналів в корисний підземний пласт, монтаж продуктивної транспортної системи на-гора та систем безпеки, дію на газогідрати в зоні їх природного залягання тепловою енергією, отриманою від джерела ядерного випромінювання, в умовах обмеженого об'єму, який **відрізняється** тим, що джерело ядерного випромінювання закладають у закритий контейнер, який дислокують по свердловині в зону пря-

мого контакту з газогідратним покладом, причому контейнер виконують з матеріалу, непроникного для радіаційного випромінювання, і за тугоплавкістю, яка перевершує весь спектр температур, достатніх для будь-якої стадії фазового переходу покладу, що розробляється, причому критерієм визначення балансу теплової енергії, що виділяється, та тією, що поглинається покладом, вибирають рівень питомої радіоактивності використаного джерела ядерного випромінювання, причому для агрегатних перетворень газогідратів на природний газ і воду використовують джерела ядерних випромінювань з низьким рівнем питомої радіоактивності від 1 Ки/м^3 ($3,7 \cdot 10^{10}$ Бк), а для агрегатних перетворень газогідратів на перегріту пару використовують джерела ядерних випромінювань з середнім рівнем питомої радіоактивності до 1000 Ки/м^3 ($3,7 \cdot 10^{13}$ Бк), що забезпечує стабільну температуру дії на поклад на весь період напіврозпаду використаного радіоактивного елемента.

Корисна модель відноситься до галузі розробки газогідратних родовищ. Спосіб може бути використаний в добувній промисловості для добування природного газу, прісної води і пари для подальшого вживання, наприклад, в теплоенергетиці. Інтерес науки до цієї проблеми спостерігається давно, проте останнім часом в зв'язку виснаженням доступних джерел енергії і енергоємністю їх розробок, що безперервно підвищується, зроблено цілий ряд спроб її рішень. Відомо, що на Землі близько половини вуглецю, зв'язаного у всіляких органічних і неорганічних сполуках, знаходиться у вигляді газогідратів. Тому газогідрати розглядаються як найважливіше потенційне джерело вуглеводневої сировини для енергетики і хімічної переробки. Гігантські запаси газогідратів роблять їх перспективним джерелом вуглеводнів XXI століття, яке з часом може замінити нафту і газ. Тому в Японії, США, Канаді, Росії та інших країнах, що володіють величезними ресурсами газогідратів, активізувався пошук інженерних рішень добування вуглеводнів з газогідратів. Складність і незвичність

цієї проблеми в тому, що газогідрати це - частіше всього твердий матеріал, що мимоволі газифікується при зниженні тиску або підвищенні температури. Але зниження тиску без підведення тепла приводить до ендотермічного охолодження, контактна поверхня покривається кіркою льоду, що обмежує утворення газу. Таким чином, виникла головна проблема: підвести це тепло в ґрунт через свердловину на велику глибину або створити автономне і довговічне джерело тепла безпосередньо в зоні залягання газогідратів.

Способи вирішення цієї проблеми були детально розглянуті в монографії [E. D.Sloan, Clathrate Hydrate of Natural Gases, N.Y., Varsell Dekker, 1990]. Пропонувалося: введення в свердловину гарячої води або розчинів, що адсорбують газ з газогідратів або ініціюють розкладання газогідратів (розчини неорганічних солей); зниження парціального тиску, у тому числі шляхом продування гарячим повітрям; створення потоку полум'я; мікрохвильова дія або поховання ядерних відходів. Кожній з цих пропозицій можна протиставити аргументо-

(13) U

(11) 47851

(19) UA

ване заперечення: використання розчинів солей ускладнюється проблемою корозії труб і устаткування, введення повітря пов'язане з можливістю утворення вибухонебезпечних сумішей та ускладнюється проблема подальшого розділення газів. Створення потоку полум'я тісно пов'язане з введенням кисню і проблемою розділення газоподібних продуктів, мікрохвильова дія також вимагає теплопідводу. Ідея поховання ядерних відходів, що здатні до саморозігріву, при безперечній перевазі не знайшла конкретного інженерного рішення. Не сформульовано, що мають на увазі, використовуючи поняття «саморозігрів».

Систематизуючи досягнення світової науки, російські вчені вважають основним методом відбору газу з газогідрату переведення його безпосередньо в місці залягання у вільний стан з подальшим добуванням традиційними способами. Вони також виділяють чотири способи дії на газогідратний пласт, що приводять до його розкладання: зниження тиску пласта нижче рівноважного, підвищення температури пласта; закачування в пласт інгібіторів, сприяючих розкладанню газогідратів, дія активними високочастотними полями. Проте перевага віддається тепловій обробці пласта. (Баснеєв К.С., Кульчицкий В.В., Щебетов А.В., Нифантов А.В. Способы разработки газогидратных месторождений. Журнал. Газовая промышленность. 2006. №7, стр. 22.).

Ця концепція привела до появи цілого ряду публікацій в науковій і патентній літературі, де представлені описи різних способів теплової дії на газогідратні поклади з метою добування метану. Але центральним об'єктом наукового пошуку було і залишається джерело теплової енергії, що використовується для дії на поклади газогідрату і можливості його максимальної тепловіддачі.

Так, відомий «Способ разработки газогидратных месторождений» (Патент РФ №2231635, Е21в 43/24, 2002), яке має пласти гарячої води, що пролягають нижче родовища. Спосіб включає розбурювання покладу, що перетинає пласти гарячої води свердловиною з системою замкнутих горизонтальних бічних секцій, формування теплового поля в одному з пластів і відбір вуглеводнів з другого пласта. В процесі експлуатації підтримується безперервна циркуляція по утворених замкнутих каналах гарячої води з нижнього пласта і охолодженої з верхнього та відбір вуглеводнів з верхнього пласта.

Реалізація цього способу обмежується геологічними умовами-обов'язковою наявністю під газогідратним покладом термальних вод (джерело теплової енергії) і значних витрат на створення свердловин складної просторової конфігурації. Викликає сумнів той факт, що температури термальної води вистачить для зміни фізичного стану газогідратного покладу настільки, щоб здійснити фазовий перехід компонентів газогідрату. Таким чином, процес не прогнозується ні за температурними параметрами, ні за часом дії.

Відомий «Способ термической разработки газовых гидратов» (Патент РФ №2306410) з природним або штучно сформованим вуглеводневим

пластом, що пролягає нижче газогідратів. Спосіб включає розбурювання покладу, що пересікає пласти, принаймні, однією багатозабійною свердловиною з горизонтальними стволами у вищерозміщеному газогідратному пласті. Теплове поле формують в підстилаючому пласті, що пролягає нижче. Проводять буріння багатозабійної свердловини, горизонтальний ствол якої має розташовану в пласті, що пролягає нижче, горизонтальну секцію з перфораційними отворами на її початковій ділянці і, принаймні, одну ділянку, що повстає, з багатоствольними перфорованими горизонтальними відгалуженнями, розташованими в газогідратному пласті. Формування теплового поля здійснюють за допомогою ініціації внутрішньопластового горіння і підтримки фронту горіння в нафтовому або газовому пласті, що пролягає нижче, шляхом подачі окислювача через затрубний простір між насосно-компресорною трубою (НКТ) і експлуатаційною колоною та перфораційними отворами на початковій ділянці горизонтальної секції.

Довжину секції вибирають за умов забезпечення прогрівання газовойдної суміші, утвореної внаслідок розкладання газогідратів до температури, що запобігає повторному гідратуутворенню в процесі її руху від кривлі пласта, що пролягає нижче, до гирла свердловини. При цьому відбір природного газу з водою здійснюють через багатоствольні перфоровані горизонтальні отвори і експлуатаційну колону.

Спосіб не лише складний, але й обмежений у вживанні по інших причинах: для ведення розробки вибирають газогідратний поклад лише з нафтовою і газовою облямівкою і нерентабельними запасами. За відсутності нафтової або газової оболонки під подошвою газогідратного покладу у водоносному колекторі формують штучну нафтову і газову облямівку.

До недоліків слід віднести і сам спосіб формування теплового поля методом внутрішньопластового горіння, яке здійснюють за допомогою забійного паливного пальника, електричного нагрівача або хімічних реагентів. Крім того, процес горіння вимагає постійної подачі окислювача (газову суміш, що містить кисень). Як було сказано вище, використання розчинів солей ускладнюється проблемою корозії труб і устаткування, введення паливного пальника або електричного нагрівача пов'язане з можливістю утворення вибухонебезпечних ситуацій. Не описано, яким чином забезпечується стабільність необхідної теплової енергії і можливість її прогнозування в тому діапазоні температур, який забезпечував би умови фазового переходу покладу газогідратів. Описаний спосіб, як і всі інші, в яких застосовується процес внутрішньопластового горіння, малоефективний через непроникливість газогідратного покладу і, відповідно, різних механізмів протікання фізичних процесів, що відбуваються під дією невизначеною за величиною теплової енергії. Тому неможливо прогнозувати чи досить теплової енергії, отриманої при внутрішньопластовому горінні, для зміни агрегатного стану покладу. Ці недоліки є наслідком

вживання джерел теплової енергії, які не мають характеристик конкретних параметрів на протязі заданого часу.

Відомий спосіб розробки нафтових родовищ, яким рекомендовано використати ядерний теплогенератор, що виробляє високотемпературну воду, переміщуючи її по пласту в напрямку добувної свердловини. Пропонується проміжне джерело теплової енергії - вода, але невідомо на який час вона зберігає температуру до 100 градусів, (бо вище - це вже не вода, а пара) (Патент РФ №2133335).

Таким чином, неефективність традиційних методів теплової обробки газогідратів викликало наполегливу необхідність пошуку принципово нових рішень і, особливо, головної складової цих технологій - потужного джерела теплової енергії, здатного забезпечити в зоні залягання пласта стабільну температуру фазового переходу. У плані рішення цієї задачі було запропоновано впливати на продуктивний пласт покладу газогідрата високочастотним електромагнітним (ВЧЕМ) полем. Автори доводять, що при взаємодії ВЧЕМ поля з гідронасиченим середовищем, в ньому одночасно виникають, розподілені за об'ємом джерела тепла, які розігрівають пласт до температури фазового помістити генератор ВЧЕМ хвиль. (Насыров Н.М., Низаева И.Г., Саяхов Ф.П. «Математическое моделирование явлений тепломассопереноса в газогидратных залежах в высокочастотном магнитном поле.» Прикл. механика и техническая физика.» 1997., Т. 38 №6 стор. 93-104).

Описаний спосіб не доведений до стадії промислового застосування, через те, що:

- існує повна залежність джерела теплової енергії у вигляді генератора ВЧЕМ поля ВЧ від наявності джерела електричної енергії, присутність якої обов'язкова;

- під впливом ЕМ поля ВЧ виниклі в покладі джерела тепла почнуть діяти практично одночасно.

Це приведе до швидкої фазової трансформації водно-газової суміші і утворення газової бульби, об'єм якої у багато разів може перевищувати первинний об'єм газогідратного пласта. Не контролюване вивільнення великої кількості газу може привести до катастрофічних наслідків.

У цій роботі була зроблена спроба створення, джерела теплової енергії, що не вимагає складних наземних споруд і спрощення процесу теплової дії на поклади газогідратних родовищ з метою зміни їх агрегатного стану. Проте цей спосіб не пропонує виходу на промислове добування газу.

Таким чином, деякі рішення цієї проблеми вже намічені. Проте термодинамічні параметри процесу розкладання гідратів в газогідратному покладі, а також вимоги до охорони довкілля потребують створення принципово нових високоефективних методів розробки, як на материку, так і в акваторії Світового океану.

І знову головною складовою цих нових методів є потужне джерело теплової енергії, здатне забезпечити в зоні залягання пласта необхідні термодинамічні параметри в тому числі стабільну температуру фазового переходу в просторі і в часі.

У цьому сенсі привабливою була ідея використовувати радіоактивні відходи, зокрема, потенційних запасів тепла в них.

Відомий спосіб розробки вуглеводнів (Патент РФ №2211319) За загальними ознаками - використання джерела радіоактивного випромінювання для одержання теплової енергії завдяки розміщенню їх у обмеженому об'ємі - він прийнятий авторами як найближчий аналог.

Згідно способу за найближчим аналогом, який включає розбурювання покладу, що складається, щонайменше, з двох пластів, ізолюваних один від одного і суміжних гірських порід непроникиними перемичками, щонайменше, двома свердловинами з, принаймні, однією горизонтальною секцією, одна з яких є нагнітальною, а інша - добувною. Закачування теплоносія проводять через нагнітальну свердловину, а відбір вуглеводнів, щонайменше, з одного продуктивного пласта - через добувну свердловину, при цьому як теплоносії використовують рідкі радіоактивні відходи (РРВ), які закачують під непронику підшву родовища і під підшовою газогідратного пласта створюють підземне сховище рідких радіоактивних відходів. Буріння нагнітальної свердловини виконують з числом горизонтальних секцій, відповідним числу розбурюваних пластів, верхні з яких прокладають в продуктивних пластах, а перфоровану нижню, яка складається, принаймні, з двох променеподібних ділянок, в непродуктивному, куди і здійснюють закачування рідких радіоактивних відходів. Буріння добувної свердловини роблять з числом горизонтальних секцій, меншим або таким, що дорівнює числу горизонтальних секцій нагнітальної свердловини, які вибирають виходячи з умови мінімально можливого видалення їх однієї від другої, причому після закінчення закачування рідких радіоактивних відходів в зоні непронику перемички на ділянці переходу нагнітальної свердловини з продуктивного пласта в непродуктивний встановлюють ізолюючий міст, а потім здійснюють герметичну ізоляцію нижньої секції нагнітальної свердловини від її вищерозміщеної секції.

При реалізації способу доцільно:

- через нагнітальну свердловину перед закачуванням рідких радіоактивних відходів здійснювати закачування в непродуктивний пласт реагенту з низькою теплопровідністю і питомою вагою, що перевищує питому вагу рідких радіоактивних відходів, з утворенням термоізолюючої облямівки;

- герметичну ізоляцію нижньої секції нагнітальної свердловини від її вищерозміщених секцій здійснювати шляхом видалення ділянки обсадної колони в інтервалі кривлі і підшови непронику перемичку над непродуктивним пластом з цементуванням вище- і нижчележачих ділянок свердловини;

- після видалення ділянки обсадної колони здійснювати закачування в суміжні продуктивний і непродуктивний пласти суміші глинистого розчину з бетонітовими гранулами під тиском, що забезпечує герметичне зімкнення гірських порід для попередження техногенних наслідків розробки.

У переважних варіантах реалізації способу пропонується: після установки ізолюючого моста

подовжити бурінням верхньої горизонтальної секції нагнітальної свердловини на величину, що дорівнює довжині мінімально видаленої променеподібної ділянки і після перфорації робити закачування додаткового теплового агента, наприклад, перегрітої пари.

До недоліків способу слід віднести:

- головний недолік полягає у виконанні джерела теплової енергії, у вигляді цілої системи пробурих променеподібних ділянок, які розходяться в різні боки в непродуктивному пласті, призначеному для закачування і консервації рідких радіоактивних відходів, що породжує ряд наступних недоліків:

- необхідність в створенні складної системи підземних свердловин і системи герметизації для попередження техногенних наслідків;

- підвищенні екологічні ризики в процесі розробки покладу;

- необхідність передбачити систему інтенсивного теплообміну між РРВ і газогідратним покладом, оскільки природний теплообмін через непроникну підшову відбувається з очевидними великими тепловими втратами і дуже повільно;

- джерело теплової енергії не зорієнтоване на теплофізичні характеристики покладу, що розробляється, оскільки неможливо розрахувати і прогнозувати як час, так і величину тепловіддачі, супутньої процесу розпаду рідких радіоактивних відходів, які не мають стабільних характеристик.

- не забезпечується достатній запас тепла в теплоносії для розігріву пласта до температури фазового переходу, тому передбачено додаткове закачування нерадіоактивного теплового агента, наприклад, перегрітої пари. Очевидно, що за таких умов ізоляції ефективне використання теплового потенціалу РРВ не можливо, також не можливо визначити наскільки використано тепловий потенціал РРВ і яку кількість пари треба закачати в свердловину.

- крім того, реалізація вказаного способу пов'язана з необхідністю забезпечення безпечного транспортування і закачування рідких радіоактивних відходів, герметизації їх підземного сховища.

- і що дуже важливо: процес ведуть без урахування характеру теплообміну, відсутній критерій оцінки балансу теплової енергії, що виділяється і тієї, що поглинається покладом, що забезпечує плавність та безпечність фазового переходу газогідратів.

При реалізації відомого за прототипом способу необхідно створювати складні підземні і наземні споруди для технологічного і технічного обслуговування самих рідких радіоактивних відходів та засобів їх дислокації та експлуатації. Діапазон температур, який забезпечується цим джерелом тепла, і тривалість його дії в цьому діапазоні на поклади газогідратів не регламентовані і не визначені ніякими показниками. Крім того, саме поняття «рідкі радіоактивні відходи» настільки неоднозначне і не має стабільних фізичних характеристик, що при їх використанні для реалізації способу потрібне дослідження самих РРВ, тому важко прогнозувати результат з будь-якою мірою вірогідності. Період напіврозпаду a , отже, і час тепловіддачі РРВ передбачити важко, оскільки вони мають різ-

не походження і призначені для захоронення.

Таким чином, всі відомі методи не дають уявлення про конкретний діапазон і стабільність в часі температур теплоносія при його доставці в зону дії. А на практиці це має велике значення. Гідрат метану, наприклад, може існувати в дуже широкому діапазоні температур від абсолютного нуля до +55 градусів С. (Макогон Ю.Ф. Особливості експлуатації родовищ природних газів в зоні вічної мерзлоти. МЦНТИ Мінгазпрома, 1966. с.1-21). У виборі параметрів теплової дії одним з визначальних моментів також повинен бути об'єм покладу, тому крім температури важливим параметром є час дії джерела. Через це температура, що створюється джерелом теплової енергії, має бути зорієнтована на теплофізичні властивості покладу газогідратів, що не передбачено жодним з відомих способів.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення способу розробки покладів газогідратів, шляхом теплової дії на них в місцях залягання при безпосередньому контакті з джерелом теплової енергії, що утворюється в процесі акумуляції енергії випромінювання ядерного джерела і перетворення її в теплову енергію в умовах герметично закритого об'єму, достатньої для забезпечення конкретного діапазону температур фазового переходу в газ, воду або перегріту пару на весь період дії ядерного джерела. (С.Я. Белинский, Ю.М. Липов «Энергетические установки электростанций» «Энергия» М. 1974, глава 14, Теплообмен излучений, с. 108-115, рис. 14-3. Схема радиационного теплообмена в замкнутой системе двух тел).

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомому способі розробки газогідратів, що включає попередню оцінку родовища, буріння транспортних каналів в корисний підземний пласт, монтаж продуктивдвоящої транспортної системи на-гора та систем безпеки, дію на газогідрати в зоні їх природного залягання тепловою енергією, отриманою від джерела ядерного випромінювання, в умовах обмеженого об'єму, згідно з винахідницьким задумом джерела ядерного випромінювання розміщують в закритому контейнері, який дислокують по свердловині в зону прямого контакту з газогідратним покладом, причому контейнер виконують з матеріалу непроникного для радіаційного випромінювання і за тугоплавкістю, яка перевершує весь спектр температур, достатніх для будь-якої стадії фазового переходу покладу, що розробляється, причому критерієм визначення балансу теплової енергії, що виділяється і тією, що поглинається покладом, вибирають рівень питомої радіоактивності використаного джерела ядерного випромінювання, при цьому для агрегатних перетворень газогідратів на природний газ і воду використовують джерело ядерних випромінювань з низьким рівнем питомої радіоактивності від 1 Ки/м3 ($3,7 \cdot 10^{10}$ Бк), а для агрегатних перетворень газогідратів на перегріту пару використовують джерело ядерних випромінювань з середнім рівнем питомої радіоактивності до 1000 Ки/м3 ($3,7 \cdot 10^{13}$ Бк), що забезпечує стабільну температуру дії на поклад на весь період напівро-

зпаду використаного радіоактивного елементу. (Украинская советская энциклопедия, Киев, 1983. том 9. с. 134-135. $1\text{Ки/м}^3=3,7\cdot 10^{10}$ - низкий уровень удельной радиоактивности; $1\text{Ки/м}^3=3,7\cdot 10^{13}$ - средний уровень удельной радиоактивности; $1\text{Ки/м}^3=3,7\cdot 10^{16}$ - высокий уровень удельной радиоактивности).

На Фіг. представлена схема добування компонентів газогідратного покладу, де:

- 1 - транспортно-монтажний канал;
- 2, 3 - газотранспортна система;
- 4, 12 - станція підйому води.
- 5, 9 - паровідвідний енергоблок;
- 6 - система аварійного поглинання викидів компонентів з надр;
- 7 - пристрій екстреного блокування забою;
- 10 - зона газопароутворення;
- 11 - газогідрати і поклади;
- 13 - спеціальний захисний контейнер з джерелом ядерних випромінювань;
- 14 - зона водозабору.

Запропоноване рішення має наступні переваги над відомими і дозволяє одержати новий технічний результат, який знаходиться в причинно-наслідковому зв'язку з його новими суттєвими ознаками:

- усунуто проміжне вторинне джерело теплової енергії і пов'язані з цим енерговитрати, оскільки теплова дія на пласт починається з моменту прямого контакту об'єкту розробки з контейнером, який є первинним джерелом теплової енергії.

- випромінювання ядерного джерела, акумулюючись в закритому контейнері, ініціюють процес самопоглинання з виділенням тепла в середині контейнера і наступним тепловідводом, при цьому діапазон температур дії на поклад та час тепловіддачі можуть бути заздалегідь прораховані на основі даних про ступінь питомої радіоактивності закладеного джерела та періоду його напіврозпаду за допомогою відомих в атомній енергетиці методів;

- приведення у відповідність характеристик теплофізичних властивостей газогідратного покладу і потенціалу джерела теплової енергії дає можливість створити баланс теплової енергії, що виділяється і поглинається, тому замість штучно створеної системи охолодження цю роль виконують компоненти покладу газогідрата при розкладанні. Цим гарантується безпека процесу фазового переходу об'єкту розробки;

- усунена необхідність в традиційних наземних і підземних спорудах для створення джерела теплової енергії і його обслуговування;

- виключені екологічні ризики, пов'язані з вільним переміщенням рідких радіоактивних відходів по пробуреним для цього підземним каналам;

- увесь процес відбувається без доступу кисню і іншого окислювача;

- значно розширено температурний діапазон джерела теплової енергії, причому настільки, що дозволяє забезпечити будь-яку ступень агрегатної зміни газогідрату (газ, рідина та перегріта пара).

Приклад виконання способу:

Виконують вибір і геологічну оцінку родовища,

для чого на вибраній ділянці бурять геологорозвідувальну свердловину і отримують пошарову характеристику надр на всю глибину свердловини, будують каротажну діаграму, визначають об'єкт розробки 11 і його розміри. Можуть бути і інші загальновідомі операції, пов'язані з конкретними особливостями родовища або його місцезнаходження. Бурять транспортно-монтажний канал 1 в зону розробки, монтують продуктивідвідну транспортну систему і системи безпеки. По транспортному каналу опускають контейнер 13, знімають з нього транспортний захист і цим приводять в дію джерело ядерних випромінювань. Джерелом ядерного випромінювання може бути, наприклад, паливо, що вилучено із ТВЕлів для наступного поховання. Ці елементи характеризуються питомою радіоактивністю різних рівнів, які визначаються фахівцями при демонтажі ТВЕлів. Від цього залежить температура на стінці контейнера 13. Для агрегатних перетворень газогідратів на газ і воду використовують джерела ядерних випромінювань з низьким рівнем питомої радіоактивності від Ки/м^3 ($7\cdot 10^{10}\text{Бк}$) (в залежності від якості використаного радіоактивного елементу), що забезпечує стабільну температуру на стінках контейнера до 100 градусів, а для агрегатних перетворень газогідратів на перегріту пару використовують джерела ядерних випромінювань з середнім рівнем питомої радіоактивності до 1000Ки/м^3 ($3,7\cdot 10^{13}\text{Бк}$), що забезпечує стабільну температуру на стінках контейнера до 900 градусів С. Час корисної дії джерела теплової енергії - контейнера залежить від періоду напіврозпаду радіоактивного елементу, використаного в ТВЕлі. В цьому випадку спочатку проводять дегазацію зони дії контейнера, а потім на-гора подають перегріту пару. Об'єм вироблення, що утворився під час роботи контейнера при температурі біля 100 градусів, використовують як природні сховища для газу і води в гарячому резерві при стабільній температурі біля 100 градусів.

Процес теплової дії джерела ядерних випромінювань відбувається в такій послідовності: нагрівають пласт до початку фазового переходу і появи рухливого кордону перетворення, відбувається перетворення речовини на геометричній поверхні кордону розділу фаз, формуються об'ємні зони газогідратних компонентів в іншому агрегатному стані (газ, вода, перегріта пара). При цьому відбувається виділення і накопичення газу в зоні газопароутворення 10, а в зоні водозабору 14 накопичується вода.

З цих зон одержані компоненти за допомогою станції підйому води 4, 12 і газотранспортної системи 2, 3 подають на-гора.

При необхідності використовують системи аварійного поглинання викидів компонентів з надр 6 та систему екстреного блокування забою 7. Подальше транспортування компонентів відбувається з використанням відомих конструкцій в тому разі і за найближчим аналогом.

Наслідком реалізованого технічного результату є очевидна можливість отримати істотний економічний ефект не тільки при добуванні газу та прісної води, а і за рахунок корисного використанні

палива ТВЕЛів, які вивозять за кордон для демонтажу та повернення радіоактивних каркасів для захоронення.

Авторами вивчено достатньо великий об'єм як технічної, так і патентної інформації, але рішення з ознаками, що характеризують заявлене, не знайдене. Це дозволяє зробити висновок про його новизну.

Рішення є технічно завершеним і промислово застосовним. Для атомної енергетики не є проблемою наповнення контейнера джерелами ядерних випромінювань замовленого рівня питомої радіоактивності, поховання яких до того ж завжди є проблемою.

Порівняльний аналіз формули корисної моделі з формулами відомих патентних джерел показав, що рішення, яке заявляється, має «істотні відмінності» та відповідає критерію «винахідницький рівень».

Базуючись на наукових дослідженнях в газодобувній галузі та розробки газогідратів, рішення, що заявляється, не лише пропонує інноваційний підхід у вживанні нових автономних джерел теплової енергії в надрах, але і дає досить конкретні відправні точки, необхідні для реалізації способу комплексної розробки газогідратних покладів.

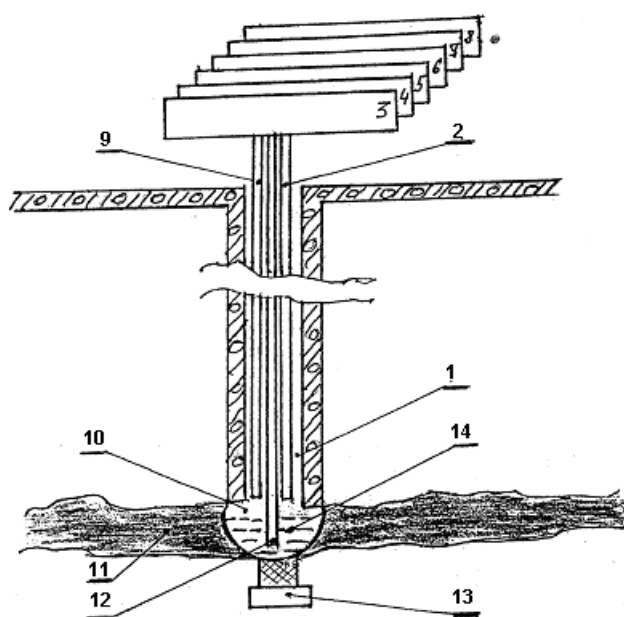


Fig.