



УКРАЇНА

(19) UA (11) 27108 (13) U  
(51) МПК (2006)  
B65G 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

ОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ПІДЗЕМНЕ СХОВИЩЕ ДЛЯ ЗРІДЖЕНОГО ГАЗУ

1

2

(21) u200602820

(22) 16.03.2006

(24) 25.10.2007

(72) ПАТОН БОРИС ЄВГЕНОВИЧ, UA, АЛФЄЄВ  
ВЛАДІМІР НІКОЛАЄВИЧ, ГОНЧАРУК ВЛАДИСЛАВ  
ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, ВАУЧСЬКИЙ НІКОЛАЙ  
ПАВЛОВІЧ, БУДЗУЛЯК БОГДАН ВЛАДІМІРОВІЧ  
(73) ІНСТИТУТ КОЛОЇДНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЇ ВОДИ  
ІМ. А.В.ДУМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОЇ  
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, UA

(56)

(57) 1. Підземне сховище для зрідженого газу, що  
включає бетонний резервуар для газу, оточений  
ущільнюючою масою, яке відрізняється тим, що  
як бетонний резервуар містить глибокий бетонний  
котлован, виконаний з можливістю опускання на  
його дно саркофага з радіоактивними будівлями, а  
як ущільнюючу масу містить натуральне, природне  
середовище, яке розташоване із зовнішньої  
сторони резервуара і знаходиться при температурі  
нижче  $-4^{\circ}\text{C}$ .

2. Підземне сховище за п. 1, яке відрізняється  
тим, що бетонний котлован містить зріджений газ  
метан при температурі нижче точки кипіння,  
причому рівень заповнення котловану газом нижче  
рівня ґрунтових вод.

3. Підземне сховище за п. 1, яке відрізняється  
тим, що оснащено системою трубопроводів  
відбору газу зі сховища, що складається, у тому  
числі, з компресора, ємності з азотом і  
дросельного теплообмінника, і розташована  
система на поверхні.

4. Підземне сховище за п. 1 або 3, яке  
відрізняється тим, що система містить  
автоматизований газовий компресор.

5. Підземне сховище за п. 1 або 3, яке  
відрізняється тим, що система оснащена  
пристроєм для уловлювання і компримування  
парів азоту і встановлена поблизу дна  
резервуара-сховища.

6. Підземне сховище за п. 1 або 3, яке  
відрізняється тим, що система містить балони з  
пропаном і бутаном.

Корисна модель відноситься до газової  
промисловості і може бути використана при  
створенні підземних сховищ газу (ПСГ) у газових  
родовищах, що обводнюються, чи водоносних  
структурах, зокрема, до створення сховища для  
зріджених газів у зонах, підданих техногенним  
катастрофам.

З технічної літератури відомі сховища газу  
[патент RU, №2175941, опубл.2001.11.20; патент  
RU, №2246437, опубл.2005.02.20], створені в  
порожнинах скельної породи.

Як випливає з  
[<http://www.mostarnsgas.ru/responsibility/technologies/phg/>]  
[1], гордістю Мострансгаза  
(газотранспортне підприємство «Газпрому») є  
чотири підземні газосховища стратегічного  
газового резерву. В якості цих сховищ  
присотосовані природні підземні резервуари, що  
знаходяться на глибині 1000м і більш. Знайдені  
геологами порожнини природно заповнені водою.  
Газ в дані порожнини закачується через пробурені  
свердловини, відтискуючи воду. Система подачі

газу з газосховища організована через  
свердловини, технологія закачування газу дуже  
складна, так як газ подається під тиском 105-120  
атмосфер.

Як відзначає А.С. Волубничий, генеральний  
директор ТОВ «Мострансгаз»  
[[http://www.gazprom.ru/articles/artide\\_10\\_255\\_Shtml](http://www.gazprom.ru/articles/artide_10_255_Shtml)]  
[2], при цьому необхідно осушити пори в  
піщаниках, в яких, власне, і зберігається газ,  
перевірити надійність глинистої покритишки, щоб газ  
не йшов вгору.

Відомий спосіб створення підземного  
газосховища [заявка SU, №1820597] [3], що  
передбачає буравлення свердловин  
експлуатаційних і нагнітальних. Експлуатаційні  
свердловини розташовані у верхній частині пласт-  
колектора, а нагнітальні свердловини знаходяться  
в центрі структури і частина їх доходить до  
підшови пласт-колектора. При закачуванні газу  
останній витісняє вгору пластову воду. Нагнітальні  
свердловини, що знаходяться в центрі структури,  
підключаються до закачування, коли шар води

(13) U

(11) 27108

(19) UA

підходить до неї. Альтернативою зазначеним підземним сховищам є зариті в землю резервуари.

Відомо [патент RU, №2232342, опубл.10.07.2004] [4] підземне сховище зрідженого природного газу (ЗПГ) на основі несучого бетонного резервуару, оснащеного трубопроводами для наповнення - видачі СПГ. Резервуар розташований нижче рівня землі, на позначці, що попереджає замерзання землі; при цьому резервуар оснащений технологічною шахтою, яка теплоізолює трубопроводу. Верх резервуара покритий (засипаний) теплоізоляційним матеріалом.

Започатковувалися спроби використання бетонного облицювання в скельних сховищах, причому для герметизації сховища вводять ізоляцію в бетонне облицювання, чи, у деяких випадках, безпосередньо в скельну породу. Експерименти показали, що за рахунок різних усадок при охолодженні виникають проблеми зчеплення різних матеріалів, у результаті чого виникає високий ризик порушення ізоляції.

Слід зазначити, що Чорнобильська техногенна катастрофа, яка відбулась 26 квітня 1986 року поставила перед усім цивілізованим світом термінову задачу - розробити способи локалізації і знезаражування таких територій і одночасного забезпечення екологічно чистими енергоресурсами населення і підприємств у найближчих від зони районах. Умови для практичної реалізації цієї задачі існують у 30-ти кілометровій зоні від епіцентру Чорнобильської техногенної катастрофи. Тут загальними зусиллями зацікавлених Європейських країн можна налагодити проведення широкомасштабних технологічних розробок по реалізації даного корисної моделі з метою вирішення проблем забезпечення промислового розвитку в таких зонах, захисту навколишнього середовища, функціонування промислових об'єктів на основі використання нових чистих технологій і енергоресурсів на базі метану чи водню. До них відносяться екологічно чисті енергоефективні технології оздоровлення території, будівництва екологічно чистих виробництв, біологічного захисту населення, локалізації попередження глобальних катастроф. Значення таких технологій у значній мірі "виросло, з огляду на ратифікацію Росією, Україною і Європейськими країнами Кіотського протоколу, що приписує форсувати розробку і реалізацію проектів технологій зниження викидів в атмосферу".

Відоме сховище газу - підземний газгольдер високого тиску [А.С. 868228] [5], що містить сталеву герметизуючу оболонку з установленими з боку вироблення сталевими пластинами. Оболонка поміщена в скельне вироблення і затомпонувану шаром бетону.

Однак, використання залізного каркасу приводить до недовговічності сховища і можливого радіоактивного зараження навколишнього середовища, не дозволяє вирішити першочергової задачі: попередження поширення радіоактивних ізотопів, що піднімаються з поверхні Чорнобильської зони в результаті руху підземних вод у Сенноманському

шарі землі, вихрових явищ, що виникають у повітряному середовищі при випарі заражених вод, а так само обмеження подальшого розкиду радіоактивних елементів за межі Чорнобильської зони, у тому числі на території інших країн. При цьому на перше місце виходять технології по забезпеченню

"енергонезалежності життєдіяльності в умовах замкнутого середовища і діяльності високотехнологічного економічно ефективного промислового комплексу.

Відомий металевий криогенний резервуар, що містить подвійну металеву стінку з екрановакуумною або порошково-вакуумною теплоізоляцією і системою криогенних трубопроводів із запірною і регулюючою арматурою [А.с. СРСР №374482, Кл F17C3/08, 20.03.1973, Бюл. №15] [6].

Недоліками відомого пристрою за [6] являється:

- складність і недоцільність виготовлення резервуарів великого обсягу через різке збільшення їхньої вартості;

- низька надійність вакуумної теплоізоляції (особливо резервуарів великої ємності) і постійна потреба контролю і відновлення вакууму;

- порівняно постійний коефіцієнт теплопровідності теплоізоляції резервуара, що залежить від сезонного коливання температури навколишнього середовища;

- можливість повного катастрофічного руйнування резервуара в результаті техногенної діяльності або диверсійних актів.

Відомий наземний металевий криогенний резервуар, що містить подвійну металеву стінку з «не вакуумною» теплоізоляцією (теплоізоляційні мати, або «засипна») [Газовая промышленность, №18, 1967г. Производство, транспортировка, хранение и регазификация СПГ за рубежом, стр.33, рис.3] [7].

Недоліками відомого пристрою за [7] являється:

- висока вартість резервуара через дорожню металу;

- низька ефективність теплоізоляції резервуара при перемінному коефіцієнті її теплопровідності (у залежності від температури навколишнього середовища), що викликає велику випаровуваність газу, особливо в теплий час року;

- можливість повного катастрофічного руйнування резервуара в результаті техногенної діяльності або диверсійних актів.

Відоме сховище для ЗПГ, розташоване нижче рівня землі, у замороженому ґрунті без оброблення і без тепло- і гідроізоляції, що складається з циліндричного (або напівсферичного) котловану, покрите куполоподібною металеву покрівлю (наприклад, з низьколегованої сталі) з теплоізоляційним шаром. [Н.Г. Трупаков. Замораживание грунтов в строительстве. - М.: Стройиздат, 1970, стор.216, мал.123.] [8].

Недоліками відомого пристрою за [8] являється:

- постійний поверхневий обмерзлий шар ґрунту і його періодичне сезонне відтавання

удаліні від сховища, що приводить до здимання ґрунту;

- низька надійність сховища через можливе розморожування його верхніх шарів при малих кількостях збереженого ЗПГ;

- великі втрати газу при його збереженні внаслідок тріщиноутворення ґрунту;

- «не екологічність» внаслідок промерзання верхніх шарів ґрунту з наступним їхнім здиманням;

- складність контролю збереженого продукту.

Найбільш близьким аналогом до корисної моделі за технічною суттю і результатом, що досягається, є сховище для зрідженого газу та спосіб його створення [патент RU №2244204, дата публікації: 2005.01.10 номер заявки: 2001112779/06]. Сховище відповідно до патенту RU призначено для збереження газів у порожнині, утвореній в скельній породі, чи в зовнішній бетонній оболонці. Сховище містить резервуар для газу, що виготовлений з бетону і має теплову ізоляцію, при цьому зазначений резервуар цілком чи частково оточений масою, що заповнює простір між резервуаром і скельною породою чи зовнішньою бетонною оболонкою. Зазначена маса має теплову ізоляцію і може створювати ущільнення. У якості маси, що заповнює простір, для герметизації сховища використовується матеріал з низькою проникністю, характерним може бути обрана глина, з можливим додаванням теплоізоляційного матеріалу. Типовою добавкою є пухкий керамзит. Для підвищення надійності сховища в його системі забезпечення передбачені засоби нагрівання, такі як труби, шланги, нагрівальні елементи, що у сполученні з датчиками температури забезпечують нагрівання маси і запобігання розтріскування її чи коли мембрана чи мембрани стають тендітними.

Спосіб створення сховища передбачає подачу між резервуаром і скельною породою чи оболонкою згаданої маси. Потім сховище заповнюють зрідженим газом, має місце повільне охолодження резервуара сховища й ізоляції, а також маси, що заповнює простір маси, скельної породи. Газ випаровується за рахунок передачі теплоти від навколишнього середовища (бетонний резервуар, можлива ізоляція, маса, що оточує, і скельна порода чи оболонка). Газ, що випарився, видалають і знову вводять зріджений газ. Сховище може вважатися стабільно працюючим, коли навколишнє середовище доведено до такої температури, при якій випар стає мінімальним.

Основні недоліки відомої корисної моделі впливають із необхідності використання особливої маси для заповнення простору між резервуаром і скельною породою чи зовнішньою бетонною оболонкою. Ґрунтові води, потрапляючи в масу - штучне середовище, при неминучому коливанні температури, будуть створювати в масі тріщини. Утворення тріщин підсилиться, коли маса буде переходити від в'язкого до крижого (тендітного) стану, що у свою чергу приведе до забруднення газу радіоактивними ізотопами. Необхідно відмітити, що запропоновані відомим винаходом заходи для підвищення надійності сховища громіздкі, енерго- і металоемні й у

кінцевому підсумку не забезпечують високої надійності.

В основу корисної моделі поставлена задача розробити підземне сховище для (зрідженого) газу підвищеної надійності за рахунок використання принципово нового ущільнювача, що створить у техногенній зоні сховище з замкнутою системою життєдіяльності середовища, що забезпечить нівелювання негативного впливу дії робочого середовища на надійність роботи сховища.

Для рішення поставленої задачі запропоноване підземне сховище для (зрідженого) газу в зоні техногенної катастрофи чи в скельній (карстовій) порожнині, що включає бетонний резервуар для газу, оточений масою, що ущільнює, у якому, відповідно до корисної моделі, як бетонний резервуар сховище містить глибокий бетонний котлован для опускання на його дно саркофага з радіоактивними будівлями, а як ущільнюючу масу містить натуральне, природне середовище, розташоване із зовнішньої сторони резервуара, яке знаходиться при температурі нижче (-4)°С; при цьому бетонний котлован містить зріджений газ (метан) при температурі, нижче точки кипіння, а рівень заповнення котловану газом нижче рівня ґрунтових вод.

Підземне сховище також оснащено системою трубопроводів відбору газу зі сховища, що складається, у тому числі, з компресора, ємності з азотом і дросельним теплообмінником і розташована на поверхні, причому система містить автоматизований газовий компресор, балони з пропаном і бутаном і оснащена пристроєм для уловлювання і компримування парів азоту і встановлена поблизу дна резервуару (сховища).

Основною відмінною рисою корисної моделі є оригінальна, нова конструкція підземного сховища для (зрідженого) газу, що передбачає використання котловану, на дно якого спускається саркофаг з радіоактивними будівлями і шкідливими матеріалами, а також використання для ущільнення котловану природного середовища, глини, з температурою нижче (-4)°С, що забезпечує надійну герметичність з'єднання (екран) бетонний резервуар - природне середовище: заморожена вода - земля, що у свою чергу приведе до запобігання руху підземних вод навколо котловану і, як наслідок, зараження Дніпра і навколишніх джерел питної води.

Таким чином, сукупність істотних ознак запропонованої корисної моделі - Підземне сховище для (зрідженого) газу - є необхідною і достатньою для досягнення технічного результату: підвищення експлуатаційної ефективності сховища, а також нівелювання негативного впливу дії робочого середовища на надійність роботи сховища.

Підземне сховище для (зрідженого) газу в зоні техногенної катастрофи являє собою бетонний котлован (конструкція якого обумовлена кресленнями саркофага) для опускання на його дно саркофага з радіоактивними будівлями. У внутрішній порожнині бетонного котловану міститься зріджений газ. Поза бетонним котлованом передбачено розташування

ущільнюючої маси з натурального, природного середовища (землі - води), що знаходиться при температурі нижче  $(-4)^{\circ}\text{C}$ . І так зрозуміло, що порожнина між бетонним котлованом і навколишньою природою (землею) не має правильної форми котловану, а скоріше має довільну форму, заповнену ґрунтовими водами і заморожену.

Підземне сховище (зрідженого) газу оснащено системою трубопроводів відбору газу, яка складається з компресора, ємності з азотом і балонів із пропаном і бутаном, дросельного теплообмінника для одночасного дроселювання метану й азоту, з перевагою вмісту метану. На поверхні розташовані автоматизований газовий компресор і приймальна система уловлювання і компримування парів азоту встановлена поблизу дна резервуара (сховища).

Бетонний котлован для опускання саркофага заповнюють рідким метаном, охолодженим до температури, нижче точки кипіння. Метан заливають нижче рівня ґрунтових вод і потім витримують до повного заморожування середовища, що оточує стінки котловану.

Вище описаний кращий варіант здійснення корисної моделі, і цілком ясно, що фахівці в даній області можуть внести зміни і доповнення, деталізувати запропонований пристрій, однак ці зміни не будуть виходити за рамки приведеної далі формули корисної моделі.

Реалізація корисної моделі сприяє практичному створенню систем по забезпеченню енергонезалежної життєдіяльності в умовах замкнутого середовища, стати основою для подальшого їхнього застосування у випадку виникнення подібних техногенних інцидентів у Європі. Дасть економічний і екологічний ефект, створить безцінний науково-технологічний потенціал для забезпечення оперативного реагування на техногенні катастрофи і природні катаклізми, дозволить значною мірою розвинути і зміцнити міжнародну, у першу чергу європейську, технологічну інтеграцію і створити унікальне сховище зрідженого природного газу в Європі. Забезпечить підвищення експлуатаційної ефективності сховища, а також нівелює негативний вплив дії робочого середовища на надійність роботи сховища.